

UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Megaproyecto:

**Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción de riesgo
ante desastres ocasionados por el cambio climático.**

**Trabajo de investigación
presentado por**

Daniela Flores de Chacón
Karla Georgina Toca De León
Ana Gabriela Beber Hernández
José Rodrigo Mendoza Jiménez
María Fernanda Herrera Urrutia
Zully Alejandra Sutuc Pixcar
Martin Oliveros Rodríguez

**para optar el grado académico
de Licenciado en:**

Psicopedagogía
Nutrición
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos
Ingeniería Agroforestal

GUATEMALA

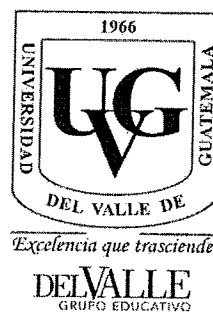
2012



Megaproyecto:
**Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción de riesgo ante
desastres ocasionados por el cambio climático**

UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Megaproyecto:

**Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción de riesgo
ante desastres ocasionados por el cambio climático.**

**Trabajo de investigación
presentado por**

Daniela Flores de Chacón
Karla Georgina Toca De León
Ana Gabriela Beber Hernández
José Rodrigo Mendoza Jiménez
María Fernanda Herrera Urrutia
Zully Alejandra Sutuc Pixcar
Martin Oliveros Rodríguez

**para optar el grado académico
de Licenciado en:**

Psicopedagogía
Nutrición
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos
Ingeniería Agroforestal

GUATEMALA

2012

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO GENERAL DEL MEGAPROYECTO	3
III. Diagnóstico alimentario-nutricional del centro de recuperación nutricional ubicado en Sacapulas, Quiché	4
A. PREFACIO	4
B. INTRODUCCIÓN	4
C. ANTECEDENTES	5
D. JUSTIFICACIÓN	16
E. OBJETIVOS	17
F. RESULTADOS ESPERADOS	18
G. MATERIALES Y MÉTODOS	18
H. METODOLOGÍA	22
I. RESULTADOS	22
J. DISCUSIÓN	24
K. CONCLUSIONES	26
L. RECOMENDACIONES	27
IV. Proyecto de reforestación con fines energéticos para la reducción a la vulnerabilidad por el cambio climático	28
A. INTRODUCCIÓN	28
B. JUSTIFICACIÓN	29
C. OBJETIVOS	30
D. MARCO TEÓRICO	31
E. METODOLOGÍA	42
F. RESULTADOS	49
G. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
H. CONCLUSIONES	53
I. RECOMENDACIONES	54
V. Gestión del agua como fundamento de la seguridad alimentaria	56
A. INTRODUCCIÓN	56
B. JUSTIFICACIÓN	56
C. OBJETIVOS	58
D. MARCO TEÓRICO	58

E. METODOLOGÍA	70
F. RESULTADOS	71
G. CONCLUSIONES	92
H. RECOMENDACIONES	93
VI. Formulación y desarrollo de una mezcla de arroz y frijol con chipilin listo para comer, de vida prolongada a incorporarse en un kit en caso de emergencia	95
A. INTRODUCCIÓN	95
B. ANTECEDENTES	95
C. MARCO TEÓRICO	103
D. OBJETIVOS	109
E. HIPOTESIS	110
F. METODOLOGÍA DE TRABAJO	117
G. RESULTADOS	129
H. DISCUSIÓN	138
I. CONCLUSIONES	138
J. RECOMENDACIONES	138
VII. Formulación y desarrollo de una tortilla de maíz (<i>Zea mays</i> con vida útil prolongada a incorporarse en un kit en caso de desastres para ayudar a comunidades en emergencia en Guatemala	140
A. INTRODUCCIÓN	140
B. ANTECEDENTES	140
C. MARCO TEÓRICO	140
D. JUSTIFICACIÓN	142
E. OBJETIVOS	165
F. HIPÓTESIS	165
G. METODOLOGÍA DE TRABAJO	165
H. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	166
I. RESULTADOS	170
J. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	174
K. CONCLUSIONES	187
L. RECOMENDACIONES	196
VIII. Formulación y desarrollo de una mezcla de arroz y frijol con chipilín listo para comer, de vida prolongada a incorporarse en un kit en caso de emergencia	197
A. INTRODUCCIÓN	198
B. OBJETIVOS	199
C. ANTECEDENTES	200
D. MARCO TEÓRICO	212
E. JUSTIFICACIÓN	227
F. METODOLOGÍA	228
G. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	241
H. CONCLUSIONES	255

I. RECOMENDACIONES	256
IX. Material educativo y de consulta para propiciar el conocimiento de los productos nutricionales y de la práctica de conductas de desarrollo sostenible que contribuyan a la disminución de riesgos y potenciales desastres	258
A. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO	258
B. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	259
C. JUSTIFICACIÓN	260
D. OBJETIVOS	260
E. MARCO CONTEXTUAL	261
F. MARCO TEÓRICO	267
G. MARCO LEGAL	283
H. MARCO METODOLÓGICO	284
I. CONCLUSIONES	297
X. CONCLUSIONES GENERALES	299
XI. RECOMENDACIONES GENERALES	302
XII. BIBLIOGRAFÍA	305
ANEXOS	333
A. Diagnóstico alimentario-nutricional del centro de recuperación nacional ubicado en Sacapulas, Quiché	333
1. Caracterización Sacapulas y del Centro de recuperación nutricional	334
2. Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas. Lavado de manos	343
3. Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas.	344
4. Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas. Uso de mezclas vegetales	346
5. Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas	347
6. Guía de validación de los cuestionarios de análisis CAP	349
7. Guía didáctica de educación nutricional sobre el correcto lavado de manos	350
8. Guía didáctica de educación nutricional sobre el uso de mezclas vegetales	354
9. Guía de validación de guías didácticas	360
10. Formulación y desarrollo de una mezcla de arroz y frijol con chipilín listo para comer, de vida útil y prolongada a incorporarse en un kit de emergencias en caso de desastres	361
11. Boleta utilizada en el análisis sensorial de preferencia por ordenamiento.	362
12. Resultados teóricos, producto del análisis de la boleta utilizada en el análisis sensorial de preferencia por ordenamiento	369
13. Guía de elaboración de tortilla de vida útil	374
14. Guía sobre el perfil sensorial y grupo focal, tortilla de maíz	378
15. Boleta de perfil sensorial, tortilla de maíz	383
16. Guía de discusión de grupo focal, tortilla de maíz	385
17. Características del pan dulce	447
18. Boleta: Prueba de aceptabilidad con escala hedónica y de preferencia en pan dulce	448
19. Informe: Visita 1 a la comunidad El volcán, Camotán, Chiquimula	449

20. Informe: Visita 2, al Caserío Pasaquijuyup. Aldea Xujuyup, Nahualá, Sololá	452
21. Relato de la visita	453
22. Informe: Visita 3, a las comunidades que cuentan con atención de la Cruz Roja Guatemalteca en Quiché	456
23. Relato de la visita	457

ÍNDICE DE CUADROS

1 Recursos financieros	19
2 Variables para el análisis de conocimientos, actitudes y prácticas de naturaleza cuantitativa, con un indicador y la edad en años y una relación independiente representando un porcentaje	21
3 Puntos de riesgo originados por malas prácticas	68
4 Indicadores aplicables, con un tipo de indicador de presión	76
5 Cantidades de uso de agua en comunidades según PNUD	82
6 Muestra de agua entubada, prueba microbiológica	83
7 Muestra de agua entubada, prueba fisicoquímica, *(mg/L)	84
8 Muestra de agua de río, prueba microbiológica	85
9 Muestra de agua de río, prueba fisicoquímica, *mg/L	85
10 Pasos para limpieza de agua, capacitación método: filtrado	86
11 Consumo de alimentos por adulto equivalente+ y por día, en familias urbanas y rurales de Guatemala	97
12 Aporte de energía y proteínas por grupos de alimentos en el área urbana y rural de Guatemala	98
13 Promedio y variabilidad en el contenido de fibra dietética total, insoluble y soluble en frijoles negros crudos y sometidos a tratamiento térmico	100
14 Comparación de valores nutricionales de las especies vegetales estudiadas (100 gr. De materia fresca) y requerimientos diarios en el ser humano	102
15 Composición nutricional del frijol negro crudo. Aporte de la ración diaria (70.5g) a las cantidades diarias recomendadas (CRD) de nutrientes para Guatemala.	107
16 Formulaciones de arroz y frijol con chipilín.	117
17 Tiempo de cocción del frijol	117
18 Tiempo de cocción del arroz con chipilín	118
19 Resultados del análisis sensorial por ordenamiento	118
20 Comentarios de los panelistas en el análisis sensorial	118
21 Porcentaje de proteína en cada formulación y mezcla base	119
22 Porcentaje de grasa en cada formulación y mezcla base.	119
23 Porcentaje de ceniza en cada formulación y mezcla base.	120
24 Porcentaje de fibra en cada formulación y mezcla base.	121
25 Calorías obtenidas para cada una de las formulaciones.	121
26 Prueba de sellado del empaque a distintos tiempos de contacto	123
27 Comportamiento del pH de la formulación No. 2 a distintas temperaturas	123

28	Comportamiento de la humedad de la formulación No. 2 a distintas temperaturas	124
29	Comparación del pH entre la formulación final y una muestra de venta en el mercado a 40C por 12 días	124
30	Comparación de la humedad entre la formulación final y una muestra en el mercado a 40C por 12 días	125
31	Análisis organoléptico de la formulación final a 40C por 12 días.	126
32	Valores de NPR en cada dieta de los ratones por tres semanas.	127
33	Comparación de los valores de NPR en cada dieta de los ratones, según el sexo por tres semanas	127
34	Recuento de bacterias anaeróbicas cada 7 días por 2 semanas.	128
35	Contenido de almidón en el maíz y productos de nixtamalización	144
36	Principales formas de pérdida de calidad en alimentos	145
37	Límites de actividad de agua para crecimiento microbiano	146
38	Límites de pH para el crecimiento microbiano	147
39	Ingredientes, barrera de pH. pH y evaluación sensorial	174
40	Ingredientes, barrera de supresores de Aw. (Cloruro de sodio)	174
41	Evaluación Sensorial, Supresores de Aw. (Cloruro de sodio)	175
42	Ingredientes, Supresores de Aw. (Tripolifosfato de sodio)	176
43	Evaluación sensorial, Supresores de actividad de agua. TPFS	177
44	Componentes, Supresores de actividad de agua	178
45	Análisis sensorial, barrera supresores Aw	179
46	Componentes, Mejoradores de textura	179
47	Evaluación sensorial, Mejoradores de textura	180
48	Ingredientes antimicrobianos. Evaluación sensorial	180
49	Determinaciones varias, grupo control, masa y tortilla	181
50	Evaluación Sensorial de grupo control, tortilla	181
51	Análisis proximal, harina, grupo control y formulación final	182
52	Diferencias significativas en análisis proximal de tortilla	182
53	Vida de anaquel. Vida útil acelerada y almacenamiento regular	183
54	Evaluación sensorial, tortilla formulación final. Grupo Focal	185
55	Tecnología de Barreras en tortilla de maíz	186
56	Importación y exportación de trigo en Guatemala, 2001-2009.	205
57	Volumen y valor de importaciones de harina de trigo 2001-2008	206
58	Rango reportado de componentes de lecitina de soya.	217
59	Algunos componentes menores de la lecitina de soya.	217
60	Formulaciones para evaluar retención de agua, base harina.	232
61	Masa de esponja para todas las formulaciones, fases 1 y 2	232
62	Formulaciones con preservante, base harina	232
63	Métodos utilizados para el análisis proximal	236
64	Metodología de análisis microbiológico	240
65	Percepción inicial del pan dulce	241
66	Pérdida de agua en dos distintas formulaciones y el control	243

67	Penetración en muestras de pan, luego de 15 días	245
68	Evaluación sensorial de formulación, control, gomas y lecitina de soya	245
69	Medición de mohos y levaduras de formulaciones con preservante	247
70	Análisis proximal de formulaciones con preservante	247
71	Calorías en formulaciones con preservante	249
72	Atributos sensoriales esperados en pan dulce	249
73	Prueba de aceptabilidad entre los dos tipos de pan con preservantes y el control	250
74	Prueba de preferencia del pan dulce con preservantes	250
75	Vida útil del pan dulce	252
76	Medición de mohos y levaduras en vida de anaquel acelerada	253
77	Costo total unitario del pan dulce con vida útil prolongada	254
78	Características del pan dulce con vida útil prolongada	255
79	Niños y niñas bajo atención	339
80	Tabla de Kramer de categorías totales necesarias para una significación del 5% (p 0.05)	364
81	Datos para la determinación del nivel energético	369
82	Datos para la determinación de proteína	369
83	Datos para la determinación de grasa.	369
84	Datos para la determinación de cenizas.	370
85	Datos para la determinación de fibra	370
86	Dietas elaboradas para los ratones para obtener un porcentaje de proteína del 10% o menos	370
87	Porcentaje de proteína en cada una de las dietas de los ratones.	370
88	Registro de crecimiento de ratas de la dieta No. 1	371
89	Registro de crecimiento de ratas de la dieta No. 2	372
90	Registro de crecimiento de ratas de la dieta No. 3, formulación 70:30.	372
91	Registro de crecimiento de ratas de la dieta control, ratas machos.	373
92	Registro de crecimiento de ratas de la dieta control, ratas hembras.	373
93	Determinación de espesor de empaque	377
94	Materiales para la elaboración de la tortilla (fórmula original)	379
95	Materiales para la elaboración de la tortilla con vida útil prolongada	379
96	Equipo necesario para hacer el análisis sensorial	379
97	Orden de presentación de las muestras	381
98	Tabulación de puntos de vista de panelistas	386
99	Etapa formulación, barrera pH	387
100	Etapa formulación, barrera pH. Evaluación sensorial	388
101	Barrera Aw. Ensayos preliminares Aw. Cloruro de sodio	389
102	Barrera Aw. Ensayos preliminares Aw. Cloruro de sodio	389
103	Barrera Aw. Ensayos preliminares Aw. Tripolifosfato de sodio	390
104	Barrera Aw. Ensayos Humedad. Tripolifosfato de sodio	390
105	Barrera Aw. Actividad de agua y humedad en masa	391

106	Barrera Aw. Actividad de agua y Humedad en tortilla	392
107	Elección de mejoradores de textura. Aw	393
108	Elección de mejoradores de textura. Penetración	394
109	Mejoradores de textura. Evaluación de olor y apariencia	395
110	Mejoradores de textura. Evaluación de textura y sabor	396
111	Tortilla control, formulación, tiempo de cocción y ev. sensorial	396
112	Tortilla control, contenido de humedad	397
113	Tortilla control, Actividad de agua	397
114	Tortilla control, medición de Ph	397
115	Análisis proximal, contenido de humedad	398
116	Análisis proximal, contenido de cenizas	398
117	Análisis proximal, contenido de proteína	398
118	Análisis proximal, contenido de grasa	399
119	Análisis proximal, contenido de fibra cruda	399
120	Análisis de varianza de un factor, análisis proximal	399
121	Análisis de varianza de un factor, análisis proximal	400
122	Mediciones de vida útil acelerada, día 0	401
123	Mediciones de vida útil acelerada, día 1 @ 37°C	401
124	Mediciones de vida útil acelerada, día 1 @ 30°C	402
125	Mediciones de vida útil acelerada, día 1 @ 25°C	403
126	Mediciones de vida útil acelerada, día 2 @ 37°C	404
127	Mediciones de vida útil acelerada, día 2 @ 30°C	405
128	Mediciones de vida útil acelerada, día 2 @ 25°C	406
129	Mediciones de vida útil acelerada, día 3 @ 37°C	407
130	Mediciones de vida útil acelerada, día 3 @ 30°C	408
131	Mediciones de vida útil acelerada, día 3 @ 25°C	409
132	Mediciones de vida útil acelerada, día 4 @ 37°C	410
133	Mediciones de vida útil acelerada, día 4 @ 30°C	411
134	Mediciones de vida útil acelerada, día 4 @ 25°C	412
135	Mediciones de vida útil acelerada, Parámetro límite	413
136	Mediciones de vida útil acelerada, Penetración	414
137	Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEa Control	414
138	Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEb Control	416
139	Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEa Final	418
140	Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEb Final	419
141	Mediciones de vida útil acelerada, Actividad de agua	422
142	Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEa Control	422
143	Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEb Control	425
144	Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEa FFinal	427
145	Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEb FFinal	430

146	Resultados, panel sensorial, tortilla desarrollada	431
147	Resultados, panel sensorial, tortilla control	432
148	Grupo focal. Apariencia y Textura. Tortilla desarrollada	433
149	Grupo focal. Sabor y olor. Tortilla desarrollada	434
150	Grupo focal. Sabor y olor. Tortilla desarrollada.	435
151	Pérdida de agua empaque al vacío luego de 15 días.	436
152	Pérdida de agua empaque con barrera de oxígeno luego de 15 días.	436
153	Pérdida de agua empaque bolsa ziploc luego de 15 días.	437
154	Análisis proximal, fibra	437
155	Análisis proximal, humedad	437
156	Análisis proximal, cenizas	438
157	Análisis proximal, proteína.	438
158	Análisis proximal, grasa.	438
159	Prueba de aceptabilidad, apariencia	439
160	Puntajes de prueba de aceptabilidad, apariencia	439
161	Prueba de aceptabilidad, sabor	439
162	Puntajes pruebas de aceptabilidad, sabor	439
163	Prueba de aceptabilidad, textura	439
164	Puntajes prueba de aceptabilidad, textura	440
165	Cálculo del costo de materias primas para elaboración del pan dulce con vida útil prolongada	440
166	Vida de anaquel acelerada, humedad	441
167	Vida de anaquel acelerada, textura	442
168	Escala hedónica	448
169	Evaluación	448
170	Actitudes e inquietudes expresadas por la comunidad durante actividad en Camotán, Chiquimula	449
171	Cronograma de actividades en Nahualá, Sololá	452
172	Cronograma de actividades en visita a Quiché	456
173	Norma Coguanor NGO 29001, Sust. No deseadas	459
174	Norma Coguanor NGO 29001, características generales	459

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

1	Cronograma del megaproyecto	71
2	Estructura de niveles en toma de decisión en caso de desastres naturales	91
3	Proceso de producción de la mezcla de arroz con frijol y chipilín	114
4	Proceso para la preparación de las muestras para análisis de calorías y proximal.	115
5	Proceso de elaboración de tortillas a partir de harina en polvo	143
6	Fases de desarrollo del producto	167
7	Diseño del experimento	169

8	Proceso para elaborar pan dulce con vida útil prolongada	218
9	Elaboración de pan dulce	219
10	Diseño instruccional	275
11	Evaluación de necesidades, Randall AStramovich	285
12	Organigrama estructural de Sacapulas	335

ÍNDICE DE GRÁFICAS

1	Incidencia vrs., importancia de malas prácticas identificadas	70
2	Evaluación de programas de educación alimentaria nutricional	69
3	Plática y capacitación por Cruz Roja Quiché antes de visita a comunidad	70
4	Abordaje: Visita Sacapulas, Quiché	71
5	Abordaje: Visita Camotán, Chiquimula	73
6	Abordaje: Visita Nahualá, Sololá	78
7	Planificación: Cruz Roja, Quiché	79
8	Ejecución: toma de muestras en Sacapulas, Quiché	80
9	Pasos para desinfección de agua, método SODIS	81
10	Pasos para desinfección de agua, método de cloración	85
11	Pasos para desinfección de agua, método: hervido	86
12	Estructura de niveles en toma de decisión en caso de desastres naturales	88
13	Afiche "Aprende a identificar las señales de alerta-CONRED"	90
14	Variación de la cantidad de proteína en las formulaciones	119
15	Variación de la cantidad de grasa en las formulaciones	120
16	Variación de la cantidad de ceniza en las formulaciones	120
17	Variación de la cantidad de fibra en las formulaciones	121
18	Valor energético de cada una de las formulaciones	122
19	Comportamiento del pH de la formulación No. 2 a distintas temperaturas por dos semanas	123
20	Comportamiento de la humedad de la formulación No. 2 a distintas temperaturas por dos semanas	124
21	Comparación del pH de la formulación final y una muestra en el mercado a 40C por 12 días.	125
22	Comparación de la humedad de la formulación final y una muestra en el mercado a 40C por 12 días	126
23	Valores de NPR en cada dieta de los ratones por tres semanas	127
24	Disminución de actividad de agua por presencia de sales	177
25	Disminución de actividad de agua por presencia de sales	178
26	Perfil Sensorial de grupo control y formulación final	183
27	Perfil Sensorial de grupo control y formulación final	184
28	Perfil Sensorial de grupo control y formulación final	184
29	Selección de empaque y formulación para retención de agua luego de 15 días	243
30	Variación de humedad en vida de anaquel acelerada	252

31	Variación de textura en vida de anaquel acelerada	251
32	Mediciones de vida útil	415
33	Mediciones de penetración	415
34	Medición de PEa	415
35	Medición de control	416
36	Mediciones de vida útil	416
37	Mediciones de PEb	417
38	Mediciones de control	417
39	Mediciones de vida útil	418
40	Mediciones de Ffinal	418
41	Mediciones de control	419
42	Medición final	420
43	Mediciones de vida útil	420
44	Mediciones de penetración	420
45	Mediciones de control	421
46	Mediciones de vida útil	421
47	Mediciones de Aw	423
48	Mediciones de Pea	424
49	Mediciones de control	424
50	Mediciones de vida útil, control	425
51	Mediciones de Aw	426
52	Mediciones de Peb	426
53	Mediciones de control	427
54	Mediciones de vida útil	428
55	Mediciones de Aw	428
56	Mediciones de PEa	429
57	Mediciones de FFinal	429
58	Mediciones de vida útil	430
59	Mediciones de Aw	431
60	Mediciones de PEb	431
61	Vida de anaquel acelerada, humedad	441
62	Gráfica de Arrhenius humedad	442
63	Vida de anaquel acelerada, textura	443
64	Gráfica de Arrhenius textura	443

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Evaluación de programas de educación alimentaria nutricional	10
2	Corredor seco de Guatemala	59
3	Nahualá, Sololá	60
4	Camotán, Chiquimula	60
5	Sacapulas, Quiché	61
6	Riachuelo en época de lluvia, Camotán, Chiquimula	62
7	Quebrada en Nahualá, Sololá	62
8	Río Piedras Negras, Sacapulas, Quiché	63
9	Pila en Centro Cruz Roja, Santa Cruz del Quiché	63
10	Río Piedras Negras a orillas de Sacapulas, Quiché	66
11	Nacimiento ubicado en Xesic. Quiché	66
12	Recolección de agua por medio de tubería de Bambú, en Camotán, Quiché	67
13	Recipientes comunes de recolección	69
14	Plática y capacitación por Cruz Roja Quiché, antes de la visita a la comunidad	72
15	Abordaje: Visita a Sacapulas, Quiché	73
16	Abordaje: Visita a Camotán, Chiquimula	74
17	Abordaje: Visita a Nahualá, Sololá	74
18	Planificación: Cruz Roja, Quiché	74
19	Ejecución: Toma de muestras, Sacapulas, Quiché	75
20	Pasos para desinfección del agua. Método SODIS	88
21	Pasos para la desinfección del agua. Método de cloración	89
22	Pasos para la desinfección del agua. Método hervido	89
23	Pasos para la limpieza del agua, capacitación, Método filtrado	90
24	Estructura de niveles en toma de decisión en caso de desastres naturales	91
25	Afiche "Aprende a identificar las señales de alerta CONRED	92
26	Ficha técnica del pouch de aluminio	122
27	Etiquetado del producto final	129
28	Tecnología de barreras, diferentes escenarios	148
29	Estructura del cloruro de sodio	151
30	Estructura del sorbitol	152
31	Estructura del glicerol	153
32	Estructura del sorbato de potasio	153
33	Estructura del propionato de calcio	154
34	Estructura del ácido fumárico	156
35	Estructura del gluconodeltalactona	157
36	Estructura de la goma xántica	157
37	Estructura de la goma CMC	159
38	Estructura de la goma Guar	162
39	Barreras en tortilla para prolongar su vida útil	187

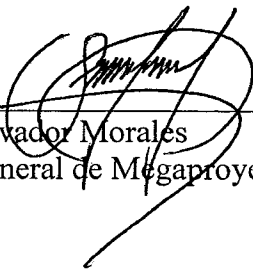
40	Penetrómetro	259
41	Etiqueta de pan dulce con vida útil prolongada	255
42	Análisis sensorial de preferencia por ordenamiento	363
43	Preparación de la muestra para el análisis en bomba calorimétrica proximal	361
44	Análisis proximal de las muestras	363
45	Prueba de sellado	363
46	Análisis NPR	366
47	Evaluación sensorial de tortilla de maíz	367
48	Tortilla por tripolifosfato de sodio	369
49	Medición de Actividad de agua y penetración	374
50	Análisis proximal de tortilla	375
51	Determinación de vida útil	375
52	Medición de calibre, empaques	376
53	Retención de agua por pérdida de peso	376
54	Medición de mohos y levaduras de las formulaciones con preservante	377
55	Análisis proximal	444
56	Análisis sensorial, prueba de aceptabilidad, preferencia y grupo focal	445
57	Vida de anaquel acelerada	445
58	Textura en vida de anaquel acelerada	446
59	Consolidado de fotografías, Visita a Camotán, Chiquimula	446
60	Consolidado de fotografías, Visita a Nahualá, Sololá	446
61	Consolidado de fotografías, varias comunidades en Quiché	450

RESUMEN

El megaproyecto "Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción de riesgo ante desastres ocasionados por el cambio climático" se compone de cinco grandes proyectos: Diagnóstico alimentario-nutricional del centro de recuperación nutricional ubicado en Sacapulas-Quiché, Proyecto de reforestación con fines energéticos para la reducción a la vulnerabilidad por el cambio climático, Gestión del agua como fundamento de la seguridad alimentaria, Formulación y desarrollo de productos alimenticios de preparación mínima y vida útil prolongada a incorporarse en kit de emergencias en caso de desastres, y Material educativo y de consulta para propiciar el conocimiento de los productos nutricionales y de la práctica de conductas de desarrollo sostenible que contribuyan a la disminución de riesgos y potenciales desastres.


Para llevar a cabo los diferentes subproyectos el megaproyecto fue formado por un equipo interdisciplinario, de las carreras Nutrición, Ingeniería Agroforestal, Ingeniería en Ciencias de Alimentos y Licenciatura en Psicopedagogía. El megaproyecto fue realizado con el apoyo de Partners for Resilience PfR (Socios/Amigos por la Resiliencia). Ésta es una alianza de cinco organizaciones no gubernamentales (ONG) holandesas que cooperan con el objetivo de fortalecer la resiliencia de comunidades guatemaltecas para manejar los riesgos ante desastres, los efectos de cambio climático y la degradación del medio ambiente. Dicha alianza se encuentra conformada por la Cruz Roja Holandesa, CARE Nederland, Cordaid (Cáritas), Red Cross/Red Crescent Climate Centre, y Wetlands International. El proyecto completo se llevará a cabo en un periodo de tres años; el presente estudio comprendió 1.5 años y será una guía para su segunda fase 2012-2013.

Vo. Bo.

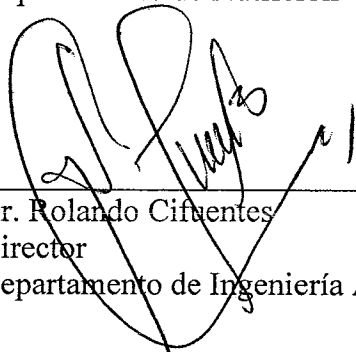


M.Sc. Salvador Morales
Asesor general de Megaproyecto


Tribunal examinador:



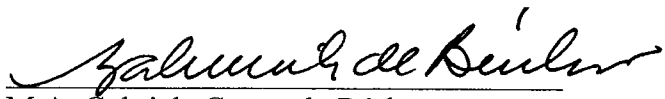
Licda. Lueia Castellanos
Directora
Departamento de Nutrición



Dr. Rolando Cifuentes
Director
Departamento de Ingeniería Agroforestal



M.Sc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Directora
Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos



M.A. Gabriela Castro de Burbano
Directora
Departamento de Psicopedagogía

Fecha de aprobación: Guatemala, 22 de noviembre de 2012.

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que se encuentra afectado por los cambios climáticos que están ocurriendo actualmente, lamentablemente tiene población vulnerable que enfrenta con mayor magnitud estos cambios. De forma general esto afecta la seguridad alimentaria y nutricional de las familias guatemaltecas. Como parte del Megaproyecto que lleva el título de “Seguridad Alimentaria y Nutricional en la reducción de riesgo ante desastres ocasionados por el cambio climático”, se trabajó en el área específica de nutrición el tema de desarrollo de un programa de educación alimentaria nutricional para implementar en el centro de recuperación nutricional que funciona en el municipio de Sacapulas en el departamento de Quiché. Se pretende contribuir en esta área debido a que la educación alimentaria y nutricional es un componente de importancia en el desarrollo de proyectos a nivel comunitario. Es necesario capacitar al personal de salud en temas de nutrición que les ayudaran a optimizar los recursos y materiales disponibles a su alcance. Así mismo la educación alimentaria y nutricional permite mejorar las prácticas y los conocimientos que la población tiene.

Existen elementos esenciales a tener en cuenta cuando se planifican intervenciones en educación alimentaria y nutricional, entre estos se encuentra que se pueda solucionar un problema de la población y traducirse en un comportamiento específico. Además es necesario que los esfuerzos sean sostenidos, repitiendo los mensajes durante periodos prolongados de tiempo. Lo que implica que no existe un momento más importante que otro para desarrollar un programa de educación alimentaria nutricional, ya que estos debieran estar en constante aplicación. Es importante mencionar que para asegurar el éxito se deben utilizar metodologías contextualizada a la población a la cual se dirige el programa.

Durante la fase de elaboración de este trabajo se realizó una caracterización del centro de recuperación nutricional, lo que permitió obtener toda la información importante para establecer los principales problemas por los que atraviesa actualmente. Posteriormente se desarrolló el instrumento de análisis de conocimientos, actitudes y prácticas, el cual se propone aplicar con el personal del centro de recuperación nutricional. Por último se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de información y los materiales adecuados para desarrollar el programa de educación alimentaria nutricional que abarca diferentes temas de importancia para el personal que labora en el centro de recuperación nutricional.

II. OBJETIVO GENERAL DEL MEGAPROYECTO

Contribuir en el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria de poblaciones vulnerables de Guatemala a causa del cambio climático, a través de la gestión mejorada de los recursos, alimentos y procesos. Por medio de prevención y creación de estrategias que refuercen la seguridad alimentaria y nutricional, así como el desarrollo sostenible.

III. Módulo Nutrición
Diagnóstico alimentario-nutricional
del centro de recuperación nutricional ubicado en
Sacapulas, Quiché

A. PREFACIO

Existe una alianza de cinco organizaciones no gubernamentales holandesas, Socios para la Resiliencia (PfR, por sus iniciales en inglés), que trabajan con el objetivo de fortalecer la resiliencia de comunidades vulnerables para manejar riesgos ante desastres aumentados por los efectos del cambio climático y la degradación del medio ambiente. A este grupo de Socios para la Resiliencia se ha incorporado la Universidad del Valle de Guatemala con el megaproyecto “Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción de riesgo ante desastres ocasionados por el cambio climático”. Realizando un trabajo en conjunto en el departamento de Quiché, en la comunidad de Sacapulas, especialmente con el personal de la Cruz Roja guatemalteca. El siguiente trabajo se presenta como parte del megaproyecto planteado, correspondiente al área específica de trabajo de nutrición. Se realizó una revisión de contenidos a tratar con el personal de salud que labora en el centro de recuperación nutricional para poder llevar a cabo la elaboración del programa de educación alimentaria nutricional. Para hacer esto se tomó en cuenta los temas más importantes que debían ser abordados en el centro de recuperación nutricional y el cual permitiría elaborar diferente material educativo. El programa de educación alimentaria nutricional se basa en los resultados obtenidos de la caracterización realizada en el centro de recuperación nutricional.

B. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que se encuentra afectado por los cambios climáticos que están ocurriendo actualmente, lamentablemente tiene población vulnerable que enfrenta con mayor magnitud estos cambios. De forma general esto afecta la seguridad alimentaria y nutricional de las familias guatemaltecas. Como parte del Megaproyecto que lleva el título de “Seguridad Alimentaria y Nutricional en la reducción de riesgo ante

desastres ocasionados por el cambio climático”, se trabajó en el área específica de nutrición el tema de desarrollo de un programa de educación alimentaria nutricional para implementar en el centro de recuperación nutricional que funciona en el municipio de Sacapulas en el departamento de Quiché. Se pretende contribuir en esta área debido a que la educación alimentaria y nutricional es un componente de importancia en el desarrollo de proyectos a nivel comunitario. Es necesario capacitar al personal de salud en temas de nutrición que les ayudaran a optimizar los recursos y materiales disponibles a su alcance. Así mismo la educación alimentaria y nutricional permite mejorar las prácticas y los conocimientos que la población tiene.

Existen elementos esenciales a tener en cuenta cuando se planifican intervenciones en educación alimentaria y nutricional, entre estos se encuentra que se pueda solucionar un problema de la población y traducirse en un comportamiento específico. Además es necesario que los esfuerzos sean sostenidos, repitiendo los mensajes durante periodos prolongados de tiempo. Lo que implica que no existe un momento más importante que otro para desarrollar un programa de educación alimentaria nutricional, ya que estos debieran estar en constante aplicación. Es importante mencionar que para asegurar el éxito se deben utilizar metodologías contextualizada a la población a la cual se dirige el programa.

Durante la fase de elaboración de este trabajo se realizó una caracterización del centro de recuperación nutricional, lo que permitió obtener toda la información importante para establecer los principales problemas por los que atraviesa actualmente. Posteriormente se desarrolló el instrumento de análisis de conocimientos, actitudes y prácticas, el cual se propone aplicar con el personal del centro de recuperación nutricional. Por último se realizó una búsqueda exhaustiva de información y los materiales adecuados para desarrollar el programa de educación alimentaria nutricional que abarca diferentes temas de importancia para el personal que labora en el centro de recuperación nutricional.

C. ANTECEDENTES

1. Centro de Recuperación Nutricional (CRN)

a. Definición. Es un lugar en el cual se brinda atención y oportunidad a la niñez de escasos recurso por medio de alimentación y educación. Surgen en respuesta a la crisis alimentaria que afecta el país.

2. Educación Alimentaria Nutricional (EAN)

a. Definición. Es el conjunto de diferentes actividades de educación que tienen como finalidad mejorar las prácticas alimentarias deseables, por medio de un cambio voluntario de las conductas relacionadas con la alimentación, con el objetivo del mejoramiento del estado nutricional de la población. La EAN tiene el papel de promover una alimentación saludable dentro de los individuos e incita a participar e integrarse a toda la población, con el propósito de promover una buena salud y nutrición (Serra, 2006).

El concepto que da la Escuela de Nutrición de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Córdoba citado por Barrial (2011), sugiere que «La Educación Alimentaria y Nutricional se definirá como un Proceso Educativo de Enseñanza-Aprendizaje permanente, dinámico, participativo, integral, bidireccional que tiene por finalidad promover acciones educativas tendientes a mejorar la Disponibilidad, Consumo y Utilización de los alimentos, con un perfil epidemiológico de potenciar y/o reafirmar los Hábitos Alimentarios Saludables y neutralizar o reducir los erróneos, respetando las tradiciones, costumbres e idiosincrasia de las comunidades, contribuyendo al mejoramiento del Estado Nutricional y por ende a la Calidad de Vida de una región o país » (Barrial, 2011).

Es importante que en la planificación y diseño de un programa de educación alimentaria nutrición se tome en cuenta los resultados obtenidos en estudios epidemiológicos anteriores, así como identificar las necesidades y problemas de la población, establecer los objetivos que se quieren lograr, las actividades a desarrollar y los recursos necesarios para hacerlo. Seguido de la intervención es recomendable hacer una evaluación de los resultados para conocer si el proyecto ha sido eficaz al lograr los objetivos propuestos y poder corregir las posibles deficiencias detectadas para futuras aplicaciones (Gil, 2010).

La educación alimentaria nutricional como parte una estrategia de intervención nutricional, debe aumentar los conocimientos y modificar las actitudes de la población en aquellos aspectos que relacionan la alimentación con la salud (Serra, 1994).

Las prácticas alimentarias se ven influenciadas por factores individuales entre las que se pueden incluir motivaciones, gustos, creencias, conocimientos, experiencia; y por factores sociales incluyendo la familia, los amigos, las normas sociales, políticas locales, estatales. A esto se une la disponibilidad de los alimentos y la posibilidad económica que posee el individuo, la familia, la comunidad o el país para adquirir o producir los alimentos necesarios (Barrial, 2011).

La EAN ha sido reconocida como la mejor estrategia para el control y prevención de problemas relacionados con la alimentación, sin embargo no ha sido implementada sistemáticamente (Del Campo, 2008). Los principales propósitos de la EAN se enfocan en la promoción de la seguridad alimentaria la vigilancia y el estado nutricional adecuado. Para lograr esto se busca que la población este en capacidad de:

- Identificar los problemas que los afectan
- Buscar los recursos que tienen a su alcance para solucionar los problemas existentes
- Mejorar sus prácticas alimentarias para tener una familia más sana.

«Los lineamientos para EAN son decisiones y acuerdos sobre la mejor forma de llevar a cabo el proceso educativo, los cuales se establecen en reuniones de los responsables de las actividades educativas de las distintas instituciones y representantes de la comunidad» (INCAP, 1997)

Los componentes para el desarrollo de un programa de Educación Alimentaria Nutricional son:

- Educación alimentaria y nutricional: se forman y capacitan en talleres a los individuos actores del programa con herramientas que les permitan mejorar la alimentación y nutrición a nivel individual, familiar y comunitario.
- Formación de la participación: se busca desarrollar las capacidades de la comunidad para que asuman un papel de permanencia en el proyecto. Se pretende que la comunidad aprenda a su realidad vinculada a la salud y alimentación.
- Capacitación en oficios vinculados a la alimentación Seguimiento y evaluación: en esta etapa se analiza el desarrollo del programa y se verifica la calidad de la información que se está transmitiendo (INCAP, 1997).

b. EAN a nivel comunitario. El principal objetivo de la EAN en las comunidades es contribuir a la seguridad alimentaria familiar, desarrollando la capacidad de la población para seleccionar y utilizar de mejor manera los alimentos disponibles para satisfacer las necesidades. Las estrategias de educación que se utilizan más comúnmente han sido las de educación formal, propias del nivel educación en todos sus niveles, la educación interpersonal o no formal que comúnmente se utiliza en el sector salud y en menor grado la educación a través de los medios de comunicación.

Actualmente se hace más importante la necesidad de desarrollar estrategias de comunicación en nutrición, como una forma de obtener mayor impacto a nivel de comunidades vulnerables. Debido a la falta de recurso humano calificado en educación nutricional, en algunos países se está comenzando a prestar atención a la necesidad de contar con material didáctico autosuficiente, el cual se pueda manejar con un mínimo de entrenamiento previo, de forma que esto facilite la labor educativa a distintos niveles.

c. Planificación de intervenciones de EAN. Cuando se planifica un programa de educación alimentaria nutricional se debe tener en consideración diversos factores que pueden afectar los resultados, entre estos factores se puede encontrar.

1) Apoyo del nivel de decisión. Este hace referencia al apoyo de la autoridad de gobierno local, ya que este facilita la coordinación multisectorial, la asignación de

recursos materiales y humanos, el efecto multiplicador y la continuidad de la acción educativa, esto hace sentido al usarse en educación comunitaria. Cuando se planifica un programa nacional o regional, que involucra diferentes sectores, es necesario un respaldo de más alto nivel de decisión. Cuando existe un manejo de alto nivel, todas estas acciones pueden hacerse en forma coordinada, con mensajes concordantes y una óptima utilización de los recursos.

2) Institucionalidad de base. La existencia de instituciones de salud, educación, agricultura o de organizaciones no gubernamentales con un grado de nivel técnico y políticas estatales respaldando la educación en nutrición, facilitará la implementación de programas y proyectos de mayor cobertura.

3) Recursos financieros. Los principales costos de las intervenciones de EAN son de tipo personal, material educativo y otros insumos para el desarrollo de las actividades.

4) Recursos humanos multidisciplinarios. Las posibles intervenciones en EAN deben analizarse desde una perspectiva intersectorial, planteando la necesidad de contar con recursos humanos multidisciplinarios, calificados en nutrición y educación.

5) Información nutricional y educativa. Se debe hacer un adecuado estudio de la situación local, lo que permitirá definir las posibilidades y limitaciones de las distintas estrategias en el logro de los objetivos realistas y evaluar posteriormente el impacto de dicha intervención. Es importante contar con información sobre los conocimientos, creencias, actitudes y prácticas de la población con la que se quiere hacer la intervención educativa, ya que esto orientará el programa educativo y permitirá su futura evaluación.

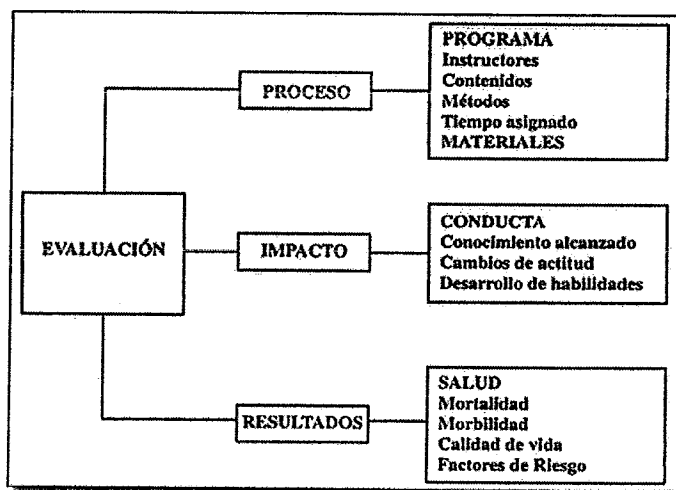
6) Investigación educacional. Los aspectos básicos para mejorar la efectividad de la educación son: la búsqueda de las técnicas educativas más eficaces, los métodos de evaluación más apropiados y el diseño y validación de materiales educativos. Es muy difícil utilizar estrategias metodológicas y materiales educativos o

sistemas de evaluación creados en otros países, debido a las características propias de la población, lo cual hace necesario el proceso de adaptación y validación. Es importante que los mensajes sean concordantes y no creen desconcierto en la población.

d. Técnicas de evaluación de programas en EAN. Todo programa de educación nutricional debe ser evaluado, ya que esto permitirá conocer la efectividad del trabajo realizado y en qué medidas se han satisfecho los objetivos que se plantearon inicialmente. Este procedimiento tiene el objetivo de recoger información que permita introducir cambios necesarios en los recursos utilizados, adaptar la estrategia, mejorar las actividades, continuar con su implementación y juzgar los resultados obtenidos (Aranceta, 2002).

Figura 1

Evaluación de programas de educación alimentaria nutricional



(Aranceta, 2002)

Existen dos tipos de evaluación. La evaluación cuantitativa que busca utilizar diferentes métodos objetivos para medir los nuevos conocimientos y desarrollo de habilidades adquiridas; se pueden utilizar técnicas de observación, grupos de discusión y cuestionarios categorizados. La evaluación cualitativa busca describir el cómo y por qué de los cambios observados y ofrece una buena correlación entre la necesidad y la

utilidad sentida en relación a la educación nutricional. Esta metodología se basa en la filosofía naturalista. Los aspectos cualitativos son de gran interés en distintas fases de la evaluación, tanto en la observación del proceso como en el análisis de modificación de actitudes y del entorno social. Estos son útiles principalmente con población de bajo nivel cultural (Aranceta, 2002).

El contenido educativo de un programa de EAN se basa en las necesidades específicas de la población. Para esto, se debe tomar en cuenta las características específicas de la población, valorando su estatus socioeconómico, edad, sexo y preferencias alimentarias. El contenido de un programa de EAN se caracteriza por ser sencillo y claro. Para que las personas sean capaces de conocer y aplicar los contenidos se deben hacer diferentes experiencias de aprendizaje: esto ayudará a interiorizar y poner en práctica lo aprendido (INCAP, 1997).

Para lograr que el programa de EAN sea exitoso debe existir un cambio de conducta en las personas que los lleve a abandonar las conductas antiguas y a adaptarse a conductas nuevas. La modificación de una conducta de salud se inicia con la motivación de los individuos para el cambio de comportamiento.

El modelo más aceptado sobre cambio conductual es el de Prochaska elaborado en 1992 y aún vigente. Según este modelo un cambio de conducta cuenta con las siguientes etapas: Precontemplación que consiste en informar y adecuar la información acerca del problema conductual, incrementar la atención a los aspectos negativos del mismo o evaluar la capacidad de autorregulación del individuo. En esta etapa el profesional procura concientizar acerca de los mecanismos que el individuo utiliza y mantener una relación de ayuda y de apoyo con el individuo. La contemplación que consiste en motivar a hacer el cambio. Durante esta etapa se ayuda al individuo a examinar los beneficios y barreras para cambiar y se explora como eliminar dichas barreras. Se requiere que el individuo tome una decisión firme de actuar. Preparación en donde se motiva al individuo a continuar en la misma línea de acción que ha escogido. Se debe recurrir al compromiso y hacer del cambio una prioridad.

Acción: El individuo aprende a valorar su salud, viendo el cambio como una herramienta para alcanzar recompensas y el beneficio personal, eventualmente en esta etapa inicia el cambio de conducta. Por último el mantenimiento: en esta etapa se utilizan los mismos procesos de cambio que en etapas anteriores, pero, haciéndole saber al individuo que existen factores de riesgo y que lo pueden llevar a una recaída. Se le enseña a la persona técnicas de automanejo y se promueve a mantener el estilo de vida saludable (Blanco, 2010)

e. Validación de EAN. El propósito de la validación es probar el material antes de implementarlo para detectar errores en el contenido. Mediante la validación el autor debe procurar que el lector logre interpretar exactamente lo que se está tratando de enseñar. Este proceso permite introducir sugerencias y nuevos cambios. Mediante este paso se puede conseguir nuevas opiniones de personas expertas en el tema, tanto como de personas con las mismas características que los destinatarios. Este proceso facilita la recolección y la sistematización de la información para lograr obtener mejores resultados. Durante la validación se revisa: La estructura didáctica: pertinencia del tema en relación a las necesidades de los destinatarios. Contenidos: actualizados, legibles, comprensibles, presentables, aspectos estéticos. Funcionalidad del material (Ceballos, 2003).

3. Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas (CAP)

a. Definición. Es una herramienta de análisis de comportamientos, se utiliza en la fase de diagnóstico y planificación de un proyecto. El CAP es de utilidad debido a que si se quiere promover el desarrollo en las comunidades, el enfoque en comportamientos debe ser un eje que acompañe todo el proceso, tanto en el diagnóstico como en la planificación. El CAP permite analizar comportamientos que se “deberían” saber, actitudes que se “deberían” pensar y prácticas que se “deberían” hacer; permite entender porque la gente hace lo que hace, así como evaluar la factibilidad del cambio de un comportamiento y si el comportamiento deseado ya existe sirve para mejorar el impacto de las medidas del proyecto. El análisis CAP mide conocimientos, actitudes y prácticas de una población específica, sirve como un diagnóstico educacional de la

comunidad. Uno de los principales propósitos del CAP es estudiar los cambios en el conocimiento (Kaliyaperumal, 2004).

1) Actitud. Corresponde a un gesto exterior que manifiesta una preferencia y entrega hacia alguna actividad observable. Es una predisposición a actuar, es decir en sí no son respuestas sino estados de disposición a actuar. Por lo tanto predice comportamientos futuros, lo que indica que los esfuerzos deben estar destinados a modificar actitudes (Kaliyaperumal, 2004).

2) Comportamiento. Es una acción explícita y observable realizada por una persona en situaciones específicas. Se considera que un comportamiento es ideal cuando es necesario hacerlo para reducir o ayudar a resolver un problema específico. Existen diferentes factores que pueden facilitar o dificultar el desarrollo del comportamiento que se quiere modificar. Los factores externos se refiere al contexto que puede influir para que la gente adopte o no un comportamiento. Los factores internos incluyen conocimientos, creencias, habilidades, normas sociales y percepciones de los individuos (Kaliyaperumal, 2004).

3) Práctica. Este término conlleva una serie de comportamientos relacionados. Corresponde a la acción que se desarrolla con la aplicación de ciertos conocimientos (Kaliyaperumal, 2004).

b. Pasos para elaborar un CAP. Se debe iniciar con el reconocimiento del campo de estudio, identificando los temas que de los cuales se quiere obtener información; así como la identificación de los actores y sus problemas, cada grupo social se debe estudiar para especificar las características. Posteriormente se continúa con la preparación de las preguntas, estas deben estar organizadas y para hacerlas es necesario consultar con expertos o personas que tienen elevados conocimientos sobre el área en cuestión. Se debe hacer la validación de las preguntas y del cuestionario como tal. Esta validación se debe llevar a cabo como una pre-prueba con un grupo pequeño de población con características similares a la población estudiada (Kaliyaperumal, 2004).

4. Cambio climático y seguridad alimentaria nutricional.

El cambio climático afecta de forma directa la seguridad alimentaria, no permite que los esfuerzos actuales para promover la nutrición y reducir el hambre se lleven a cabo en su totalidad. Al mismo tiempo la desnutrición no permite que las poblaciones vulnerables puedan recuperarse y tener mecanismos para sobrellevar el impacto, lo que disminuye su capacidad de resistir y adaptarse a las consecuencias del cambio climático. Entre estas consecuencias se tiene el aumento del riesgo de hambre y desnutrición, lo que pone en duda el cumplimiento de los derechos humanos a la salud y alimentación. Impactará sobre la nutrición a causa de los distintos factores que afectan la seguridad alimentaria como las condiciones de salubridad, el agua y los alimentos, prácticas de salud materno infantil y factores socioeconómicos. Es importante que el proceso de adaptación y recuperación frente al clima, la adaptación a nivel nacional y los planes de reducción de riesgos de desastres en países en vías de desarrollo, se tome en cuenta la seguridad alimentaria y nutricional en la ampliación de medidas (SCN, 2010).

América Latina y el Caribe por sus características geográficas y topográficas son áreas vulnerables al cambio climático. En los últimos años el aumento de eventos meteorológicos extremos ha provocado inundaciones, sequías y deslizamientos, incrementados 2.4 veces comparado con el periodo de 1970-1999 y 2000-2005 (Samaniego, 2009). La inseguridad alimentaria y nutricional debe ser analizada al trabajar con una comunidad, se debe establecer quienes la sufren, cuántos son los que la sufren, dónde viven, por qué sufren de inseguridad alimentaria o por qué son vulnerables, cuáles riesgos los amenazan, qué debe hacerse para salvar o mejorar sus vidas. Esto permitirá establecer el tipo y magnitud de intervención a hacer, así como identificar la gente con mayor inseguridad para asegurar la intervención más específica (PMA, 2010).

El Programa Mundial de Alimentos (PMA) tiene varias herramientas de evaluación, integradas entre sí, que se pueden aplicar en puntos diferentes del tiempo para obtener información apropiada en el momento justo. Un análisis exhaustivo de Seguridad Alimentaria y Vulnerabilidad (CFSVA), permite un cuadro completo de la

situación de seguridad alimentaria en un año sin crisis. Contiene información sobre patrones de consumo de alimentos, educación, nutrición, mercados y medios de vida; en general, perfiles de seguridad alimentaria junto con un análisis de riesgos, vulnerabilidad y causas subyacentes. Una evaluación de Seguridad Alimentaria de Emergencia (EFSA) realizada después de un desastre o shock, toma en cuenta las áreas geográficas afectadas, para determinar impacto en los hogares y medios de vida, permite proveer recomendaciones relacionadas con la asistencia alimentaria, como no relacionadas. Las misiones de evaluación conjuntas (JAM) se realizan para comprender la situación, necesidades, riesgos, capacidades y vulnerabilidades de los refugiados o desplazados en relación con alimentos y necesidades nutricionales. El análisis de mercado se realiza para proveer información que refiere a disponibilidad de alimento y el funcionamiento de los mercados de los cuales la mayoría de hogares depende para adquirir alimentos. El PMA en conjunto con la FAO y otros siete asociados, están trabajando para desarrollar una Clasificación Integrada de Fases de Seguridad Alimentaria (IPC), que es una escala estandarizada que clasifica las situaciones de seguridad alimentaria por severidad en cinco fases: Fase 1 (Seguridad alimentaria, por lo general), Fase 2 (Seguridad alimentaria moderada/limítrofe), Fase 3 (Crisis severa de alimento y medios de vida), Fase 4 (Emergencia humanitaria) y Fase 5 (Catástrofe humanitaria /hambruna). Esta escala integra información y análisis de diversas fuentes para clasificar la seguridad alimentaria según las consecuencias derivadas de estándares internacionales (PMA, 2010).

Región del corredor seco. Durante el año 2009 en Guatemala ocurrieron diferentes eventos relacionados con el cambio climático que afectaron de forma grave la productividad y economía de las familias, principalmente de los departamentos de la denominada región del corredor seco: Santa Rosa, El progreso, Jalapa, Jutiapa, Zacapa, Chiquimula, Izabal y Baja Verapaz. Hubo falta de lluvia que dio inicio a una secuencia de sucesos relacionados, el caudal de las fuentes hídricas disminuyó, lo que detuvo el desarrollo de las plantas, con pérdidas de las mismas. Por lo tanto hubo un bajo rendimiento agrícola incrementando la pobreza y la pobreza extrema en la región. Las cosechas de maíz alcanzaron hasta el 60%, las de frijol el 90%. Simultáneamente aumento la demanda y el precio de los productos de la dieta local (EDUCCA, 2010).

D. JUSTIFICACIÓN

El cambio climático afecta de forma directa la seguridad alimentaria y nutricional, no permite que los esfuerzos actuales para promover la nutrición y reducir el hambre se lleven a cabo en su totalidad; principalmente en las poblaciones más vulnerables. Como parte del trabajo de Megaproyecto que se realiza en conjunto con estudiantes de diferentes disciplinas que lleva por nombre "Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción de riesgo ante desastres ocasionados por el cambio climático".

Quiché es un departamento con la mayoría de su población joven (76.62%), seguido por población adulta (18.55%) y por último un 4.72% de población de la tercera edad. Su distribución por grupo étnico corresponde a un 83% de población indígena y 17% ladina (Segeplan). Según los datos del ENSMI 2008-2009, Quiché tiene el menor porcentaje de uso de métodos de planificación familiar. Con tasas de mortalidad infantil por cada 1000 nacidos vivos de 20 en neonatos, 40 en infantes, de 24 en niños de 1 a 4 años y en menores de 5 años de 63. Con un 20.3% de los partos atendidos por un médico o enfermera. Así mismo se registro un 26.8% de casos de diarrea en niños menores de cinco años. En cuanto a indicadores de desnutrición en niño(as) de 3 a 59 meses se tiene un 64.8% de desnutrición crónica y un 0.8% de desnutrición aguda. Sacapulas es un municipio del departamento de Quiché se encuentra ubicado en la parte central del territorio del departamento, las principales actividades económicas son la agricultura de maíz blanco y amarillo, así como de frijol.

Todas estas características hacen necesario que se pueda brindar una adecuada atención en los servicios de salud, incluyendo el centro de recuperación nutricional. Se busca proporcionar una herramienta que ayude a fortalecer los conocimientos del personal de salud que labora en el centro de recuperación nutricional que funciona en Sacapulas, Quiché. Que se pueda utilizar como modelo para la implementación en otras comunidades. Se busca hacer una caracterización del centro de recuperación nutricional que permita orientar la toma de decisiones acerca de la intervención que se quiere hacer y que pueda determinar la información necesaria para

elaborar un programa de educación alimentaria nutricional dirigida al personal de salud que labora en el centro de recuperación nutricional.

La serie de cambios ocurridos por el cambio climático llevó a muchas familias a un estado de hambre prolongado que repercute de forma directa en su estado nutricional (EDUCCA, 2011). El Comité Permanente de Nutrición del Sistema de las Naciones Unidas, en el 2010 propuso en el marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que es importante tomar en cuenta la seguridad alimentaria y nutricional en la ampliación de medidas en el proceso de adaptación y recuperación frente al clima, la adaptación a nivel nacional y los planes de reducción de riesgos de desastres en países en vías de desarrollo. Por lo tanto mejorar los conocimientos del personal que labora en un centro de recuperación nutricional que brinda atención a niños y niñas de distintas familias de Sacapulas Quiché, que es una de las áreas que se ven afectadas ante el cambio climático permite brindar herramientas que llevaran a contribuir en el cumplimiento del objetivo general del Megaproyecto de contribuir en el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria de poblaciones vulnerables de Guatemala a causa del cambio climático, a través de la gestión mejorada de los recursos, alimentos y procesos. Por medio de prevención y creación de estrategias que refuercen la seguridad alimentaria y nutricional, así como el desarrollo sostenible.

E. OBJETIVOS

1. Objetivo general del megaproyecto

- Contribuir al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria de poblaciones vulnerables de Guatemala a causa del cambio climático, a través de la gestión mejorada de los recursos, alimentos y procesos. Por medio de prevención y creación de estrategias que refuercen la seguridad alimentaria y nutricional, así como el desarrollo sostenible.

2. General del módulo

- Fortalecer los conocimientos y actitudes del personal de salud que labora en el centro de recuperación nutricional ubicado en Sacapulas, Quiché, a través de un programa de educación alimentaria y nutricional.

3. Específicos del módulo

- Evaluar los conocimientos, actitudes y prácticas del personal de salud que labora en el centro de recuperación nutricional.
- Establecer los principales problemas de inseguridad alimentaria y nutricional que enfrenta el centro de recuperación nutricional y las comunidades cercanas, a través de una caracterización.
- Elaborar un programa de educación alimentaria nutricional para el personal que labora en el centro de recuperación nutricional.

F. RESULTADOS ESPERADOS

1. Caracterización del municipio de Sacapulas Quiché y del Centro de Recuperación Nutricional.
2. Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas tanto para el tema de lavado de manos, como para el uso de mezclas vegetales.
3. Un programa de educación alimentaria nutricional que se adapte a las necesidades del personal de salud del centro de recuperación nutrición de Sacapulas, Quiché. Elaborar el material educativo de acuerdo a los resultados obtenidos de la caracterización llevada a cabo.

G. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

a. Recursos humanos. Para la realización el proyecto se cuenta con la participación de una estudiante de Licenciatura en Nutrición, cuatro estudiantes de Ingeniería en Ciencias de alimentos, un estudiante de Licenciatura en Psicopedagogía, un estudiante de Ingeniería Mecánica y un estudiante de Ingeniería Agroforestal; así como el trabajo en conjunto con los miembros de Cruz Roja del departamento de Quiché y la supervisión del asesor de Megaproyecto y el asesor del área específica de nutrición.

b. Recursos materiales y financieros. En el siguiente cuadro se muestra un listado de los recursos con los cuales es necesario contar para la realización del trabajo, así como el monto aproximando por el que están valuados dichos recursos y el monto de contrapartida en el cual se colocaron los recursos con los cuales ya se cuenta y por lo tanto pueden ser utilizados para hacer el trabajo.

Cuadro 1
Recursos financieros

Descripción	Monto	Contrapartida
Encuesta	Q. 500.00	
Modelos de alimentos	Q. 3,500.00	Q. 3,500.00
Materiales de oficina (grafías, folios, marcadores, masking tape)	Q. 1,500.00	
Transporte	Q. 300.00	Q. 300.00
Material educativo (Impresión material)	Q. 200.00	
Computadora	Q. 3,000.00	Q. 3,000.00
Totales	Q. 7,200.00	Q. 6,500.00

1. Método

a. Diseño de la investigación.

- Fase 1. Caracterización y Análisis de Conocimientos, Actitudes y Prácticas CAP. Estudio descriptivo de corte transversal.
- Fase 2. Programa de Educación alimentaria nutricional. Estudio documental, propositivo.

b. Sujeto de estudio. Personal de salud que labora en el centro de recuperación nutricional del municipio de Sacapulas en el departamento de Quiché.

c. Ubicación. El municipio de Sacapulas se encuentra ubicado en la parte central del territorio del departamento de Quiché, con un área geográfica de 213 Km² a 210 kilómetros de la ciudad capital y 45 kilómetros de la cabecera departamental de Quiché. La cabecera municipal se encuentra ubicada al margen y cuenca del río Negro o Chixoy y sistema montañoso de la Sierra de Sacapulas y de los Cuchumatanes.

d. Intervenciones.

1) Caracterización. Se llevará a cabo una caracterización del centro de recuperación nutricional que funciona en el municipio de Sacapulas en el departamento de Quiché. Esta consiste en una visita al Centro de recuperación nutricional con observación directa y entrevistas, lo que permitirá describir las condiciones del área, los recursos y materiales con los que se cuenta y determinar los principales problemas.

2) Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas. Se llevará a cabo dicho análisis con el personal de salud que labora en el centro de recuperación nutricional, para identificar los conocimientos que se tienen actualmente sobre algunos temas de importancia respecto a nutrición.

3) Desarrollo de un programa de educación alimentaria y nutricional. Este programa de educación alimentaria y nutricional se desarrollará tomando en cuenta los resultados obtenidos de la caracterización. Consistirá en unas guías de educación alimentaria y nutricional que irán dirigidas al personal que labora en el centro de recuperación nutricional.

4) Validación del material. Se deberá validar el material de educación alimentaria y nutricional con el fin de que esté contextualizado a las características de las personas al cual irá dirigido.

e. Viabilidad. El estudio propuesto es viable, ya que se tiene la disposición de recursos humanos, físicos y económicos. Debido a que se cuenta con la colaboración de la Cruz Roja Guatemalteca, específicamente al personal ubicado en la delegación área de Quiché en el municipio de Sacapulas.

Se dispondrá de la participación activa para la realización del estudio, se hará una visita para la realización de la caracterización. Posteriormente se desarrollará el programa de educación alimentaria nutricional de acuerdo a una exhaustiva revisión de literatura lo que permitirá enfocar adecuadamente la información que se recolecte, de acuerdo a las características del personal al cual irá dirigido el programa.

El desarrollo del programa de educación alimentaria nutricional al personal de salud del centro de recuperación nutricional permitirá adecuar de mejor manera los recursos disponibles y aprovechar el capital humano con el que se cuenta. Esto a largo plazo con lleva a una reducción de los costos para el manejo del centro de recuperación nutricional, por el mayor aprovechamiento de los recursos. Así mismo puede repercutir en la recuperación y mejoramiento de los niños que se encuentran en el centro de recuperación nutricional. Este tipo de programa de educación alimentaria nutricional puede servir como un modelo para la implementación en otros departamentos del país.

1. Variables

Cuadro 2
Variables para el análisis de conocimientos, actitudes y prácticas de naturaleza cuantitativa, con un indicador representado en porcentaje y la edad en años y una relación independiente

Variable	Definición	Naturaleza	Nivel de medición	Dimensión	Sub-Dim	Escala
Conocimientos	Información que una persona posee y que es necesaria para llevar a cabo una actividad.	Cuantitativa	De Razón	-	-	0-33% 34-67% 68-100%
Actitudes	Gesto exterior que indica la preferencia y entrega a alguna actividad observable.	Cuantitativa	De razón	-	-	0-33% 34-67% 68-100%
Prácticas	Conjunto de comportamientos que conllevan a una acción.	Cuantitativa	De razón	-	-	0-33% 34-67% 68-100%
Edad	Número de años de existencia de la persona desde el nacimiento.	Cuantitativa	De Razón	-	-	15 o menos 16 - 21 22 - 35 36 - 45 46 - 50 51 o más

H. METODOLOGÍA

1. Caracterización. Esta corresponde a la recolección de datos, para llevar a cabo esta actividad se deberá hacer una visita al centro de recuperación nutricional, en la cual se obtendrán los datos por medio del método de observación directa y entrevistas al personal que se encuentra en el centro de recuperación nutricional. Se debe obtener información sobre los recursos y materiales con los que se cuenta en el centro de recuperación nutricional, así como del personal que labora en el mismo.

2. Análisis de Conocimientos Actitudes y Prácticas (CAP). Se desarrollará un cuestionario para evaluar el CAP del personal del centro de recuperación nutricional, así mismo, una guía de validación del mismo. De este instrumento se recolectará información sobre los diferentes aspectos (conocimientos, actitudes y prácticas) de la población objetivo.

3. Desarrollo de Programa de educación alimentaria nutricional (EAN). Se desarrollará un programa de educación que estará dirigido para el personal que labora en el centro de recuperación nutricional, así como para los familiares de los niños que asisten a dicho centro. Esta propuesta podrá ser adaptada por el grupo que dará continuidad al proyecto, como una base para la realización del trabajo y con el fin de evaluar la eficacia del programa. Dicho programa de educación alimentario nutricional tratará diferentes tópicos relacionados con la nutrición de acuerdo a las características que se observen de la caracterización. Así mismo se elaborará una guía de validación del material del programa de educación alimentaria y nutricional.

I. RESULTADOS

1. Caracterización de Sacapulas y Centro de Recuperación Nutricional (CRN). La caracterización de Sacapulas y del CRN se llevó a cabo a través de documentación por medio de revisión bibliográfica, observación directa y entrevistas dirigidas al personal que labora en el CRN. Se realizó una visita a dicho centro con el fin de hacer esta caracterización. Se entrevistó a una de las enfermeras auxiliares que se encontraba de turno y a una cocinera. Se observaron las instalaciones y el equipo, así como los

alrededores del CRN. Este resultado se puede observar en el anexo 1, en el se detalla toda la información recopilada a cerca del municipio de Sacapulas y del CRN del Centro de atención primaria.

2. Análisis de Conocimientos, Actitudes y Prácticas (CAP). Este análisis se realizó con base en lo observado en la caracterización del centro de recuperación nutricional, se decidió evaluar dos temas de importancia el lavado de manos, debido a que no se observó que este se llevara a cabo por el personal del CRN. Se determinó importante, además, el tema de las mezclas vegetales, debido a que como parte del megaproyecto se están elaborando alimentos a base de mezclas vegetales. Se elaboró dos instrumentos de análisis CAP, uno para cada tema. En el se organizaron las preguntas para evaluar inicialmente los conocimientos, posteriormente las actitudes y por último las prácticas. Los instrumentos elaborados se pueden observar en los anexos 2 y 3. Posteriormente se elaboró una guía de validación del material, la cual se colocó en el anexo 4. Esta se diseñó con el fin de colocar los instrumentos CAP en el contexto del personal que labora en el CRN, con el fin de que sea comprendido por los mismos.

3. Guías didácticas de educación nutricional sobre el correcto lavado de manos y uso de mezclas vegetales. Revisión bibliográfica del lavado de manos. Se realizó una revisión detallada y exhaustiva de litera acerca de los contenidos relevantes en cuanto al lavado de manos y uso de mezclas vegetales se refiere. Esta revisión se basó en el material necesario para ir construyendo el programa de educación alimentaria y nutricional. Para ello se consultaron diferentes fuentes de información incluyendo: internet, artículos y libros relacionados. De acuerdo a la revisión de bibliografía realizada, se pudo elaborar el plan de clase de cada uno de los temas, así como la guía didáctica y el material de actividad participativa. Este material se puede observar en los anexos del 5 al 6. Se incluye el plan de clase de cada tema, así como la guía didáctica y el material a utilizar para llevar a cabo las actividades participativas, para cada una de estas también se incluye la clave, es decir la solución.

4. Se elaboró además, una guía de validación para aplicar con cada uno de los temas, en esta guía se hace referencia al contenido de las guías didácticas, la

comprensión del mismo, el lenguaje e imágenes utilizadas. Esta guía de validación se puede observar en el anexo 7.

J. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo es brindar una herramienta que permita fortalecer los conocimientos del personal de salud que atiende el centro de recuperación nutricional (CRN) que funciona en el municipio de Sacapulas en el departamento de Quiché. En él laboran 5 enfermeras auxiliares y 2 cocineras a las cuales va dirigido dicho programa de educación alimentaria nutricional (EAN).

1. Caracterización. La caracterización se pudo llevar a cabo de manera satisfactoria, para hacerlo se utilizó el método de observación directa, ya que fue necesario observar las características del CRN, así mismo se utilizó documentación para estudiar más a fondo las características del municipio de Sacapulas y se utilizaron entrevistas interpersonales dirigidas al personal que labora en el CRN. Con todo ello se pudo establecer la caracterización, que no es más que una descripción detallada casi como una radiografía del lugar.

Se puede observar que Sacapulas es un municipio que se ubica entre dos ríos en el departamento de Quiché, tiene un clima cálido la mayor parte del año, predomina la etnia indígena en la población y se hablan las lenguas Ixil y k'iche'. La mayor parte se ubica en el área rural del municipio. Todas estas características hacen que sea difícil la comunicación entre el personal de salud y los pobladores, en este caso los padres de los niños que deben ser ingresados al centro de recuperación nutricional. Se mencionó que los padres muchas veces no permiten que se les brinde este servicio, que es gratuito, ya que no comprenden las razones por las cuales es necesario internar a sus hijos en el CRN. El personal de enfermería, así mismo solo habla español lo cual hace más grande la barrera.

Con la caracterización se pudo establecer un listado de problemas observados en el CRN, con el objetivo de priorizar algunos de estos problemas y poder enfocar las

intervenciones en ellos. Se encontraron desde problemas que afectan a la población en general de Sacapulas, como el clima, la falta de acceso a servicios de salud por todos los pobladores, el alto porcentaje de niños menores de 5 años con desnutrición crónica, la distribución de la población rural, entre los más importantes de mencionar. Así como problemas específicos del CRN que van desde aspectos tan generales como la infraestructura del lugar o la falta de un médico fijo, así como nutricionista; hasta la falta de capacitaciones para los empleados del CRN y un adecuado proceso de lavado de manos.

Se priorizaron aquellos problemas con los cuales se puede trabajar más directamente y en un tiempo más corto, entre ellos la falta de un programa de capacitaciones para el personal, no se observó un adecuado proceso de lavado y desinfección de manos durante la visita realizada al CRN. Así mismo, se priorizó la falta de conocimientos sobre el uso de mezclas vegetales, este debido a que es un tema de importancia en el marco del megaproyecto debido a que se trabajo con este tipo de alimentos. Lo cual hace importante que el personal maneje estos términos y comprenda la importancia del uso de este tipo de alimentos.

2. Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas. En este contexto, se puede mencionar ahora el desarrollo de un instrumento de análisis de conocimientos, actitudes y prácticas; este se desarrolló con el objetivo de poder hacer una evaluación del personal previa a iniciar con el programa de EAN y de esta forma hacer una evaluación final. Pasos muy importantes dentro de lo que es EAN. Por lo tanto se seleccionaron dos temas los cuales fueron: correcto lavado de manos y uso de mezclas vegetales. De ambos temas se realizó una búsqueda de literatura exhaustiva y elaboró un cuestionario tomando en cuenta los conocimientos que se consideran importantes en cuanto a lavado de manos y a mezclas vegetales, así como actitudes que se espera que el personal de salud tenga, respecto a los mismos temas; por último se realizó la parte del cuestionario que toma en cuenta la última variable que son las prácticas.

3. Programa de EAN sobre lavado de manos y mezclas vegetales. Se seleccionaron estos dos temas por lo que se mencionó anteriormente, se realizó CAP

de estos dos temas únicamente debido a que el cuestionario tiene una longitud que puede resultar un tanto agotadora para el personal al momento de hacerlo. El programa de EAN se elaboró con los mismos temas se colocó la información de forma que fuera comprensible para el personal. Se desarrolló el programa con los planes de clase de cada capacitación, el desarrollo de la misma mediante una guía didáctica con los temas a desarrollar y actividades de participación para fijar conocimientos. Por último se desarrolló una guía de validación de cada plan de clase y desarrollo. Esta se elaboró de forma muy sencilla tomando en cuenta la forma de cada guía.

Es importante hacer una validación del material, ya que esto permite desarrollarlo de acuerdo a las características de la población. Para afinar errores que pudieron quedar después del desarrollo del material, ya que el primer paso del trabajo, la caracterización, permite tener el enfoque y características de dicha población. Este programa de clase queda planteado como una propuesta de intervención que se puede desarrollar con esta población, de acuerdo a lo que ya se conoce de ella. Queda como una propuesta debido a que no se pudo concretar las visitas para desarrollar cada plan de clase. Establecer un programa de capacitaciones en el personal de salud es muy importante, ya que hay muchas prácticas que son simples pero que tienen una magnitud muy amplia, como lo es el lavado de manos, un correcto lavado de manos puede salvar vidas y es muy importante que toda persona que trabaja en el área de salud tenga en cuenta esto. Por otro lado, al implementar mezclas vegetales es importante que se conozca que son estas, para qué sirven y cuáles pueden ser; de forma que sea fácil identificar los alimentos que se pueden aprovechar de esta manera.

K. CONCLUSIONES

- Se pudo elaborar la caracterización del Centro de Recuperación Nutricional que funciona en Sacapulas en el departamento de Quiché.
- Se determinó el contexto en el cual se encuentran las familias cercanas al centro de recuperación nutricional.

- Se logró determinar un listado de problemas por los cuales atraviesa el centro de recuperación nutricional, así como priorizar algunos de ellos.
- Se logró desarrollar un instrumento propuesta para el análisis de conocimientos, actitudes y prácticas que evalúa el lavado de manos, y uno que evalúa el uso de mezclas vegetales, sin embargo este no se implementó en el centro de recuperación nutricional.
- Se elaboró la propuesta de intervención a hacer en el Centro de Recuperación Nutricional de Sacapulas Quiché, con el desarrollo del material a utilizar.

L. RECOMENDACIONES

- Implementar de los instrumentos elaborados, haciendo uso de las guías de validación que corresponde a cada uno.
- Hacer una revisión de los alimentos disponibles en el municipio de Sacapulas, por medio de una visita al mercado municipal, así como a las tiendas de la comunidad. Hacer con esta información un inventario de los productos disponibles.
- Hacer un inventario de los productos disponibles en el centro de recuperación, ya que esta información puede ayudar a la implementación del programa de educación alimentaria nutricional.
- Validar los términos empleados en el análisis de conocimientos, actitudes y prácticas.
- Implementar el programa de educación alimentaria nutricional teniendo en cuenta los recursos disponibles en el centro de recuperación nutricional, así como el material que en este documento se menciona.

IV. Módulo Ingeniería Agroforestal

Proyecto de reforestación con fines energéticos para la reducción a la vulnerabilidad por el cambio climático.

A. INTRODUCCIÓN

En comunidades dentro de zonas vulnerables al cambio climático, siempre existe la posibilidad que un desastre limite seriamente los recursos alrededor de los cuales estas comunidades realizan sus principales actividades. Entre los impactos negativos se encuentra la contaminación del agua potable, pérdidas de bosque y de cultivos por deslaves o inundaciones. Estas son situaciones reales que afectan a miles de familias en zonas de peligro, causando enfermedad, desnutrición y muchos problemas que puede evidenciarse ya en estos tiempos.

Para el caso de este megaproyecto, se seleccionaron comunidades ubicadas en los departamentos de Chiquimula, Sololá y Quiché. La selección de estas comunidades se hizo tomando en cuenta que se encuentran en zonas de alto riesgo al cambio climático, ya que sufren de sequías extremas en época de verano, lluvias excesivas que causan deslaves en invierno o problemas relacionados a suelos pobres. Este megaproyecto busca mejorar la resiliencia de las comunidades por medio que estas realicen un aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales, así como la implementación de procesos que busquen la reducción de enfermedades por contaminación de agua, así como desnutrición por una mala alimentación.

En cuanto al ámbito agroforestal, este megaproyecto involucra conocimientos acerca de manejo forestal sostenible para bosques de rápido crecimiento con fines energéticos, así como lleva a la práctica el concepto de manejo de cuencas hidrográficas, ya que implica conocer los cultivos adecuados para la zona, así como los lugares adecuados para su siembra y técnicas de protección del suelo que sean necesarias según la topografía de la zona. Por otro lado, también se busca inculcar el

conocimiento de los beneficios del uso de sistemas agroforestales, aprovechando de manera más eficiente la vocación o capacidad de uso de la tierra.

B. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país cuya ubicación geográfica y topografía la hace más vulnerable a los desastres, que todos los años lleva a pérdidas de carácter humano y económico por razones de falta de alimentación, fuentes de agua contaminadas y recursos energéticos reducidos. El alto consumo de leña para la preparación de los alimentos hace que la cobertura forestal se reduzca considerablemente, lo que trae como consecuencia una mayor vulnerabilidad ante los desastres naturales. Por esta razón, se hace necesario el establecimiento de bosques energéticos como fuente de producción de leña y para reducir la presión sobre los bosques naturales, ya que actualmente no existen muchas comunidades involucradas en el establecimiento de fuentes energéticas por medio de recursos naturales, dejando sus requerimientos energéticos en bosques naturales que se encuentran cercanos.

En las comunidades seleccionadas para este megaproyecto, se presentan problemas con recursos hídricos, ya sea que son escasos o se encuentran contaminados, así como de recursos energéticos para consumo de la comunidad. Actualmente mantienen una lucha por brindar los recursos hídricos a la mayor parte de la población, los cuales con eventos causados por el cambio climático son limitados y en gran parte su calidad no es buena, lo que resulta en problemas de salud. El tema forestal tiene importancia dentro de la comunidad, ya que pobladores de la comunidad comprenden la importancia de este en cuanto a su recurso energético y ambiental. Sin embargo, no encuentran en este una importancia en la calidad del agua y en la reducción de desastres, por lo que se requiere inculcar este conocimiento.

Como manera de reducir problemas energéticos, reducción de desastres por el cambio climático y en busca de la mejora de fuentes de agua, se presenta la oportunidad del establecimiento de bosques de crecimiento rápido con el fin de consumo energético. El manejo adecuado de bosques energéticos así como la ubicación que deben tener estos justifica la capacitación de los pobladores para brindar

el conocimiento necesario para poder realizar estas actividades pensando en un largo plazo, tomando en cuenta la identificación de semillas, recolección de semillas, establecimiento de viveros, plantaciones, manejo silvicultural y ciclo de corta.

La importancia del establecimiento de bosques energéticos dentro de la comunidad recae en poder cubrir las necesidades de leña de los pobladores actuales, así como anticipar poder cubrir las necesidades energéticas futuras, por medio de la utilización de especies de rápido crecimiento con la capacidad de desarrollarse en las condiciones climáticas y de suelos de la región.

C. OBJETIVOS

1. Megaproyecto: Contribuir en el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria de poblaciones vulnerables de Guatemala a causa del cambio climático, a través de la gestión mejorada de los recursos, alimentos y procesos, por medio de prevención y creación de estrategias que refuercen la seguridad alimentaria y nutricional, así como el desarrollo sostenible.

2. General: Promover el uso de bosques comunitarios de rápido crecimiento para la producción de madera con fines energéticos.

3. Específicos:

- Transmitir a las comunidades la importancia de los bosques con fines energéticos para mejorar la calidad de vida de los pobladores y asegurar su desarrollo.
- Elaborar un manual acerca de la recolección de semillas para el establecimiento de plantaciones.
- Elaborar un manual de establecimiento para bosques de rápido crecimiento para consumo energético.
- Elaborar un manual para el diseño de un vivero forestal con el fin de producir las plantas necesarias para las plantaciones requeridas anualmente.

- Promover la utilización de sistemas agroforestales como técnicas de conservación de suelos, diversificación de productos e incremento de rendimiento por área.

D. MARCO TEÓRICO

1. **Tipos de material de siembra.** Como material de siembra para los viveros se pueden utilizar tres tipos de métodos:

a. **Corona.** La corona es la parte superior de los frutos y se utiliza principalmente en época de verano. La alta cantidad de raíces permiten que este material de siembra soporte con menos estrés en épocas cuando la humedad es limitada. Sus principales desventajas son que se pudren fácilmente cuando no son tratadas a tiempo, debido a la herida que queda al retirarse la corona del fruto y que requieren mayor tiempo para llegar a un tamaño adecuado para trasplante. (Proyecto Promes 2010).

b. **Hijo basal.** Se ubica en la base del fruto. Es una buena semilla, pero requiere dejarlo adherido a la planta para que se desarrolle lo suficiente para poder trasplantarlo. Posee un menor desarrollo radicular que la corona, pero al no tener una herida es más resistente a enfermedades. (Proyecto Promes 2010).

c. **Hijo guía.** Se ubica en la base de la planta. Es el material de siembra más utilizado. Su vigor hace que el tiempo a forzamiento sea menor a los otros dos tipos de semilla y es la semilla con mayor resistencia a enfermedades. (Proyecto Promes 2010)

2. **Desarrollo del fruto en angiospermas.** El desarrollo de la semilla fecundada está normalmente acompañado por el desarrollo del fruto. En el caso más sencillo se engrosa la pared del ovario para formar el pericarpo. Este puede ser:

- **Dehiscente:** Se abre cuando está maduro para soltar las semillas encerradas en su interior. En el momento de la dehiscencia, el pericarpo puede ser seco, semicarnoso o carnoso.
- **Indehiscente:** Es un fruto muy fundido con la semilla.

- **Indehiscente y carnosos:** Con frecuencia de color, olor y sabor destacados para atraer a aves y animales fructívoros. Se distingue en dos tipos: la baya, que tiene una piel externa y una masa carnosa interna, con semillas de cubierta endurecida y la drupa, que tiene la capa interna del pericarpio endurecida para proteger las semillas. En algunas especies, otras partes de la flor además de la pared del ovario intervienen en la formación del fruto. Unas brácteas fusionadas que surgen por debajo de la flor pueden constituir otro recubrimiento protector parcial o entero. Este puede ser cartáceo o más grueso y correoso como la bellota de *Quercus*. Algunos frutos se forman por coalescencia de una inflorescencia entera. En el extremo opuesto, la formación del fruto difiere por completo del modo que es normal en las angiospermas. Poco después de la fecundación, el carpelo se abre por un lado y se convierte en una gran ala membranosa, parecida a una escama o con forma de barco. El óvulo fecundado se desarrolla en una posición desnuda en la base del carpelo abierto o cerca de ella, a la manera de las gimnospermas. Deben de ser los más primitivos de todos los frutos de angiospermas. En la madurez las semillas se dispersan, unidas a sus carpelos que ahora actúan como alas. (Willian 1991). En la mayoría de las especies la formación del fruto debe estar precedida por la fecundación de uno o más óvulos. En algunas especies, en cambio, los frutos se producen y maduran sin desarrollo de la semilla y sin fecundación del huevo. Los frutos maduros no indican necesariamente semillas maduras, y aún menos cabe predecir el número de semillas viables a partir del número de frutos. (Willian 1991)

2. **Desarrollo del fruto en gimnospermas.** Después de la fecundación, el cono femenino que es característico de varios géneros importantes de gimnospermas, aumenta de tamaño y peso, así como de contenido de humedad y reservas nutricias acumuladas. Cuando los conos se acercan a la madurez, el contenido de humedad descende nuevamente, las reservas nutricias acumuladas pasan del cono a la semilla y el cono se hace más o menos leñoso. (Willian 1991)

En *Pinus* una hojuela delgada y membranosa se separa de la escama ovulífera y se adhiere a la semilla madura, formando un ala. No obstante, el tipo de fruto más característico de las gimnospermas es el cono leñoso. Como en las angiospermas, es muy variable el tiempo que transcurre entre la floración y la madurez y dispersión de la semilla. Debido al prolongado intervalo que se da entre la polinización y la fecundación en los pinos, el período total que transcurre entre la polinización y la madurez del cono suele ser de dos años. (Willian 1991)

3. Germinación de la semilla. Del mismo modo que la fecundación inicia la transformación del óvulo en la semilla madura, así la germinación transforma el embrión contenido en la semilla en el germen independiente. Por los ensayos de laboratorio, la germinación se define como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables. (Willian 1991).

Cuando alcanzan madurez y caen, muchas semillas han perdido ya la mayor parte de la humedad que contenían en fases anteriores. Con la desecación de la semilla está asociada una reducción de la actividad metabólica, de manera que el embrión se encuentra temporalmente en un estado de reposo o inactividad, que en las semillas no durmientes puede reactivarse fácilmente mediante las condiciones adecuadas. Esas condiciones son: una humedad suficiente, unas temperaturas favorables, un intercambio de gases suficiente y, en algunas especies luz. Existe un considerable variación entre las especies en cuanto a los niveles óptimos de estos factores, y es frecuente que se dé una interacción entre ellos. (Willian 1991)

La germinación consiste en tres procesos parcialmente simultáneos: la absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal, la actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización de alimento almacenado y su transposición a las zonas en crecimiento y engrandecimiento y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula. (Willian 1991).

En la mayoría de las semillas la radícula del embrión está cerca del micrópilo, por donde el agua se absorbe con más facilidad y rapidez que atravesando la cubierta seminal. A medida que la radícula se hincha, ejerce una presión sobre la cubierta, que normalmente se abre por vez primera en este punto para liberar la radícula. Esta da lugar a la raíz primaria, que penetra en el suelo y produce pronto raíces laterales. Las fases siguientes dependen de si la especie presenta germinación epigea, el hipocótilo se alarga y los cotiledones se elevan por encima del suelo. En la germinación hipogea, no se desarrolla el hipocótilo, y los cotiledones se quedan sobre el suelo o enterrados en él. En la germinación hipogea los cotiledones tienen únicamente una función de almacenamiento de nutrientes, o una función haustorial, mientras que en la germinación epigea pueden desempeñar también una valiosa función de fotosíntesis durante las primeras fases de crecimiento del germen. (Willian 1991)

4. Vivero forestal. Los viveros forestales son áreas en donde se cultivan árboles hasta que estos estén listos para ser plantados. Esto se realiza debido a que las semillas son capaces de germinar en condiciones muy específicas, por lo que se limita la cantidad de semilla que puede germinar si no se tiene un control adecuado de factores climáticos, como lo es la humedad, la temperatura, calidad de suelos y presencia de enfermedades. En los viveros forestales se tiene la capacidad de controlar todas estas condiciones. Las plantas parten del vivero para ser plantadas únicamente cuando estas tengan tamaño suficiente para poder tolerar las condiciones del lugar donde se plantarán. Es importante notar que el objetivo del vivero es poder cubrir nuestras necesidades utilizando únicamente los recursos que sean disponibles en la región donde se encuentra y con el menor costo posible. (Navall 2001)

Existen diferentes tipos de vivero, los cuales se utilizan según las necesidades de su propietario o el fin que tengan los mismos. Existen viveros permanentes, los cuales se diseñan para trabajar indefinidamente, mientras que los temporales se diseñan pensando en que se utilizarán durante un período de reforestación y luego será deshabilitado o trasladado a otra región. Además de su categorización o clasificación por tiempo de operación, se pueden clasificar por el tipo de producción que tengan, que

se refiere a si la producción se realizará a raíz desnuda o si se utilizarán envases. (Navall 2001)

5. Diseño del vivero. Al comienzo del diseño del vivero, lo más importante es la selección del sitio donde se construirá. Este es un tema importante, ya que una mala ubicación del vivero podría complicar trabajos posteriores. Para la ubicación de un vivero se debe considerar:

- Disponibilidad de agua: Se debe contar con agua suficiente para poder abastecer las necesidades de las plantas. Además, se debe contar con agua de buena calidad, ya que aguas con mucho contenido de sal pueden afectar la germinación y el desarrollo de las plantas. Se pueden requerir entre 350 y 500 litros de agua a la semana por cada 1000 plantas.
- Distancia a destino de plantas y materiales: Es importante que el vivero se encuentre cercano al sitio donde se obtienen los recursos para el mismo, en especial si no se cuenta con maquinaria para transportar los materiales como arena y sustratos utilizados. Se debe considerar también el sitio a donde se dirigen las plantas, ya que esto es crítico en cuanto a su transporte.
- Cercanía a poblados y cuidados básicos: Es importante que los viveros se encuentren cercanos a los pobladores o a quienes trabajan en él, con el fin de que puedan atender cualquier emergencia en la menor brevedad posible. Además debe ser un sitio que cuente con sombra adecuada, circulación de viento que no sea excesiva y es ideal que el terreno sea plano y no se encharque. (Navall 2001)

6. Planificación. Cualquier vivero forestal debe poder adaptarse a la edad de la planta más el tiempo que se desea producir. A esto se le suma un año para completar los ciclos, lo que resulta en ciclos de alrededor de 3 años, donde se busca que el vivero tenga la capacidad de cubrir las necesidades y requerimientos de plantas que se quieran producir. Estos ciclos se calculan también con base al área que se va a plantar, la disponibilidad de personal para trabajar y disposición económica. Teniendo en cuenta esto, se planifica cuántos árboles se desean producir por ciclo, así como se puede planificar con anterioridad si se espera un crecimiento en necesidades de producción. Además la planificación debe incluir una racionalización de costos, la cual depende del nivel de mecanización utilizada, así como la infraestructura que se utilice. (IIE 2010).

La manera más adecuada de determinar si la planificación previa fue buena es midiendo la capacidad de arraigar de las plantas que se produjeron en el vivero al ser trasplantadas a su sitio final. Esto se ve influenciado por factores como la densidad de las plantas, calidad de suelos donde se plantan, viento y disponibilidad de agua. Es por eso que la planificación debe incluir la época a la que se van a trasplantar los árboles, ya que al ser sensibles podrían dañarse fácilmente. (IIE 2010)

Selección de especies. La selección de las especies que se van a plantar no suele presentar problemas. En un proyecto de forestación sencillo, en el que se utilizan una especie y una procedencia probadas y bien adaptadas, y en el que la semilla se obtiene de una fuente local, la elección es automática. Pero no es infrecuente que los objetivos de la forestación se modifiquen, por ejemplo cuando en vez de querer producir madera para aserrar se pasa a pretender madera para pulpa o leña, o cuando surgen inesperados problemas fitosanitarios. (Barner 1978).

Cuando se trata de recolecciones a gran escala, es preciso acopiar con algunos meses de antelación datos sobre la demanda de semillas por especies. Casi todas las especies necesitan pasar un año o más en el vivero. Por consiguiente, las estimaciones de la demanda de semilla deben efectuarse unos dos años antes de la plantación en el campo. Sólo en escasas ocasiones los recolectores y los usuarios de las semillas serán las mismas personas. Lo más frecuente es que, sean ya los servicios forestales, ya empresas privadas, los recolectores atiendan a las necesidades de varios usuarios

distintos. Se precisa una organización centralizada para solicitar estimaciones de la demanda a los varios organismos de plantación y para refundir esas estimaciones por especies y procedencias. Las estimaciones regionales o mundiales refundidas de la demanda de semillas son mucho más difíciles de compilar que las que se refieren únicamente a un país, pero recientemente se ha intentado establecer este tipo de estimaciones respecto de las coníferas tropicales y de las coníferas de la parte occidental de Norteamérica. (Barner 1978)

Establecimiento de rodales semilleros. A diferencia de los límites de las procedencias de las semillas, los límites de los distintos rodales suelen estar bien definidos. En muchos casos los rodales son objeto de ordenación con miras a la producción de semillas, como por ejemplo mediante aclareo. Con frecuencia se encuentran en plantaciones. Los huertos semilleros constituyen un caso especial, pues están destinados a la producción de semillas desde antes de su plantación y se gestionan de manera continua con ese fin. El problema que plantean los rodales y huertos semilleros no es por consiguiente un problema de identificación, sino de la posible insuficiencia de su superficie para satisfacer todas las peticiones de semilla que se les dirigen. Cuando es probable que ocurra esto, es aconsejable pedir a los usuarios que indiquen una segunda o tercera posibilidad, tanto de rodales como de procedencias, por si no es posible satisfacer plenamente sus necesidades de la primera posibilidad. (Willian 1991)

10. Determinación de cantidades de semilla. Los usuarios de la semilla han de definir la cantidad de ésta que necesitan con respecto a la especie que se desea plantar, procedencia o rodal. Para ello es necesario conocer la superficie de plantación que se va a establecer anualmente y el espaciamiento inicial que se va a emplear, junto con una estimación de las pérdidas y desechamientos que se van a producir en el vivero, las sustituciones que habrá que hacer tras la plantación para conseguir el grado de espesura deseado y el número de plántulas germinadas que se espera conseguir por cada kilogramo de semilla sembrada. (Willian 1991).

La información sobre la superficie de plantación y el espaciamiento inicial suele encontrarse en los planes de gestión de las plantaciones, y sobre las tasas de germinación pueden encontrarse orientaciones en documentos publicados. Cuando sea posible debe utilizarse la experiencia local sobre variación entre procedencias y lugares de plantación para perfeccionar las estimaciones basadas en condiciones de promedio. En Italia se comprobó que en los ensayos efectuados en viveros sobre varias especies de eucalipto el número de plantas producidas como porcentaje de la semilla viable oscilaba entre el 18 por ciento en *E. robusta* y el 46 por ciento en *E. camaldulensis*. Análogamente, las diferencias en materia de clima, suelo e incidencia de plagas y enfermedades pueden influir muy considerablemente en la tasa de pérdidas en los diversos viveros y plantaciones, con independencia de que existan o no diferencias en la eficiencia de su gestión. Por consiguiente, puede ser necesario aplicar un factor de corrección por ubicación o un factor de recuperación en vivero apropiado para conseguir una estimación exacta de las necesidades de semilla en un determinado proyecto de plantación. (Willian 1991)

11. Determinación de época de recolección de semilla. En los trópicos, algunas especies portan semillas maduras en todas las épocas del año. Pero incluso en esos casos suele existir un período de máxima producción de semilla, período en el que la recolección será más barata y más alta la calidad de la semilla. En otras especies, y especialmente en la zona templada, con su marcada diferencia entre verano e invierno, la semilla madura se da sólo durante un período limitado, por lo general en otoño. En el caso de muchas especies se dispone de una buena información sobre las fechas, por término medio, de la estación semillera, pero es posible que esos promedios no sean lo bastante exactos para planificar la recolección en un año determinado. El período que media entre la maduración de la semilla y su dispersión suele ser corto, mientras que los efectos del clima en un año determinado pueden hacer que las fechas de la fructificación se alejen en varias semanas del promedio. En la zona templada, una primavera temprana y un verano seco pueden hacer que la semilla madure muy pronto, y los vientos fuertes y secos producen una dispersión rápida de las semillas maduras. El tiempo fresco y húmedo, en cambio, puede retrasar en semanas o meses la maduración y la dispersión. En los trópicos secos se producen variaciones anuales parecidas en

cuanto a las fechas de comienzo de la estación seca y de las lluvias. Por consiguiente, es necesario comprobar cada año el calendario correcto de la recolección examinando la cosecha misma. (Willian 1991).

El reconocimiento del tamaño de la producción de semilla, que se efectúa 1 ó 2 meses antes de la recolección, ofrece también algunas indicaciones sobre la manera en que están madurando las semillas. No obstante, en el momento de la recolección se debe efectuar una última comprobación del estado de maduración de las semillas. (Willian 1991).

Los trópicos húmedos presentan problemas especiales, pues los efectos de estacionalidad suelen ser sutiles, cuando existen, y no se conoce con seguridad el período de máxima producción de semillas. Tras detectar la floración en un rodal del que se desea recolectar semilla, es importante efectuar reconocimientos periódicos para comprobar el avance de la maduración del fruto. Un calendario eficiente de reconocimiento exige conocer con anterioridad el tiempo que transcurre entre la antesis (apertura de la flor/polinización) y la madurez del fruto. Cuando se establece un calendario fijo y arbitrario, como por ejemplo una vez al mes, el resultado es que el recolector llega demasiado tarde para los frutos de maduración rápida y malgasta esfuerzos en el caso de los frutos de maduración lenta como la castaña de Pará o nuez del Brasil. (Willian 1991).

Aparte del caso excepcional de la recolección deliberada de semillas no maduras, los recolectores han de ser capaces de programar su trabajo de manera que la recolección coincida con el período en el que la semilla está totalmente madura pero aún no ha empezado a dispersarse debido a la dehiscencia del fruto o al consumo de éste por animales. Para conseguir este fin los recolectores deben ser capaces de distinguir la semilla madura de la que no lo está. Para reconocer la madurez de la semilla se han utilizado varios métodos distintos. Ninguno de ellos funciona a la perfección en todas las especies, y se precisa una amplia experiencia o investigación para determinar cuál es el método o combinación de métodos que mejor conviene a una especie hasta entonces desconocida en este aspecto. Los métodos pueden dividirse en

los que son de aplicación directa en el campo y los que precisan equipo de laboratorio. Estos últimos pueden ser de utilidad para comprobar los métodos que se emplean sobre el terreno, pero es poco probable que le resulten de utilidad práctica al recolector a menos que el lugar de recolección esté próximo al laboratorio, como puede ocurrir en algunos huertos semilleros. (Willian 1991)

12. Silvicultura energética. Las actividades de silvicultura energética se pueden dar en dos maneras extremas, con muchos intermedios. En la silvicultura energética intensiva, se prevé que habrá una escasez de tierra en el futuro, por lo que la producción anual se basa en especies leñosas de alto rendimiento, con rotaciones entre 1 y 10 años y aplicando prácticas agrícolas para incrementar el rendimiento. Por otro lado, la silvicultura energética extensiva comprende la utilización de la masa disponible naturalmente en el sector, con rotaciones entre 10 y 30 años, utilizando cualquier masa combustible que se encuentre en el área. En esta no se utilizan prácticas agrícolas como un medio de incrementar el rendimiento. (Sirén 1982).

La meta de la silvicultura energética es la obtención de materia prima para obtener una cantidad determinada de energía, con las menores repercusiones sobre el ambiente y la mayor rentabilidad partiendo de bajos costos. Además, una explotación silvícola de este tipo puede ayudar a restablecer sitios con daños anteriores por sobre uso. El establecimiento de bosques de este tipo requiere una planificación exhaustiva para garantizar que se producirá la materia prima que se requiere o se desea obtener, a lo largo de los ciclos de corta. En la silvicultura energética intensiva, se utilizan generalmente parcelas de entre 1 y 2 hectáreas, para garantizar que estas sean funcionales. En la extensiva, se seleccionan las parcelas por grupos de árboles más que por área, por lo que se requieren grandes extensiones para poder garantizar una cantidad de materia prima abundante. (Sirén 1982)

En cuanto a la disponibilidad de terreno, esta juega un papel importante en el establecimiento de bosques energéticos, ya que estos generalmente deben competir con la agricultura y otros usos de la tierra. Es por eso que los suelos más utilizados para el establecimiento de estos bosques son aquellos como tierras cultivables

abandonadas, montes bajos de baja calidad, zonas costeras, terrenos salinos, zonas secas, lodazales, etc., lo que resulta que muchas de estas tierras no puedan utilizarse para una explotación intensiva, dejando estos suelos a la utilización extensiva. Cuando resulta más atractivo el establecimiento de bosques energéticos es cuando se incrementan los costos de fuentes combustibles alternativas, que lleva a una mayor demanda de madera, o cuando se tienen terrenos aluviales en valles fluviales, los que impiden su uso para la agricultura, pero que dan una gran rendimiento que algunos géneros de árboles energéticos como *Alnus*, *Salix* y *Populus*. (Sirén: 1982)

Existen varios factores edáficos que deben considerarse en el establecimiento de bosques energéticos, como la acidez del suelo, los nutrientes de los suelos, aporte de nitrógeno que puedan tener los árboles, humedad del suelo, salinidad y toxicidad del suelo, entre otros. En cuanto a la acidez, un pH entre 5.5 y 6 resulta óptimo para el crecimiento de la mayoría de árboles, aunque algunas especies pueden tolerar acidez de hasta un pH de 4.5. La acidez de los suelos también puede llevar a que la aplicación de ciertos fertilizantes no tenga utilidad, ya que se pierden por precipitación con hierro y aluminio en el suelo. (Sirén: 1982)

Los nutrientes y fertilización necesarios para los árboles deben medirse puntualmente, ya que se estima que hasta un 50% de los nutrientes se pierde por lixiviación. En algunas culturas, se puede realizar la fertilización de los bosques energéticos y esta se recomienda, ya que permite que los árboles se desarrollen de una mejor manera. Por otro lado, la fertilización se justifica únicamente si el incremento en la producción puede cubrir los costos adicionales de la fertilización. Ocurre también que algunas especies tienen la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, lo que permite una mejora en la fertilidad de los mismos, ideal durante los primeros años de crecimiento de los árboles, cuando pueden estos combinarse con cultivos agrícolas para mejorar el aprovechamiento de la tierra. (Sirén: 1982)

En algunos sitios, el agua puede ser el factor más limitante en el crecimiento de los bosques, algo que debe considerarse en la selección de la especie que desea utilizarse, así como si el proyecto justifica la instalación de un sistema de riego.

Además, pueden presentarse suelos con problemas de salinidad y toxicidad que limitan seriamente o impiden el desarrollo de los árboles, como sucede en suelos altamente salinos, que impide la absorción del agua por las raíces, llevando a los árboles a la muerte. En este caso, es necesario utilizar especies forestales tolerantes a la toxicidad por salinidad, así como técnicas que permitan la subsistencia del árbol. (Sirén: 1982)

E. METODOLOGÍA

1. Análisis de la situación actual del consorcio Alianza por la Resiliencia. El consorcio de Alianza por la Resiliencia en el país está conformado por las organizaciones holandesas Cruz Roja Holandesa, CARE Nederland, Cordaid, el Centro de Clima de la Cruz y Media Luna Roja y Wetlands International, las cuales iniciaron sus trabajos desde enero de 2011. El grupo se encuentra financiado por el gobierno de Holanda, como parte del programa "Climate-proof Disaster Risk Reduction" en un período del 2011 hasta el 2015. Estas organizaciones se encuentran distribuidas a lo largo del corredor seco del país, en departamentos como Zacapa, Chiquimula, Izabal, Quiché y Sololá. El objetivo general del programa es reducir el impacto de amenazas naturales sobre los medios de vida de comunidades vulnerables. Esto implica dar a entender a las comunidades del balance entre producción y protección, dar fortalecimiento a instituciones locales y mejorar los procedimientos de gobierno para mejorar la gobernabilidad e incrementar recursos a todos los niveles. Debido a una reducción del presupuesto por parte del gobierno de Holanda, algunos proyectos del consorcio se tendrán que desarrollar a un nivel distinto al esperado. Por otro lado, se están enfocando los recursos en proyectos de alto alcance, así como se está buscando una cooperación con instituciones guatemaltecas.

En cuanto al ámbito agrícola, forestal y de recursos, el consorcio considera el buen uso de estos como un medio de desarrollo, por lo que están iniciando la implementación de programas relacionados. Cuentan con personal con conocimientos sobre el manejo de cultivos, como lo son ingenieros agrónomos, pero no cuentan con mucho personal con conocimientos forestales de alto nivel. Gran parte del personal

cuenta con gran experiencia en proyectos con comunidades, lo que ayuda a comprender las necesidades de las poblaciones. Las instituciones con las que trabajan han tenido presencia dentro de las comunidades desde hace algunos años previo al programa de Alianza por la Resiliencia, lo que facilita el trabajo con las comunidades al tener una mejor aceptación hacia nuevas personas que buscan ayudar.

Entre los problemas identificados dentro del consorcio se encuentra que la coordinación para visitas y la organización en general presenta dificultades, principalmente con la Cruz Roja de Guatemala, la cual es encargada de las comunidades en Quiché. Además, en cuanto al ámbito de bosques, no poseen planes concretos fuera de los que están desarrollándose en Quiché para proyectos de reforestación a nivel comunitario, así como no cuentan con programas de reforestación a largo plazo.

2. Análisis de la comunidad El Volcán. La comunidad de El Volcán se encuentra ubicada en laderas de montañas dentro del municipio de Camotán, Chiquimula. Esta fue fundada en la primera mitad del siglo XX por pobladores de la región. La comunidad se ha dedicado principalmente a la cosecha de cultivos anuales como el maíz y frijol, aunque cultivos como el café representan ingresos considerables para los pobladores, por lo que se le considera esencial. Con el paso de los años y debido a la agricultura sin ningún tipo de fertilizantes ni rotaciones durante largos períodos, los suelos han perdido gran parte de su fertilidad, por lo que cada año se dificulta el desarrollo de sus cultivos y se encarece. Esto les afecta principalmente debido a que sus rendimientos por área han disminuido, lo que reduce sus recursos alimenticios seriamente.

Además, la falta de fertilidad de los suelos les reduce las posibilidades de la siembra de hortalizas, ya que estas requieren de una gran inversión inicial, que los pobladores no pueden cubrir. Los diversos problemas que se presentan en la comunidad han llevado a que se unan en busca de soluciones, por lo que se ha formado un comité de aguas, el cual ha podido, a los largo de los últimos años, conseguir el apoyo necesario para la construcción de tanques para la distribución de agua.

Debido a su ubicación presenta problemas relacionados principalmente con la vulnerabilidad a los desastres naturales, que se han incrementado con el cambio climático actual. Estos se observan principalmente como sequías fuertes en época de verano y fuertes lluvias y riesgo de deslaves en época de invierno, lo cual conlleva a que la comunidad se encuentre en riesgo de sufrir problemas como reducción en producción alimenticia y problemas con contaminación y reducción de abastecimiento en sus fuentes de agua.

Las fuentes energéticas dentro de la comunidad son limitadas, ya que su principal fuente de energía proviene de leña producida por bosques naturales dentro y en los alrededores de la comunidad. Sus fuentes de agua poseen problemas en cuanto a calidad de agua y las capacidades de abastecimiento en época de verano. Estos problemas han afectado a la comunidad desde hace un tiempo y les preocupa el futuro de la comunidad al no tener la posibilidad de garantizar recursos básicos a largo plazo. Esto incluye no poder abastecer las necesidades de agua potable y agua requerida para cultivos de la comunidad, así como no poder abastecer las necesidades de leña que tengan sus requerimientos energéticos.

3. Análisis de la comunidad Pasaquijuyup. La comunidad de Pasaquijuyup se ubica en el municipio de Santo Tomás La Unión, del departamento Sololá. La comunidad se dedica principalmente a la actividad agrícola, tanto de subsistencia como para la venta. Debido a la ubicación de la comunidad, el acceso a esta puede ser difícil en las épocas de invierno, aunque siempre es posible alcanzar la comunidad. Por otro lado, la distancia de la comunidad a su mercado más cercano provoca que los productos que estos cultivan se vendan principalmente a intermediarios, a manera de poder cubrir los costos del transporte.

A diferencia de otras comunidades, esta tiene una visión acerca de la importancia de sus bosques muy acertada a la realidad, por lo que, con ayuda de los socios del Megaproyecto, han realizado campañas de reforestación bastante extensivas, basadas principalmente en especies forestales de rápido crecimiento con fines energéticos.

Además, se han impulsado campañas de sistemas agroforestales, las cuáles están comenzando a tener una aceptación general dentro de la comunidad.

4. Análisis de la comunidad Patulup. La comunidad de Patulup se ubica en el municipio de Sacapulas, del departamento Quiché. Es una comunidad dedicada principalmente a los cultivos agrícolas convencionales, con prácticas de cultivos como ejote francés en algunos sectores. La comunidad posee acceso durante todo el año, a pesar de ser este un camino de terracería. Se encuentra a aproximadamente 25 kilómetros de Sacapulas, por lo que los pobladores se encuentran cerca de un poblado con mercado importante. Es una comunidad que desde hace algunos años ha interactuado con la Cruz Roja Guatemalteca en diversos proyectos.

Actualmente se está desarrollando una actividad de reforestación a pequeña escala, que no cuenta con una estructura ideal para promover la plantación continua de árboles. Esto resulta en que los árboles con los que se está reforestando se planten en pequeños espacios disponibles sin criterio técnico, lo que puede dificultar en un futuro el desarrollo de un proyecto de bosques energéticos.

5. Análisis del Municipio de Sacapulas. El municipio de Sacapulas se ubica en un área vulnerable del departamento de Quiché, donde se presentan terrenos con pendientes pronunciadas, así como suelos muy pobres en cuanto a capacidad productiva. Además de problemas de origen topográfico, poseen dificultades con la deforestación, ya que una parte importante de las laderas alrededor de la cabecera municipal se encuentra deforestada, incrementando la vulnerabilidad a desastres naturales. La cabecera cuenta con un centro de salud, así como un Centro de Recuperación Nutricional, pero no cuentan con personal nutricionista desde principios del año. En la cabecera se ubican oficinas de la Cruz Roja Guatemalteca y se apoyan en algunos proyectos.

La municipalidad actual está implementando programas de reforestación en los alrededores de la cabecera, con el fin de reducir la erosión y prevenir deslaves. Para esto, se están apoyando en programas de incentivos del INAB, como lo es el Pinpep, que facilita el apoyo de pobladores al poseer ingresos a lo largo de cinco años, en lo

que normalmente es una tierra ociosa. Basándose en los trabajos en conjunto con el INAB, se espera que se incrementen el número de proyectos de reforestación en los alrededores, en terrenos privados. En cuanto a terrenos municipales, se está realizando un estudio de un proyecto de vivero forestal municipal, con una capacidad de alrededor de 100000 plantas anuales, aunque no se cuenta con fuentes semilleras seguras ni un plan a largo plazo para el desarrollo de las plantaciones. Además, no tienen definido cómo desarrollar el proyecto, a manera de garantizar su continuidad, independientemente de si se presenta un cambio de gobierno

6. Pautas de observación. Para obtener información acerca de las necesidades de las municipalidades y del grupo del consorcio de Alianza por la Resiliencia y con la ayuda de la estudiante del módulo de Psicopedagogía, se elaboró una pauta de observación y recopilación de datos para la implementación de un vivero forestal. La pauta utilizada se puede observar en la sección de anexos (Ver Anexo 1).

Esta se elaboró tomando como objetivo consultar con personal encargado del sector ambiental y forestal del consorcio las ideas o las necesidades que se tienen para actividades forestales y de reforestación, para establecer lo que debía incluirse en los manuales de elaboración de un Vivero Forestal, la Recolección de Semillas y Establecimiento de la Plantación.

A. Diagnóstico: Análisis FODA de comunidades:

- Fortalezas.
 - Las comunidades son muy unidas y esto ha llevado a que se dé una buena comprensión acerca de las necesidades y posibles soluciones para cubrir las necesidades de los pobladores.
 - Las regiones se prestan para el establecimiento de plantaciones de rápido crecimiento con fines energéticos.
- Oportunidades
 - Los factores climatológicos alrededor de las comunidades permiten la plantación de especies de rápido crecimiento con fines energéticos.

- En los alrededores de las comunidades se encuentran las especies ideales para ser trabajadas como bosques energéticos.
- Debilidades
 - Una cantidad importante de las comunidades se ubican sobre pendientes muy pronunciadas que podrían dificultar la plantación de bosques de rápido crecimiento.
 - Suelos pobres podrían presentar problemas en abastecimiento de nutrientes para los árboles plantados.
- Amenazas
 - Pobladores de comunidades ajenas podrían tener interés en talar leña para llevarla a sus poblados.
 - Fuertes lluvias en invierno podrían resultar en deslaves en áreas de crecimiento inicial de las plantaciones con fines energéticos.

B. Elementos a mejorar:

- Reducción de dependencia de ayudas externas para su desarrollo, debido a que constantemente han contado con apoyo e ONG's e instituciones gubernamentales que brindan ayuda como alimentos y otros insumos, por lo que deben aprender a continuar sus mejoras por su cuenta, para garantizar el futuro de las comunidades.
- Mejoras de capacidades productivas, ya que los pobladores no utilizan técnicas de conservación de suelos, las cuales son muy importantes en la topografía en la que se encuentran la mayoría, donde se pueden dar deslaves y tasas de erosión altas.
- Incrementar cobertura forestal en laderas de montañas, debido a que muchas de estas se encuentran libres de cobertura, lo que afecta la infiltración de agua al suelo, así como promueve deslaves y pérdidas de productividad, al no tener vegetación que reduzca la velocidad de caída del agua.
- Diversificar sus cultivos, las comunidades se centran en únicamente un cultivo, lo que limita sus capacidades de competencia en mercados, así como no utilizan ninguna técnica de agroforestería, la cual podría

además mejorar la biomasa en los suelos, mejorándolos e incrementando su capacidad productiva a largo plazo.

- Conservación de bosques naturales, los pobladores dependen altamente en leña proveniente de bosques a sus alrededores para consumo familiar. Aunque esta necesidad es muy importante cubrirla, debe darse un manejo sostenible o una conservación a los bosques naturales a sus alrededores, ya que de lo contrario pueden deforestar más áreas, incrementando la vulnerabilidad a desastres como consecuencia de deslaves y pérdida de capacidad productiva que pueden resultar de la pérdida de cobertura.
- Establecimiento de plantaciones con fines energéticos para garantizar las demandas energéticas presentes y futuras.

C. Acciones estratégicas: Entre las acciones estratégicas del megaproyecto se encuentran las siguientes:

- Estudios de capacidad de uso del suelo: Esto ayudará a determinar la capacidad del suelo para tolerar algún cultivo en particular sin promover la erosión, así como si se debe evitar el uso de ese suelo debido a pendientes excesivas, suelos degradados, presencia de bosques de especies de alta importancia, etc.
- Análisis de especies favorables: Su importancia recae en definir las especies autóctonas que pueden manejarse para las plantaciones de bosques energéticos, así como especies exóticas que pudieran introducirse.
- Medición y revisión de historial de precipitación anual: Importante en la determinación de peligro de sequías o riesgo por inundaciones y deslaves. Además ayuda a determinar cultivos adecuados para la región y al diseño del sistema de riego.
- Capacitación para la recolección de semillas: Se desarrollará un programa de capacitación con el fin de brindar conocimientos de técnicas de identificación, selección de fuentes semilleras, recolección y procesamiento de semillas forestales para el establecimiento de plantaciones con fines energéticos.

- Diseño de vivero forestal: Se diseñará un vivero forestal con la capacidad de producir las plantas necesarias para abastecer las necesidades de las plantaciones con fines energéticos que se establecerán.

F. RESULTADOS

Como parte de los resultados del Megaproyecto, se realizaron jornadas de visita a las comunidades trabajadas, con el fin de obtener ideas sobre las necesidades de cada comunidad. Aprovechando las visitas, se realizaron jornadas de divulgación de información para poder observar si los pobladores mostraban aceptación por el establecimiento de plantaciones de rápido crecimiento con fines energéticos. Como resultado de esto, se obtuvo que los pobladores muestran un gran interés por sus recursos energéticos y que se beneficiarían del establecimiento de dichas plantaciones.

Al tomar en consideración lo aprendido en las visitas, se elaboraron tres (3) manuales destinados a la creación de plantaciones con fines energéticos:

- “Manual de Recolección de Semillas para la Producción de Plantas con Fines Energéticos” (Ver Anexo 3); este incluye información importante para realizar la recolección de semillas, cubriendo aspectos como la selección de los árboles semilleros, que deben cubrir características como fuste recto, ramas delgadas y libres de enfermedades, equipo utilizado para la recolección de semillas, como serían los espolones para escalar y soportes de seguridad como el arnés y las cuerdas, tratamientos en campo que pueden realizarse sobre la semilla para determinar su viabilidad, y por último información sobre la recolección y almacenamiento de la semilla de especies de *Pinus* y *Alnus*.
- “Manual del Diseño de un Vivero Forestal para la Producción de Plantas con Fines Energéticos” (Ver Anexo 4); presenta información sobre las características que deben poseer los sitios de instalación para viveros forestales, como son drenaje del suelo, disponibilidad de agua y calidad de los suelos, manejo de las plantas dentro del vivero, partes del vivero y equipo utilizado dentro del mismo y preparación del terreno para el trasplante a su sitio final.
- “Manual del Diseño de una Plantación con Fines Energéticos” (Ver Anexo 5); cuenta con información sobre el establecimiento de las plantaciones a partir de

las plantas producidas en un vivero, enfocándose principalmente en la producción de leña para el Aliso y madera de aserrío para el Pino. Cubre información como características de siembra a cubrir, como el distanciamiento entre plantas, el manejo a temprana edad de las plantas, como fertilizaciones y remoción de malezas, ciclos de corta de los árboles, que varía entre el Pino y el Aliso, así como habla de programas de incentivos forestales y los beneficios de estos.

Los manuales se presentan en anexos.

G. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo general del Megaproyecto consistía en contribuir con el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria de poblaciones vulnerables de Guatemala a causa del cambio climático, a través de la gestión mejorada de los recursos, alimentos y procesos, por medio de prevención y creación de estrategias que refuercen la seguridad alimentaria y nutricional, así como el desarrollo sostenible. El anterior objetivo se relaciona con el módulo Agroforestal debido a que el buen manejo de recursos naturales lleva a un desarrollo sostenible ambientalmente. Además, el manejo de los bosques y sus ecosistemas reducen la vulnerabilidad de las comunidades frente al cambio climático al permitir a los pobladores cubrir sus necesidades energéticas y proveer a las comunidades servicios ambientales de todo tipo.

En cuanto a los objetivos específicos, estos consistían en promover el uso de bosques de rápido crecimiento con el fin de producción de madera para usos energéticos, la elaboración de manuales para el establecimiento de bosques de rápido crecimiento y el diseño de un vivero forestal para abastecer a las plantaciones, promover visión económica, ecológica y social sostenible sobre los bosques y promover la utilización de sistemas agroforestales como técnicas de conservación de suelos. Debido a que el consorcio solicitó que el Megaproyecto se enfocara a todas sus áreas de trabajo, fue necesario realizar modificaciones a los objetivos, así como dejar de realizar algunos. Esto sucedió ya que se había pensado trabajar en la comunidad El Volcán originalmente, donde se había realizado una visita para conocer a la comunidad

y las necesidades de esta. Al querer incorporar al grupo a todas las regiones que abarca el consorcio, fue necesario detener el avance de los objetivos hasta poder contar con información sobre estas. Más adelante, se decidió trabajar con la Cruz Roja Guatemalteca en las comunidades ubicadas alrededor del municipio de Sacapulas, Quiché, esto debido a avances con los que se contaba en la comunidad. Esto permitió enfocar el módulo a la elaboración de los manuales necesarios para el establecimiento de la plantación con fines energéticos y para el diseño de un vivero forestal. Tomando en consideración las necesidades de las comunidades y los intereses tanto del consorcio como de las municipalidades, se decidió elaborar un manual de recolección de semillas, destinado específicamente a las especies de Pino y de Aliso encontradas comúnmente en los alrededores de las comunidades. Aunque el cambio de enfoque permitió la elaboración del manual de recolección de semillas, llevó a que los objetivos de la promoción del enfoque económico, ecológico y social sostenible y el promover uso de sistemas agroforestales no se pudieran desarrollar debido a limitaciones de tiempo. Únicamente se dio a conocer la importancia de los bosques a la comunidad Pasaquijuyup ubicada en Santo Tomás La Unión, Sololá, debido a que existió dificultades idiomáticas que impidieron la comunicación y poder presentar de manera efectiva este tema y limitó la efectividad debido a que este tema no fuera evaluado. Las visitas posteriores se llevaron a cabo con personal de la Cruz Roja sin formar grupos de las comunidades, no se pudo realizar esta presentación más adelante.

En cuanto a las especies seleccionadas para la elaboración de los manuales, estas se seleccionaron debido a que son relacionadas con los bosques naturales de las regiones del consorcio y tienen importancia ecológica dentro de los mismos. Además, son especies que las comunidades conocen y han utilizado a lo largo de los años. En la comunidad Pasaquijuyup se han desarrollado proyectos de reforestación con Aliso, por lo que tienen experiencia sobre su manejo y tienen una visión futura sobre el bosque muy favorable. Aparte de la presencia de las especies en los bosques naturales de los alrededores, se escogieron las especies en base a sus cualidades y servicios ambientales que proveen a los ecosistemas.

El Aliso es una especie que se caracteriza por su madera que tiene un poder calorífico muy alto, lo que hace de los árboles una fuente energética muy eficiente y se combina con su rápido crecimiento que favorece los ciclos de corta rápidos, incrementando la productividad por área. Además, provee servicios ambientales como el mejoramiento de la fertilidad del suelo, fijando nitrógeno y formando materia orgánica sobre el mismo y reduciendo las probabilidades de deslaves y pérdidas de suelos por tener raíces profundas. Esto va de acuerdo con el objetivo general del Megaproyecto, al buscar un desarrollo de las comunidades y una reducción a la vulnerabilidad que estas presentan frente al cambio climático.

El Pino es una especie cuya madera se utiliza principalmente en la construcción, lo que incrementa el valor de la madera para procesos de aserrío en comparación con su utilización para leña. Esto promueve una visión productiva a los bosques, reduciendo la presión sobre los mismos al representar ingresos significativos para los pobladores de las comunidades. Además de esto, el Pino es una especie muy adaptable a condiciones adversas, lo que permite su implementación en las regiones del consorcio, ya que los suelos tienden a ser muy pobres en cuanto a fertilidad y características físicas, limitando la productividad de las tierras considerablemente. Entre otro de los beneficios de utilizar el Pino es que algunas especies como el *P. oocarpa* pueden ser utilizados para la producción de resina, que se utiliza en la fabricación de aguarrás y otros solventes, por lo que puede representar ingresos extras en caso de ser aprovechado.

En cuanto a los manuales, se decidió integrar la parte de producción de plantas, incluyendo el vivero y la recolección de semillas, dentro de las actividades a elaborar para el establecimiento de una plantación con fines energéticos. Esto se debe a que en una visita con la municipalidad de Sacapulas, Quiché se habló acerca de la intención de establecer un vivero forestal comprando la semilla a regiones externas. Esto significa un mayor costo en la producción de plantas en los viveros y trae consigo el riesgo que las plantas no se desarrollen adecuadamente debido no estar adaptadas a la región. Tomando en consideración que en los alrededores de las comunidades se pueden encontrar varios individuos con características favorables para la recolección de

semillas, se sugirió que se utilizara este método en lugar de comprar la semilla. Esto permitiría a las comunidades y municipalidades realizar todas las actividades involucradas con las plantaciones internamente, reduciendo los costos al no depender de viveros externos que trabajen con semilla externa, que indudablemente es más caro.

Al tomar en consideración que el fin de las plantaciones es la reforestación en zonas que actualmente no cuentan con cobertura, estas pueden aplicar a los programas de incentivos forestales. Estos principalmente sirven par cubrir los costos de establecimiento de plantaciones y el mantenimiento de las mismas durante los primeros años. En conjunto con el Instituto Nacional de Bosques (INAB), quien administra los incentivos, las municipalidades podrían impulsar la reforestación en comunidades, facilitando el acceso de información a los pobladores e impulsando proyectos a pequeños poseedores de tierras donde la producción agrícola sea muy deficiente.

H. CONCLUSIONES

- La mejora de la resiliencia comunitaria es una vía necesaria para reducir los daños que el cambio climático pueda traer a comunidades ubicadas en zonas vulnerables.
- Impulsar las plantaciones forestales con fines energéticos permite solucionar problemas energéticos que se presentan dentro de comunidades con altas tasas de deforestación, que incrementan su vulnerabilidad.
- Se observó una aceptación a proyectos de plantaciones con fines energéticos alta debido a las necesidades de los pobladores a mejorar sus condiciones futuras y a causa de la dificultad que les presenta recolectar leña en sitios lejanos a sus poblados.
- La elaboración del “Manual de Recolección de Semillas para la Producción de Plantas con Fines Energéticos” es importante en el establecimiento de plantaciones forestales con fines energéticos, permitiendo a quien los utilice seleccionar aquellos individuos que podrán desarrollarse con características ideales de crecimiento y calidad, mejorando el rendimiento del suelo.
- La elaboración del “Manual del Diseño de un Vivero Forestal para la Producción de Plantas con Fines Energéticos” permite a las municipalidades y comunidades

establecer un vivero que satisfaga las necesidades de número de plantas que el establecimiento de una plantación con fines energéticos requiera, así como producir plantas sanas que tengan mejores capacidades de adaptarse a las condiciones del sitio de siembra final.

- El “Manual del Diseño de una Plantación con Fines Energéticos” permite a las comunidades y municipalidades que se encuentran dentro de las regiones de trabajo del consorcio de Alianza por la Resiliencia conocer los lineamientos necesarios para el establecimiento de una plantación con fines energéticos que posea el mejor rendimiento, visión futura sobre los bosques, preste más servicios ambientales y mejore las condiciones económicas de comunidades y sus pobladores.
- El seguimiento de la información presentada dentro del módulo Agroforestal del Megaproyecto promueve el buen manejo de recursos naturales dentro de las comunidades, de acuerdo con el objetivo de un desarrollo sostenible y la mejora de la resiliencia comunitaria.
- Se obtuvieron limitantes en cuanto al lenguaje utilizado en visitas a las comunidades, por lo que algunas partes del mensaje sobre los bosques se pueden haber perdido.

I. RECOMENDACIONES

- Se deben implementar programas de fortalecimiento de resiliencia comunitaria en más regiones del país que se encuentren dentro de zonas vulnerables a desastres causados por el cambio climático.
- Se recomienda que se promueva el manejo sostenible de los bosques en las comunidades, como un medio de aprovechamiento de los recursos.
- Se recomienda la implementación de programas de reforestación para bosques con fines energéticos para la utilización de los productos de estos dentro de comunidades.
- Se recomienda la utilización de los manuales establecidos en el Módulo Agroforestal de este Megaproyecto para la implementación de plantaciones de bosques con fines energéticos.

- Para asegurar el éxito de una plantación con fines energéticos, se recomienda que se realice la selección de las especies ideales para la región donde se desea implementar la plantación, se seleccionen los terrenos ideales para los mismos y se cuente con las fuentes de agua apropiadas, así como la precipitación que requieren las especies a utilizarse.
- Se recomienda buscar en conjunto con instituciones gubernamentales como el INAB programas que favorezcan el establecimiento de plantaciones, por medio de incentivos y/o educación forestal dentro de las comunidades más vulnerables.
- Se recomienda el uso del programa de PINPEP para el establecimiento de plantaciones menores a 5 hectáreas, con el fin de disminuir o cubrir los costos de establecimiento de plantaciones con fines energéticos. (Ver Anexo)

V. Módulo Ingeniería en Ciencias de Alimentos:

Gestión del agua como fundamento de la seguridad alimentaria

A. INTRODUCCIÓN

Ese componente busca hacer un análisis a lo largo de la problemática del agua y su calidad al ser afectada por desastres naturales. Tratar la seguridad alimentaria y el cómo mitigar los problemas por medio de una guía rápida que puede ser replicada en diferentes comunidades. El área de estudio comprende comunidades específicas del corredor seco de Guatemala. El corredor seco comprende los departamentos de: Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Chiquimula, Santa Rosa, Jutiapa y adjunto a este grupo el departamento de Quiché y Sololá. Se trabajó con las comunidades de los lugares descritos por medio de una metodología de investigación de campo y análisis de los recursos así como investigación bibliográfica y entrevistas a las personas residentes en las comunidades. Por medio de esta recolección de información y análisis de las fuentes de agua se llega a la conclusión que existen fuentes potables y no potables dependiendo de la procedencia y que en caso de desastres naturales como sismos, deslaves, fuertes lluvias o sequías se deben tomar las medidas necesarias para una óptima desinfección del agua, y de esta forma mejorar la calidad del agua.

B. JUSTIFICACIÓN

1. Descripción de la problemática del agua y seguridad alimentaria
 - **Importancia del agua en la seguridad alimentaria.** la gestión del agua es fundamental para la estabilidad de la producción mundial de alimentos. el acceso confiable al agua incrementa la producción agrícola, ofrece un suministro estable de productos agrícolas importantes y mayores ingresos en las zonas rurales. sin la correcta gestión para un manejo sostenible del agua, los lagos y los acuíferos subterráneos asociados a ellos, la seguridad alimentaria local, regional y mundial corren riesgos. la sequía es la causa más frecuente de aguda escasez de alimentos en los países en desarrollo, sin embargo las inundaciones son otra causa importante de emergencias alimentarias. en la medida en que el cambio climático haga aumentar la variabilidad de la lluvia y la frecuencia de los

fenómenos meteorológicos extremos, será un obstáculo para la seguridad alimentaria.

- **Consecuencias en nutrición y desarrollo humano.** En las zonas marginales donde hay prolongadas estaciones sin lluvia, habrá mayor riesgo de que se malogren las cosechas. Donde no se puede asegurar la estabilidad de la producción, la población tendrá que emigrar. Pero en las grandes cuencas fluviales y en los ríos la irrigación también corre riesgos debido a la disminución del escurrimiento, la salinidad, el aumento de las inundaciones y del nivel del mar, así como por la contaminación urbana e industrial. Esto reducirá la producción agrícola, la biodiversidad y la capacidad natural de recuperarse de los ecosistemas, con posibles repercusiones negativas para millones de agricultores y consumidores de todo el mundo debido a la gradual limitación del suministro de alimentos.

En consecuencia, la baja calidad del agua y la escasez repercute en todos los aspectos. Desde problemas de deshidratación, hambre por falta de cultivos, falta de higiene y demás cadenas de problemas que se desenvuelven con la falta del agua.

El desarrollo humano según su nombre lo dice, se refiere a las diferentes etapas en las que una persona se desenvuelve como ser en el entorno al que pertenece, incluye la toma de un rol así como su crecimiento intelectual. Según diferentes organizaciones el desarrollo humano comprende la creación de un entorno en el que las personas puedan desarrollar su máximo potencial y llevar adelante una vida productiva y creativa de acuerdo con sus necesidades e intereses y la falta de agua, o falta de calidad de la misma influye directamente en este proceso. Al no contar con este recurso no se tiene un apropiado desarrollo temprano y en consecuencia un mal aprendizaje durante los primeros años de vida lo que repercutirá en el resto de su desarrollo como persona.

C. OBJETIVOS

a. General

Contribuir en el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria de poblaciones vulnerables de Guatemala a causa del cambio climático, a través de la gestión mejorada de los recursos, alimentos y procesos. Por medio de prevención y creación de estrategias que refuercen la seguridad alimentaria y nutricional, así como el desarrollo sostenible

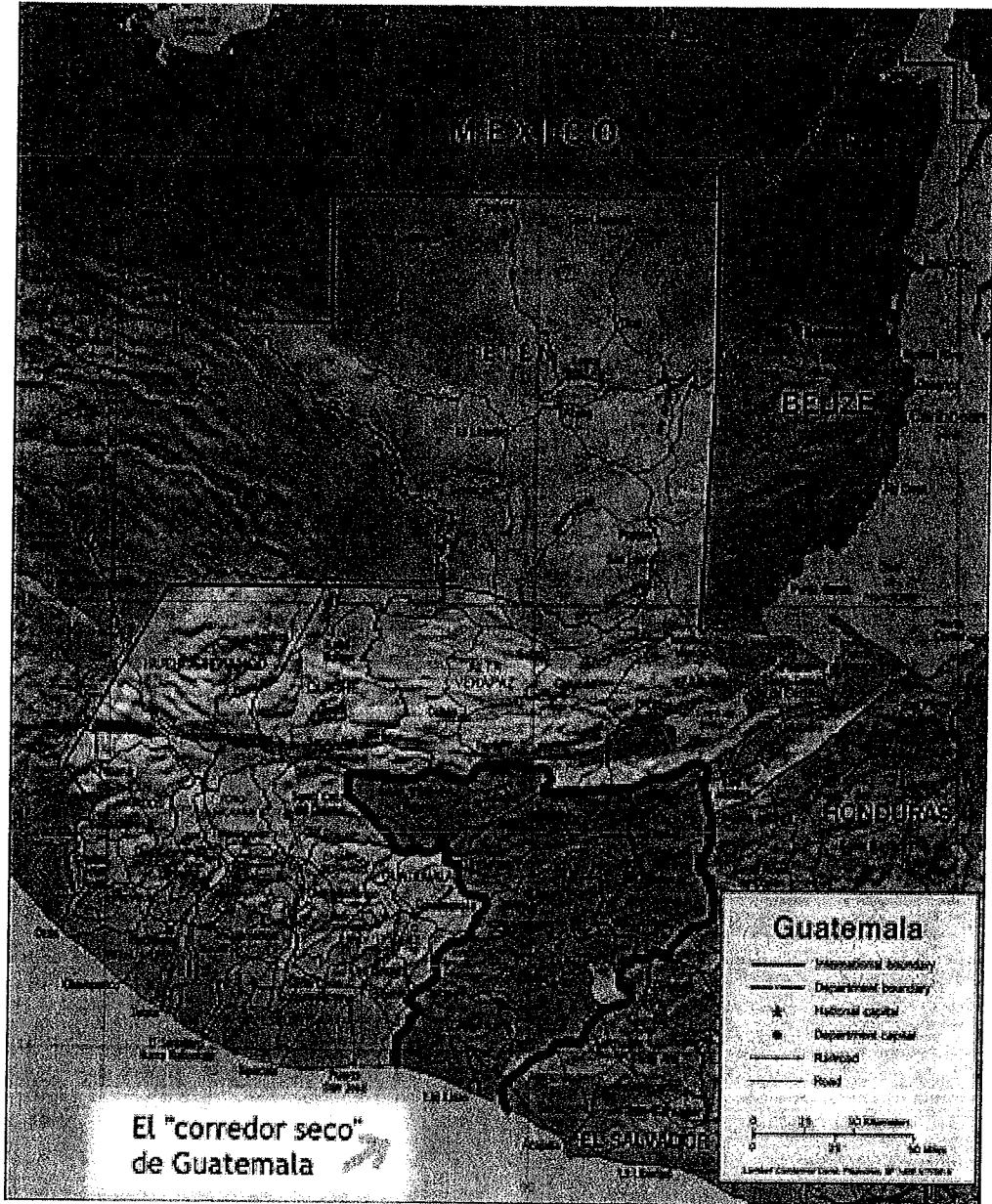
b. Específicos

- Impactar positivamente en la seguridad alimentaria trabajando en la gestión del agua.
- Reconocer la problemática principal en la comunidad de estudio.
- Hacer análisis microbiológico y fisicoquímico del agua según norma regional.
- Elaborar guía de optimización de calidad de agua en la comunidad de estudio.

D. MARCO TEÓRICO

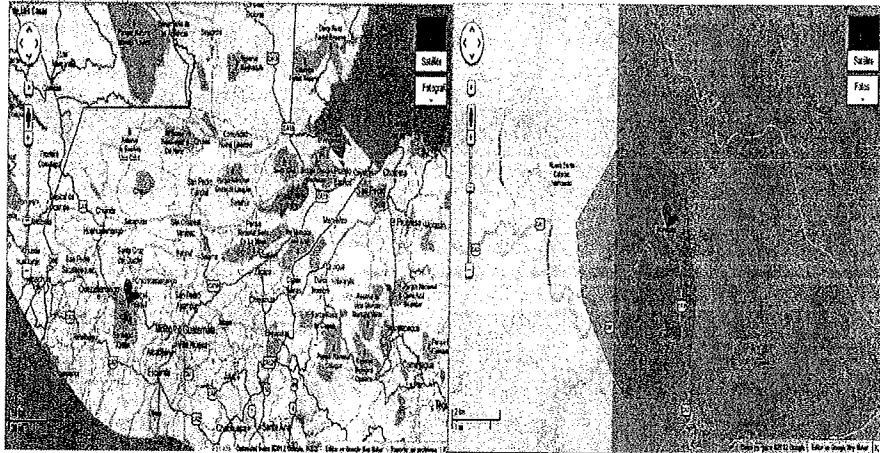
1. Descripción de la situación actual. El área de estudio comprende comunidades específicas del corredor seco de Guatemala. El corredor seco comprende los departamentos de: Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Chiquimula, Santa Rosa, Jutiapa y adjunto a este grupo el departamento de Quiché. Se puede observar en la Imagen 1 el área de estudio y a partir de la Figura 2 a la 4, se observan los mapas de las diferentes comunidades en las que se hizo un estudio preliminar al estudio final en Sacapulas, Quiché (Figura 4).

Figura 2
Corredor seco de Guatemala



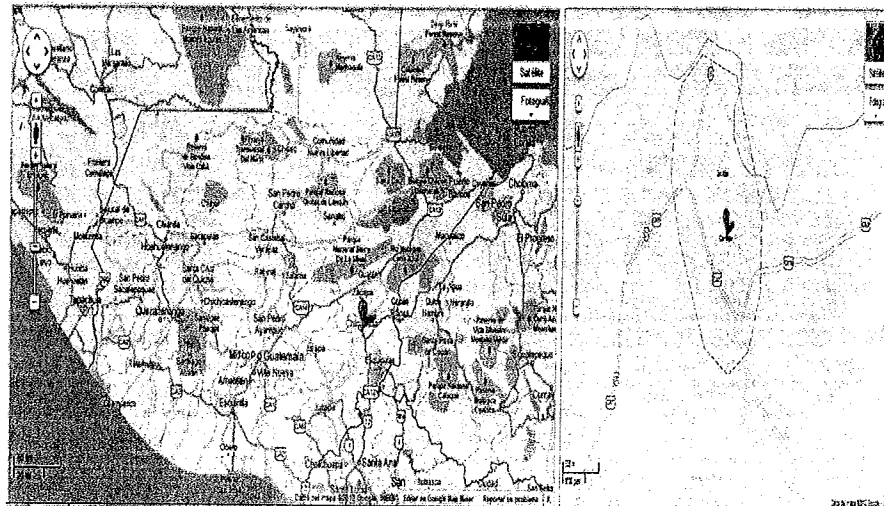
Fuente: Google maps.

Figura 3
Nahualá, Sololá



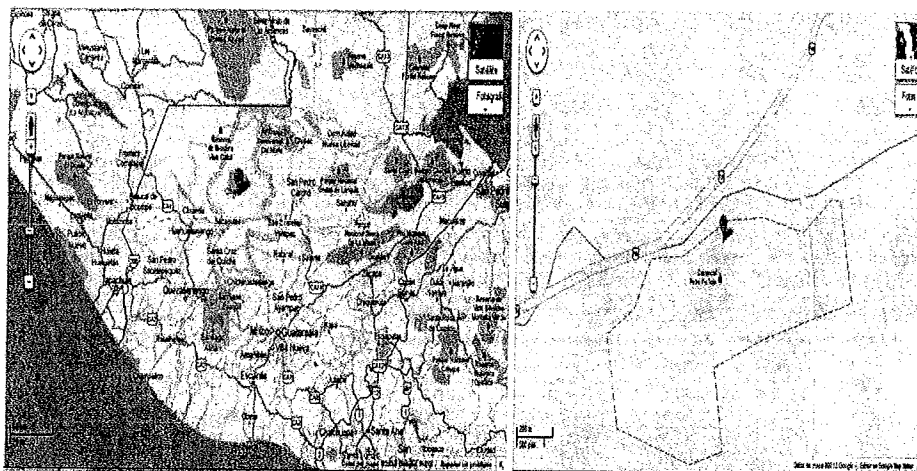
Fuente: Google maps

Figura 4
Camotán, Chiquimula



Fuente: Google maps

Figura 5
Sacapulas Quiché



Fuente: Google maps

En el corredor seco de Guatemala se conoce que existe problemática respecto a la disponibilidad del agua. Las familias que viven en estos sectores han aprendido a cuidar estos recursos y a dosificarlos según sus necesidades, sin embargo esto sucede cuando los tienen disponibles. En caso de no tener el recurso u obtenerlo de una forma que no cumple con los requisitos mínimos de calidad del agua, se desencadenan las diferentes problemáticas que conllevan enfermedades, falta de medicinas, falta de educación y bajos niveles de nutrición.

2. **Recursos de las comunidades.** a. El Volcán, Camotán, Chiquimula. En Camotán, Chiquimula, específicamente en la comunidad de El Volcán cuentan con agua entubada en épocas de lluvia, el acceso a la tubería solamente lo tienen las principales casas de la comunidad, es decir las que se encuentran ubicadas céntricamente. Hay riachuelos que elevan su cauce en época de lluvia que se encuentran aproximadamente a 1Km de distancia y en épocas secas deben caminar hasta 5Km para encontrar agua. Este recurso no dispone de una higiene óptima, sin embargo cuentan con conocimientos de buenas prácticas como hervir el agua antes de su uso y han recibido capacitaciones de ONG's acerca de filtros elaborados con tela y papel.

Figura 6

Riachuelo en época de lluvia, Camotán, Chiquimula

b. Caserío Pasaquijuyup, Aldea Xujuyup, en Nahualá Sololá. En Nahualá, Sololá cuando es invierno cuentan con recolección en envases disponibles dentro de sus hogares y cuando es verano caminan hacia nacimientos cercanos para contar con el agua necesaria para vivir. Tienen la buena práctica de hervir el agua antes de tomarla, especialmente si se trata de niños o bebés y no experimentan mayor problemática con el agua; más que todo se trata de mejorar la concientización del uso del agua.

Figura 7

Quebrada en Nahualá, Sololá

c. Diferentes Comunidades, Quiché. Comunidades: Patulúp; Xatinap V, Xesic II, Xoljuyub. Todas ubicadas en el departamento de Quiché. Las comunidades cuentan con nacimientos de ríos en las partes altas de las montañas; esto hace que el agua baje por gravedad por medio de un sistema de entubado. El acceso al agua permite un desarrollo mayor comparado con comunidades anteriormente visitadas. Las diferentes comunidades del departamento de Quiché cuentan con este recurso; por momentos escasea pero siempre se encuentra disponible. En general se nota una mayor economía, fuente de ingresos, desarrollo educacional y económico; todo esto derivado de la calidad de los recursos con los que cuentan.

Figura 8

Río Piedras Negras, Sacapulas, Quiché

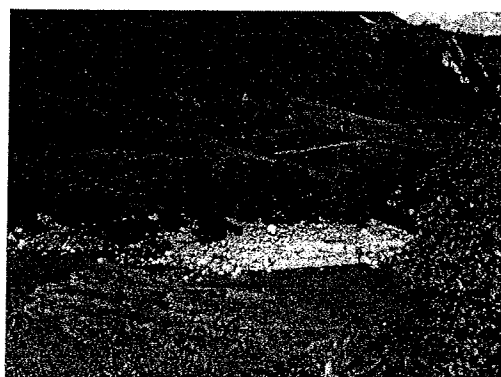
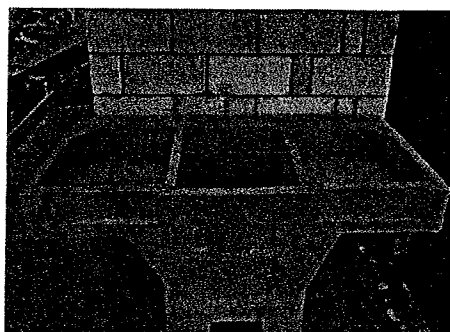


Figura 9

Pila en centro Cruz Roja, Santa Cruz del Quiché



3. Marco legal. 1. Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. A continuación se exponen las políticas nacionales de seguridad alimentaria y nutricional que dictan las acciones a tomar en relación a los objetivos del Megaproyecto.

Esta brinda los lineamientos a seguir para que Guatemala mejore las condiciones que permitan superar la inseguridad alimentaria y nutricional. Fue aprobada en el año 2001 y promueve la creación del Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria Nutricional como ente responsable de la coordinación intersectorial, para reducir los índices de hambre, la pobreza y la desnutrición en Guatemala, además de ser un medio para alcanzar los objetivos de Desarrollo del Milenio para el 2015, siendo el objetivo de esta política “erradicar la extrema pobreza y el hambre”.

Mediante el Acuerdo Gubernativo No. 278- 98, el Estado de Guatemala se compromete a mejorar las condiciones alimentarias de la población. En dicho Acuerdo se da el mandato explícito al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) de “Atender los asuntos concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria forestal e hidrobiológica, así como aquellas que tienen por objeto mejorar las condiciones alimentarias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional” (Reglamento Orgánico interno del ministerio de agricultura, ganadería y alimentación). La Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN) se basa en la Constitución Política de la República de Guatemala, específicamente en el Artículo 2: Deberes del Estado, el cual garantiza la vida, la seguridad y el desarrollo integral de la persona. Así mismo en la Sección séptima: Salud, Seguridad y Asistencia Social, y se fundamenta en el Artículo 94: Obligación del Estado, sobre salud y asistencia social. “El Estado velará por la salud y la asistencia social de todos los habitantes. Desarrollará, a través de sus instituciones, acciones de prevención, promoción, recuperación, rehabilitación, coordinación y las complementarias pertinentes a fin de procurarles el más completo bienestar físico, mental y social”. También el Artículo 99: Alimentación y nutrición, especifica que: “El Estado velará porque la alimentación y nutrición de la población reúna los requisitos mínimos de salud. Las instituciones especializadas del Estado deberán coordinar sus

acciones entre sí o con organismos internacionales dedicados a la salud, para lograr un sistema alimentario nacional efectivo”.

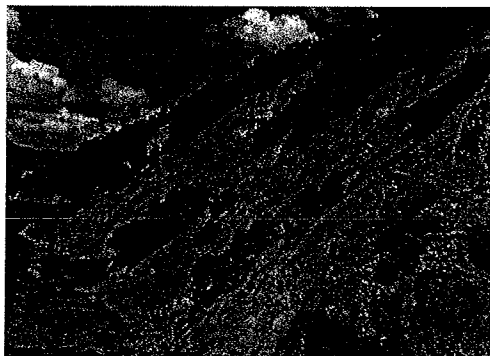
4. Compromisos internacionales asumidos por Guatemala para la búsqueda de una Política de Seguridad Alimentaria efectiva

- 1990: Cumbre Mundial a favor de la Infancia.
- 1992: Conferencia “Acabando con el Hambre Oculta”.
- 1992 Convenio de Diversidad Biológica Río de Janeiro.
- 1996: Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial.
- 1996: Código de Conducta para la Pesca Responsable, FAO.
- 2000: Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad en Biotecnología, Montreal.
- 2001: Declaración de Roma las Metas del Milenio.
- 2002: Codex-Alimentarius (Guatemala forma parte del Codex-Alimentarius desde 1963, pero este fue modificado en el 2002).

El Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional, VISAN, y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), organizaciones gubernamentales, amparan también la legislación a favor de todos aquellos niños y niñas de Guatemala que aún no cuenten con los servicios básicos de salud nutricional, en vista de la necesidad alimentaria evidente de una buena parte de la población infantil del Corredor Seco del País.

5. Características de las fuentes encontradas. En Sacapulas, Quiché se trabajaron con dos tipos de fuentes de agua. La primera era el agua entubada que circulaba por la cabecera del municipio y la segunda el agua recolectada de la crecida del río Piedras Negras. Ambas fuentes son representativas del recurso en este municipio, siendo estas las principales para usos domésticos e industriales del lugar. De las fuentes encontradas se trabajó su análisis según la norma Coguanor NGO 29001 que se encuentra en los anexos de este trabajo.

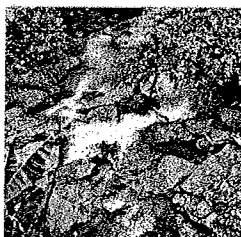
Figura 10
Río Piedras Negras a orillas de Sacapulas, Quiché



Las características microbiológicas evaluadas fueron: coliformes fecales, coliformes totales, conteo de bacterias aeróbicas y *Escherichia coli*. Las características fisicoquímicas evaluadas de las fuentes fueron: pH, dureza total (CaCO_3), calcio, magnesio y cloro residual. Los resultados de estos análisis fisicoquímicos y análisis microbiológicos de las muestras antes descritas se encuentran en la sección 7.1 Análisis de las fuentes encontradas.

6. Disponibilidad de recursos hídricos. En el lugar de estudio Sacapulas, Quiché Guatemala los recursos generalmente se encuentran disponibles en toda época, la variación de disponibilidad se debe a mala distribución en el sistema municipal de entubado. Hay horas en las cuales no hay acceso de agua y en estos casos las personas previenen con recolección previa en horas que si hay disponibilidad. Aparte del entubado se cuenta con pozos hechos por proyectos de las propias comunidades con apoyo municipal y nacimientos que se encuentran en las partes altas del poblado.

Figura 11
Nacimiento ubicado en Xesic, Quiché



7. Formas de recolección y uso del agua. Normalmente las familias suelen recolectar el agua en diferentes utensilios que encuentran, desde recipientes PET de aguas gaseosa, ollas, recipientes pequeños, grandes, etc. El riesgo de la forma de recolección es que se puede transmitir la suciedad al sumergir un recipiente limpio en un segundo que esté sucio lo que sería contaminación cruzada o que se recolecte el agua limpia en un recipiente que no esté en óptimas condiciones higiénicas que entraría en contaminación directa. Esto complica la situación ya que al no limpiar el recipiente se tendría que llevar a cabo algún proceso de desinfección como hervir el agua lo cual recaería en un mayor gasto de recursos y dinero al usar leña o electricidad.

Figura 12

**Recolección de agua por medio de tubería de bambú
en Camotán, Chiquimula**



Otro riesgo también hace referencia a la toxicología, cuando se utiliza cualquier tipo de recipiente sin conocer el peligro de lo que contenía anteriormente. Podría suceder que sea necesario acudir a ayuda médica por casos de intoxicaciones por restos de agentes de limpieza, pintura, solventes, gasolina, insecticidas o cualquier otro elemento de limpieza doméstica o de uso industrial. La forma de recolección influye directamente sobre la seguridad alimentaria ya que en el caso que no exista una fuente fiable de agua, la calidad del agua depende directamente del manejo del agua recolectada. En un cuadro anterior se observa el posible mal manejo del agua por medio de actividades directamente sobre el recurso.

Cuadro 3
Puntos de riesgo originados por malas prácticas

Punto de riesgo	Consecuencia
Uso de recipientes con baja sanitización	Contaminación microbiológica
Uso de recipientes con residuos químicos	Peligro químico
Uso de recipientes que contengan sustancias de uso industrial o doméstico como pesticidas	Peligro toxicológico
No filtración de recurso después de la recolección	Contaminación microbiológica
Verter el agua recolectada desde un recipiente limpio a uno no limpio	Contaminación microbiológica cruzada

Dentro del uso comunitario, según guías del programa de las naciones unidas para el desarrollo por sus siglas PNUD, se puede identificar agua con alta carga mineral ya que al utilizar agua de baja calidad o contaminada con alta carga de minerales hace que cambien las propiedades de alimentos como por ejemplo al cocinar el arroz con esta agua se ablanda y se pone color marrón debido a la presencia de plomo u otros metales. Los frijoles no se cocinan de forma correcta, al tener alta carga de minerales. En la higiene el jabón no hace espuma al tener alta carga de minerales.

a) Malas prácticas. Las malas prácticas se refieren a actividades realizadas con el recurso que involucran factores negativos sobre el recurso o que dan lugar a consecuencias negativas. Esta identificación se llevó a cabo durante la fase de abordaje descrita en la sección posterior.

Las malas prácticas descritas se refieren al proceso de recolección y uso del agua:

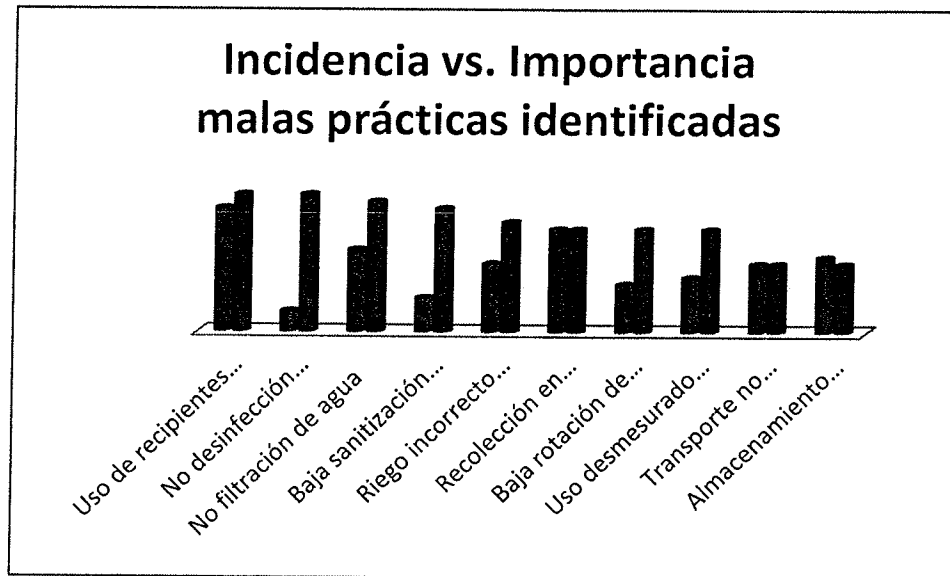
- Uso de recipientes no adecuados: uso de recipientes reciclados de cloro, detergentes, pesticidas y demás sin una correcta limpieza.
- Recolección en condiciones no adecuadas: recolección introduciendo objetos sucios o utensilios no aptos.
- Transporte no adecuado del recurso: transporte junto a animales o posibles fuentes de contaminación cruzada.

- Almacenamiento no adecuado del recurso: posible contaminación cruzada por almacenamiento cercano a animales o tierra.
- Uso desmesurado en tareas del hogar: dejar llaves abiertas, evaporación innecesaria de agua.
- Riego incorrecto en cultivos: posible optimización de riego
- No filtración de agua: uso de agua sin la filtración o eliminación de piezas grandes de contaminación.
- No desinfección del agua: uso del recurso sin desinfección.
- Bajo nivel de limpieza en recipientes para recolección: uso de los recipientes sin la correcta limpieza.
- Baja rotación de recipientes para recolección: utilización del mismo recipiente sin limpieza entre recolecciones.

Figura 13

Recipientes comunes de recolección

Gráfica 1
Incidencia vs. importancia de malas prácticas identificadas



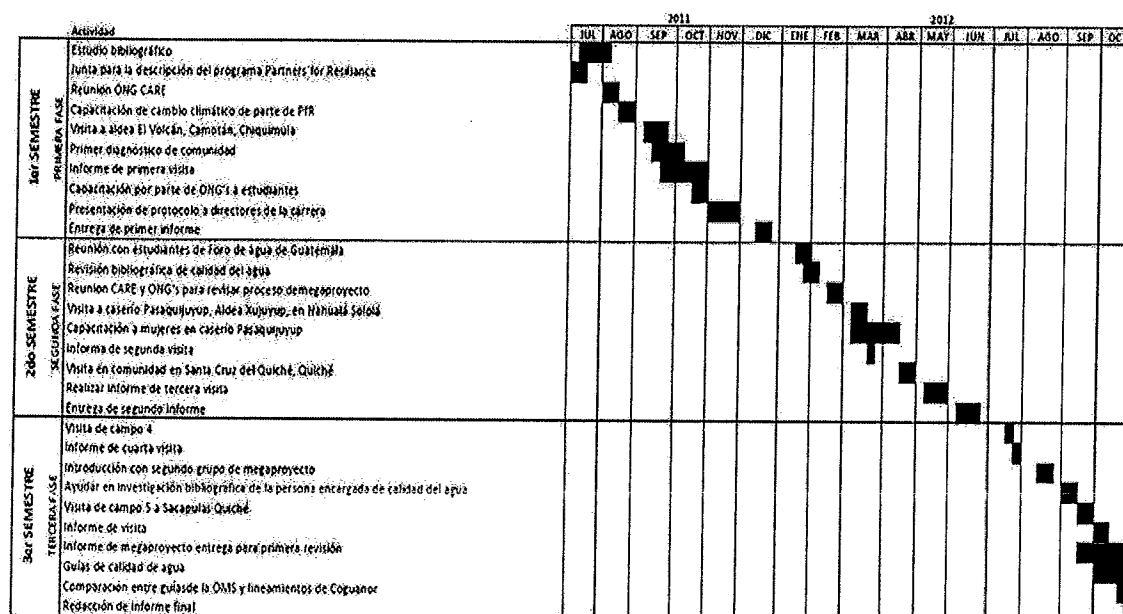
La gráfica describe las diferentes malas prácticas colocándolas en contexto de importancia. De izquierda a derecha se encuentran de mayor a menor importancia dentro de un contexto de problemática respecto al uso del agua. Se compara de esta forma para poder observar que puntos se deben mejorar, los valores con los que se trabajaron fue una puntuación de importancia dentro de la escala de 1-20 tomando 1 como sin importancia y 20 imprescindible, se tomó este rango para comparar respecto a las 20 opiniones recolectadas en una discusión dirigida que se trabajó en una de las visitas. Las opiniones recolectadas se pueden observar en el anexo a, informe de visita a la aldea El Volcán, Camotán, Chiquimula.

E. METODOLOGÍA

Para la metodología se efectuó investigación bibliográfica, de campo y análisis del agua que abarcó fuentes escritas, consultas generales a la población, capacitaciones a grupos específicos, observación de los recursos actuales y análisis de una muestra representativa de agua de la comunidad en estudio. La metodología se describe durante el proceso de plan de mejora descrito en las secciones 5.1 a la 5.3.

Para entender mejor la metodología se presenta en la siguiente página, el cronograma que abarcó el proceso de investigación durante los tres semestres del megaproyecto.

Diagrama 1
Cronograma de megaproyecto



F. RESULTADOS

1. Implementación del plan de mejora. Para la implementación del plan de mejora se contó con las lecciones aprendidas de la FAO en las que describen la metodología de intervención territorial (MIT) la cual propone una serie de fases para el desarrollo de un proyecto en campo. Se definen los tres aspectos más importantes, los objetivos claros del proyecto, la disciplina de la implementación y la participación continua. Se utilizó esta literatura de MIT como respaldo de lo aprendido en las comunidades por medio de las diferentes actividades descritas en el cronograma. En conjunto con el módulo de psicopedagogía se llegó a la conclusión que las fases descritas en este documento aportaban lo adecuado para el tipo de ingreso de información que se deseaba trabajar.

El fin de este tipo de programas es que las familias sean las protagonistas del desarrollo y mejora dentro de la seguridad alimentaria. Ya que el objetivo de esta parte del proyecto era la calidad del agua en la seguridad alimentaria, se elaboró un cronograma que abarcaba tres semestres en los cuales se llevo primero la conceptualización, intervención y posteriormente el informe. Más adelante se detalla el proceso.

Primera fase, preparación. Se abarcó la conceptualización que requiere la capacitación de las personas que van a trabajar en el proyecto. En esta fase se pasó por un proceso en el cual las diferentes organizaciones trabajaron con capacitaciones hacia los estudiantes del megaproyecto y así poder trabajar correctamente las capacitaciones de parte de los estudiantes hacia las comunidades. Al llegar a los lugares de estudio, se realizaba una primera exploración de campo con las personas que ya tenían tiempo trabajando en las comunidades, de esta forma era una entrada más amigable y las personas nos podían conocer y ubicar como parte de las ONG's que nos presentaban como parte del equipo. Además el objetivo de este tipo de primer reconocimiento fue para poder ubicar a los líderes y de esta forma saber a quienes debíamos llegar primero. Al efectuar de esta forma las primeras visitas a las diferentes comunidades se definió con quienes se harían capacitaciones, con quienes se investigaría la problemática y quiénes eran los adecuados para realizar el proceso de toma de muestras y preparación de guías reproducibles en otros lugares.

Figura 14

Plática y capacitación por Cruz Roja Quiché antes de visita a comunidad



- **Segunda fase, abordaje.** Se promovieron reuniones y actividades con cronogramas para un día completo con los líderes de las comunidades; esto siempre con la ayuda de las organizaciones. Se les preguntaba quienes tenían clara la problemática respecto al agua teniendo como objetivo principal conocer a las personas con mayor participación. Al tener ya claras las personas con mayor influencia se les conoció por sus nombres y por la historia de ellos dentro de la comunidad, se les llamó por su nombre común para en Cuadro r confianza y siempre manteniendo una línea de respeto.

Se trató de socializar siempre con los tres factores: persona de la ONG involucrada, persona del megaproyecto y persona de la comunidad, para no dar lugar a sentimiento de amenaza por invasión o investigación. En Chiquimula se trabajó con el grupo de Cocodes, en Quiché con la Cruz Roja y así sucesivamente. En este punto se negociaron diferentes propuestas de proyectos para observar la disponibilidad de las personas y a qué tipo de propuestas se encontraban más atraídos.

Figura 15

Abordaje: Visita Sacapulas, Quiché

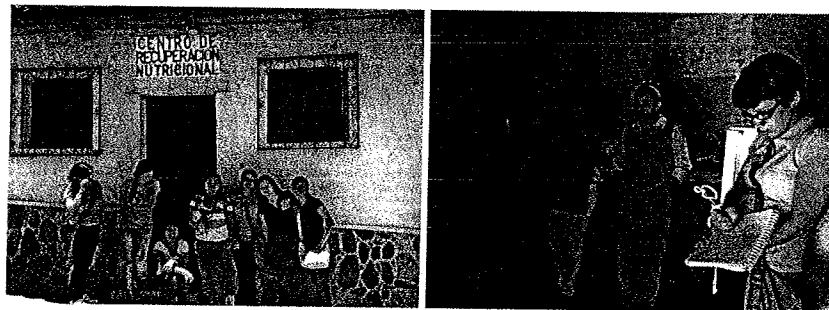


Figura 16
Abordaje: Visita Camotán, Chiquimula

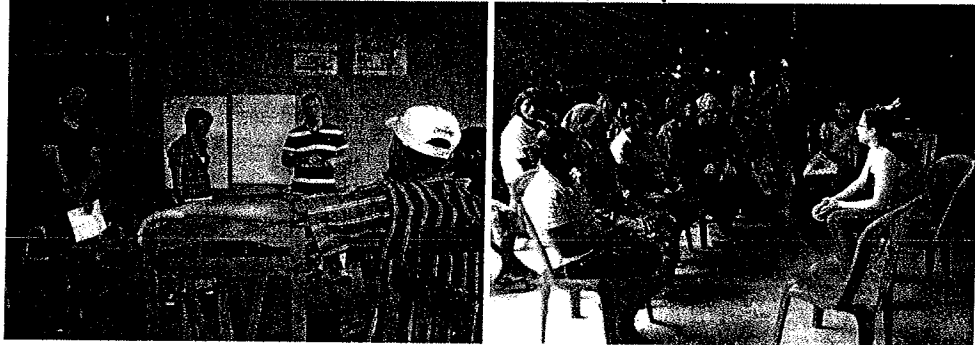
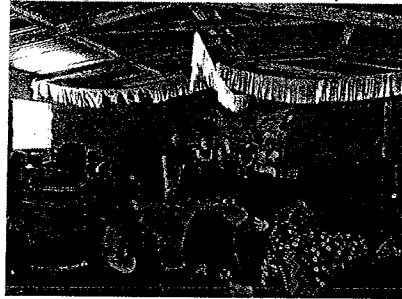


Figura 17
Abordaje: Visita Nahualá, Sololá



- Tercera fase, planificación. La MIT promueve en esta fase la identificación de la problemática y las potencialidades específicas de cada comunidad. Es por esto que ya para la planificación se trabajó específicamente en Sacapulas, Quiché en conjunto con las personas de la Cruz Roja y se formularon planes comunitarios con ellos para que obtuvieran el mayor provecho del trabajo a realizar. Se concluye con ellos el trabajar en guías de fácil lectura con las indicaciones para una mejora de calidad de agua para la seguridad alimentaria.











Figura 18
Planificación: Cruz Roja, Quiché



- Cuarta fase, ejecución.** En esta fase se tradujo todo el proceso a actividades concretas en las que se observó el proceso de recolección de agua, se preguntó por los procesos de desinfección y se observaron los recipientes, las actitudes y el interés respecto al manejo del recurso. Con la información recolectada se procede a la formación de las guías así como las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas elaboradas según las normas COGUANOR NGO2900 y las guías de calidad del agua de la OMS, esto según de la fuente y el fin del recurso examinado.

Figura 19

Ejecución: toma de muestras en Sacapulas, Quiché

Paso				
1 Desinfectar	2 Colocar guantes	3 Humedecer algodón con alcohol	4 Desinfectar recipiente	5 Vacuar contenido
				
6 Tomar muestra de agua	7 Vaciar y volver a tomar muestra de agua	8 Volver a tomar muestra de agua	9 Cerrar botella	10 Almacenar en refrigerado
				

a. Coordinación del plan de mejora. Indicadores de presión, estado y respuesta de la calidad del agua. Los indicadores se trabajaron en base a las prácticas de las comunidades y con referencia a indicadores generales ambientales. Al trabajar con indicadores de presión, estado y respuesta se abarca el proceso en el que las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos, es decir, cambian el estado del recurso. Y las respuestas se dan al haber cambios por políticas ambientales o de otro tipo.

Los indicadores de presión describen la presión que ejercen las actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales, en este caso se utilizaron los indicadores de aguas residuales, consumo aparente y uso de fertilizantes.

Los indicadores de estado se refieren a la calidad del ambiente o del recurso y se evalúa por medio de mediciones de concentraciones de Cloro, Magnesio, etc. Los indicadores de respuesta miden los esfuerzos externos hechos por la sociedad, es decir en forma de orientación o mitigación de los indicadores de estado o de presión.

Cuadro 4
Indicadores aplicables, con un tipo de indicador de presión

Problema	Justificación	Indicador de estado (en comunidad)
Aguas residuales	Las aguas residuales municipales afectan severamente la calidad del agua, pues suelen descargarse sin previo tratamiento. Son peligrosas para la salud humana por los agentes tóxicos e infecciosos que contienen, y contribuyen a la eutrofización de los cuerpos de agua superficiales por el aporte de nutrientes que se derivan de la materia orgánica en descomposición.	Caudal descargado m ³ /s
Consumo aparente de fertilizantes	Los fertilizantes agrícolas aplicados en exceso pueden contaminar los cuerpos de agua superficiales, causando su eutrofización. Algunas sustancias propias de los fertilizantes son tóxicas, como es el caso de los nitratos. Asimismo, el uso intensivo de fertilizantes termina por degradar químicamente al suelo, afectando su fertilidad.	Consumo de fertilizantes (libras/m ²)

Continuación
Cuadro 4

Problema	Justificación	Indicador de estado (en comunidad)
Población ganadera/ doméstica	La producción intensiva de animales domésticos genera grandes cantidades de estiércol que contamina los suelos y atenta contra la calidad de los cuerpos de agua superficiales, pues contiene nutrientes, materia orgánica, microorganismos patógenos, residuos de medicamentos y hasta metales pesados con los que se suplementa la alimentación de los animales. La población pecuaria indica de manera indirecta la producción de estiércol. Situación/Tendencia	Número de animales por decenas
Residuos sólidos de la comunidad	La falta de tiraderos sanitarios, así como los sistemas inadecuados para su manejo pueden tener efectos graves en la salud y el bienestar de la población. Estos efectos se asocian generalmente a enfermedades como la fiebre tifoidea, la salmonelosis, el cólera y la amebiasis.	% de sólidos dispuestos del total desechado
Plaguicidas	Los plaguicidas contienen diversas sustancias dañinas para la salud humana y de los ecosistemas, asimismo, afectan la fertilidad del suelo, dejándolo vulnerable a otros procesos de degradación. Algunos de los compuestos de los plaguicidas persisten en el ambiente largo tiempo antes de degradarse a formas inocuas, lo que facilita su dispersión y acumulación en el suelo, los medios acuáticos y los organismos vivos.	Consumo aparente por m ²
Erosión	La eliminación de la cubierta vegetal favorece la erosión del suelo y afecta su fertilidad. El aporte excesivo de sedimentos contamina al agua porque la enturbia y porque las partículas de suelo traen adheridas agroquímicos, sales, microorganismos patógenos y metales pesados.	% de superficie afectada
Coliformes fecales	Las descargas de aguas residuales domésticas y pecuarias contienen virus y bacterias patógenos que afectan la calidad del agua. Las bacterias coliformes fecales no suelen causar enfermedades, pero resultan ser buenos indicadores de este tipo de contaminación porque son fáciles de detectar por medio de pruebas microbiológicas	UFC
Fosforo en agua	El fósforo en el agua aparentemente no es dañino para la salud, pero fomenta el crecimiento explosivo de algas, algunas de ellas tóxicas, y provoca el abatimiento de oxígeno debido a la descomposición de éstas cuando mueren. El fósforo juega un papel más importante en cuanto a este fenómeno en los ecosistemas dulceacuícolas que en los marinos. Situación/Tendencia	mg/L

Continuación
Cuadro 4

Problema	Justificación	Indicador de estado (en comunidad)
Cloro en agua	El cloro es un químico importante para la purificación del agua, el cloro en agua es más de tres veces efectivo como agente desinfectante contra <i>Escherichia coli</i> que una concentración equivalente de bromo, y más de seis veces más efectiva que una concentración equivalente de yodo. Sin embargo tiene límites inferiores o superiores debido a regulaciones de higiene o de toxicidad.	mg/L
Agua que recibe tratamiento	El tratamiento de las aguas residuales disminuye la presión sobre la calidad de las aguas naturales donde normalmente se vierten, ya que, dependiendo del proceso aplicado, es posible la remoción de materia orgánica, sólidos suspendidos, microorganismos patógenos, nutrimentos (fosfatos y nitratos) y metales pesados, entre otros contaminantes.	Caudal tratado/año
Concientización de parte de ONG's a las comunidades	El tener una constante concientización en forma de charlas, capacitaciones, imágenes, etc. Ayuda a la comunidad a estar consciente de la importancia del recurso.	Capacitaciones dadas/año

b. Diagnóstico en comunidades del Quiché. Como detalla el informe de la primera visita a Quiché ubicado en anexos, al llegar se realizó una presentación entre los estudiantes y las personas de la Cruz Roja. Los técnicos nos explicaron la dinámica de la visita y se compartieron las instrucciones. Al llegar a la primera comunidad en Patulup, las personas de la Cruz Roja nos presentaron diciendo que formábamos parte del equipo, siendo parte de una división de estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala.

El abordaje se llevó a cabo con la primera capacitación del agua a las mujeres de la comunidad en donde se intercambiaron conocimientos. Las fotografías del proceso se pueden observar en anexos. En este punto se logró realizar un diagnóstico para ubicar los conocimientos de las personas respecto al recurso y así tomar decisiones de lo que se necesita enseñar por medio de los posters propuestos.

Para la planificación se contó con el apoyo del módulo de psicopedagogía en el que se elaboraron diferentes posters para apoyar la parte de identificación de malas prácticas, recolección del agua y el uso apropiado del agua. La conclusión del proceso completo se observa en los anexos, en la guía de calidad de agua propuesta.

Dentro de la fase de ejecución está la toma de muestras de agua y los resultados de las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas en las que los resultados se comparan con la norma Coguanor NGO 29001 para potabilidad del agua. La norma se encuentra adjunta en los anexos.

c. Resumen del diagnóstico:

- Visitas a las comunidades definen que los problemas principales son: Recolección de agua y disponibilidad de ésta para su uso.
- A través de las capacitaciones se observa que si hay conocimiento acerca de la desinfección del agua y los riesgos que conlleva el no hacerla adecuadamente
- Los diálogos dirigidos con líderes de comunidades nos indican que conocen la problemática y trabajan constantemente en mejorar la situación de la calidad del agua.

Los informes correspondientes a las visitas, de las que se concluyen estos puntos, se encuentran en anexos.

- Resumen de vulnerabilidades en orden de mayor a menor:
 - Poca información respecto a recolección
 - Fuentes de agua: río piedras negras, agua municipal entubada y nacimiento cercano.
 - Alta probabilidad de diarrea y desnutrición en niños

Es necesario trabajar en el proceso de recolección, contaminación y descontaminación del agua ya que éste es del cual se derivan las diferentes vulnerabilidades:

- La correcta gestión del agua. Para una mejora en el uso de este recurso, se deben identificar las posibles soluciones a los usos actuales del agua dentro de la comunidad. Estas soluciones deben ser identificadas y planteadas junto a los líderes, ya que son ellos los que conocen más sus necesidades y recursos. Hay diferentes categorías en las que puede entrar la problemática del agua de la comunidad. Si el agua es de escasa o difícil acceso, si el agua se encuentra contaminada o si se tiene dudas de una contaminación severa o si el problema reside en la educación de los habitantes. A partir de la identificación de la problemática se desglosa el problema de cómo manejarlo en caso de desastres naturales.

Al tener identificadas las posibles soluciones se debe pasar a identificar los posibles problemas y obstáculos que se podría presentar al querer implementarlas. Se debe concientizar a las comunidades con el concepto que a pesar que existen problemas, las soluciones se encuentran dentro de la comunidad con los recursos existentes. Se necesita de una gestión adecuada de los recursos con los que se cuentan para poder solucionar los problemas del agua, más adelante se presenta un cuadro de posibles soluciones dependiendo de los problemas identificados.

Identificación de fuentes:

- Río piedras negras
- Agua entubada municipal

Establecimiento de métodos de recolección:

- Directo desde precipitación por lluvias: Recolección en recipientes
- Directo desde río: Recolección en recipientes para uso doméstico
- Recolección en recipientes para uso en cultivos
- Distribución directa desde río hacia cultivos

d. **Sensibilización y participación de la población.** La sensibilización de la población es la correcta comunicación con los pobladores de la comunidad, con las correctas herramientas para la historia cultural de los pobladores, el tipo de problemas que se deben abarcar y su educación.

Esta fase se hizo conjunto al módulo de psicopedagogía del proyecto donde se identificaron los líderes y la forma de entrada de la información. Se puede observar en los anexos los diferentes afiches propuestos para concientización, toma de muestras de agua y para el buen uso del recurso así como pasos de procesos de desinfección del agua.

Dentro de lo que es de interés en las comunidades es que sepan que la calidad del agua influye directamente en la salud y en la seguridad alimentaria. En las visitas hechas las comunidades tienen conocimiento que las cosechas rinden diferente dependiendo de la calidad del agua. Que los niños enferman al no ser correctamente desinfectada el agua y que hay problemas recurrentes en la comunidad como la diarrea que no se arreglan hasta tener los cuidados correctos. Esta información ha sido recolectada durante las visitas a las comunidades y las capacitaciones dadas en el lugar de estudio. La información se puede ver en la parte de anexos en los informes de las visitas efectuadas.

e. **Gestión de la demanda.** La gestión de la demanda aplicada a este recurso trata de deducir el uso del agua en base a estándares vistos en la comunidad. Se trata de definir los ciclos de demanda con una apropiada priorización del recurso y también se trata de dividir en categorías de uso. Los usos del agua son globales, tomando mínimos de consumo y de uso se utilizan por día uno a tres litros de agua para beber, dos a tres litros para preparar alimentos y lavar trastos, seis a siete litros para aseo personal y cuatro a seis litros de agua para lavar ropa. Con esto se tiene un uso diario promedio de 15-20 litros de agua para una vida sana, estos consumos se minimizan en caso de disminución del recurso, como en caso de desastres naturales, es por esto que es tan importante tener claro los mínimos de consumo para usar el agua responsablemente.

Estos promedios son calculados con las guías de la PNUD en base al uso de agua en comunidades. Esta información se presenta a continuación en el siguiente cuadro:

Cuadro 5
Cantidades de uso de agua en comunidades según PNUD

Uso	Cantidad (L)	Promedio por día (L)	Acumulado por día (L)
Consumo: para beber	1-3	2	2
Preparar alimentos y lavar trastos	2-3	2.5	4.5
Aseo personal	6-7	6.5	11
Lavar ropa	4-6	5	16

Si en las comunidades se deben regar cultivos, el consumo de agua es considerablemente mayor. De la misma forma que en un lugar público, como las escuelas de las comunidades visitadas que contaban con el recurso de forma entubada. En los centros de salud y centros de nutrición se necesita tener un promedio de 40-60 litros de agua al día por paciente atendido, aclarando que esta agua debe ser apta para los procesos. El promedio de uso en actividades clínicas es referido por las guías de la PNUD en base al uso de agua en centros de salud. Ver Cuadro 3

Dentro de las diferentes actividades y procesos en los que se utiliza el agua también se deben considerar factores a largo plazo. Al tratarse de comunidades que trabajan con la agricultura es fundamental señalar tres temas decisivos que destaca la FAO para la gestión del agua en la agricultura para los próximos años, estos factores fueron tomados en cuenta por su realismo dentro del marco en el que se está trabajando. Adaptados a las comunidades en las que se trabajó se pueden resumir en lo siguiente:

- Modernización: El riego en los campos donde se trabajan cultivos, debe llegar a manejarse con la irrigación, las instituciones deberán adoptar una orientación de servicio y mejorar el desempeño económico y ambiental, por ejemplo,

mediante la adopción de nuevas tecnologías, modernización de la infraestructura, aplicación de firmes principios administrativos y promoción de la participación de los interesados, todo esto dentro de lo que permitan sus recursos. El objetivo principal de esto es asociarse de una forma más estrecha con sus cultivos y conocerlos realmente para tratar el recurso, además de conocer a fondo las necesidades que tienen respecto la fuente de agua.

- Participación: Respecto a la participación puede resultar difícil negociar la distribución de los beneficios de una base común de recurso, pero se debe entender que el provecho económico puede ser beneficioso si se trabaja correctamente las transferencias necesarias de tierras y agua, en un ámbito normativo bien estructurado por la comunidad o la municipalidad. Estas iniciativas sólo pueden dar buen resultado si existe un sólido compromiso con la participación del usuario en la planificación y en las decisiones de inversión, esto se logra con la correcta asesoría para poder creer y confiar en los proyectos.
- Inversión: Los incentivos para que inviertan las personas y los grupos de usuarios en gestión del agua requieren presentar una clara ventaja de servicio tanto a los mercados locales como a los de exportación. Este tema se trata con comunidades como las de Sacapulas, Quiché que cuentan con un constante movimiento económico.

f. Análisis de las fuentes. La muestra de agua fue tomada en el centro de salud de Sacapulas en el departamento de Quiché. Se tomo la muestra en este punto por ser parte del entubado principal del área. De esta forma se cuenta con una muestra representativa del área. A continuación se muestran los resultados en comparación con los límites de la norma Coguanor NGO 29001 Agua Potable.

Cuadro 6
Muestra de agua entubada, prueba microbiológica

	Resultado (nmp)	Límite NGO29001 (nmp)
Coliformes fecales	<2	<2
Coliformes totales	<2	<2
Escherichia Coli	<2	<2

Se puede observar según los resultados que el agua del entubado se encuentra dentro de los límites de la norma Coguanor NGO 29001. Esto nos demuestra que el agua entubada del área puede ser trabajada con fines de potabilidad y que en caso de desastres naturales se deberá verificar la fuente para llevar a cabo una recolección del recurso y así poder aprovecharla esta fuente al máximo.

Para la prueba fisicoquímica se analizo una muestra de la misma proveniencia, entubado principal del área, con lo que se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 7
Muestra de agua entubada, prueba fisicoquímica
***(mg/L)**

	Resultado	LMA NGO 29001	LMP NGO 29001
pH	6.78	7.0-7.5	6.5-8.5
Dureza (CaCO ₃)*	40.0	100	500
Calcio*	16.02	75.0	150
Magnesio*	8.00	50	100
Cloro Residual*	0.05	0.5	1.0

Este cuadro nos deja observar como el agua del área, cumple con en LMA y el LMP de la norma Coguanor NGO 29001. Esto nos demuestra que el agua entubada del área puede ser trabajada con fines de potabilidad y que en caso de desastres naturales se deberá verificar la fuente para llevar a cabo una recolección del recurso y así poder aprovecharla esta fuente al máximo.

Para la toma de muestra de río se llegó al cauce de este río y se tomo una muestra representativa como muestran las fotografías a continuación:

De esta muestra se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 8
Muestra de agua de río, prueba microbiológica

	Resultado (nmp)	Límite NGO29001 (nmp)
Coliformes fecales	920	<2
Coliformes totales	1600	<2
Escherichia Coli	920	<2

Los cuales nos indican que el agua de esta fuente no es para fines potables y que en caso de un desastre natural no se debe contar con este recurso como fuente fiable de agua ya que los resultados nos demuestran la presencia de unidades formadoras de colonias de coliformes fecales y E. Coli. Si se necesitara utilizar esta fuente de agua se deberá pasar por un proceso de desinfección que se describe en la guía propuesta en anexos. Para la misma muestra del río del área, se llevaron a cabo pruebas fisicoquímicas con los siguientes resultados:

Cuadro 9
Muestra de agua de río, prueba fisicoquímica, *mg/L

	Resultado	LMA NGO 29001	LMP NGO 29001
pH	7.6	7.0-7.5	6.5-8.5
Dureza (CaCO ₃)*	80	100	500
Calcio*	30	75.0	150
Magnesio*	15	50	100
Cloro Residual*	no detectado	0.5	1.0

Estos resultados nos indican que las características fisicoquímicas se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma NGO 29001 a excepción del cloro residual que demuestra que la fuente no es clorada. Esto nos demuestra que el agua del río cuenta con altos niveles de dureza y minerales pero aún así se encuentra dentro de los límites establecidos y que en caso de desastres naturales se deberá verificar la fuente para llevar a cabo una recolección del recurso y así poder aprovechar esta fuente al máximo.

g. Mitigación en caso de desastres. 1. Posible problemática en caso de sismos

En caso de sismos el agua se ve afectada por los siguientes factores:

- Daño total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
- Rotura de las tuberías de conducción y distribución y daños en las uniones, entre tuberías o con los tanques y pérdida de agua.
- Modificación de la calidad del agua por deslizamientos en áreas montañosas.
- Disminución del caudal en captaciones subterráneas o superficiales.
- Cambio del sitio de salida del agua en manantiales.

2. Posibles problemática en caso de actividad volcánica. Los productos volcánicos destruyen todo lo que se encuentra a su paso, de tal manera que estructuras y tuberías resultan arrasadas, enterradas o quemadas, siendo la única posibilidad de no verse afectadas si se ubican fuera del camino de los flujos. La única protección contra este fenómeno es mantenerse fuera de su camino.

En caso de actividad volcánica el agua se ve afectada por los siguientes factores:

- Obstrucción de las obras de captación, tuberías de conducción, floculadores, sedimentadores y filtros, por caídas de cenizas.
- Modificación de la calidad del agua en captación de agua superficial y en reservorios por caída de cenizas.
- Contaminación de ríos, quebradas y pozos en zonas de deposición

3. Posible problemática en caso de deslizamientos. El potencial destructor de los deslizamientos depende principalmente del volumen de la masa en movimiento, de la velocidad del movimiento, del tipo de movimiento y de la disgregación de la masa inestable.

Los efectos de los deslizamientos en los sistemas de agua son los siguientes:

- Destrucción total o parcial de todas las obras en especial de captación y de conducción ubicadas sobre o en la trayectoria principal de deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o susceptibles a deslizamientos.
- Contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.

4. Posible problemática en caso de inundaciones. Las inundaciones o fuertes temporadas de lluvia dan lugar a crecidas en sistemas de agua, en este caso, los factores relacionados con el agua que se ven afectados son los siguientes:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas.
- Arrastre de sedimentos.
- Pérdida de captación por cambio del cauce del río.
- Rotura de tuberías expuestas en pasos de quebradas y/o ríos.
- Contaminación del agua en las cuencas.
- Daño de equipos de bombeo al entrar en contacto con el agua.

5. Posible problemática en caso de sequía. En caso de largos períodos sin lluvia se pueden dar las sequías, los efectos de las sequías en los sistemas son:

- Pérdida o disminución del caudal del agua superficial o subterránea.
- Racionamiento y suspensión del servicio.

6. Comunicación en la comunidad en caso de desastres. Para asegurar la calidad del agua en las comunidades deben estar involucrados los líderes de la misma, se recomienda que sean las mujeres las que deben participar en la planificación del agua ya que son ellas las que generalmente recolectan y purifican el agua para toda la familia aunque son los hombres los encargados de la construcción o mantenimiento de sistemas de recolección si existieran, es por esto que se pide involucrar a todos.

Al ocurrir un desastre natural, se deben evaluar las fuentes. Al evaluar las fuentes se deben identificar problemas de calidad con preguntas como:

- ¿Es difícil llegar a la fuente de agua?

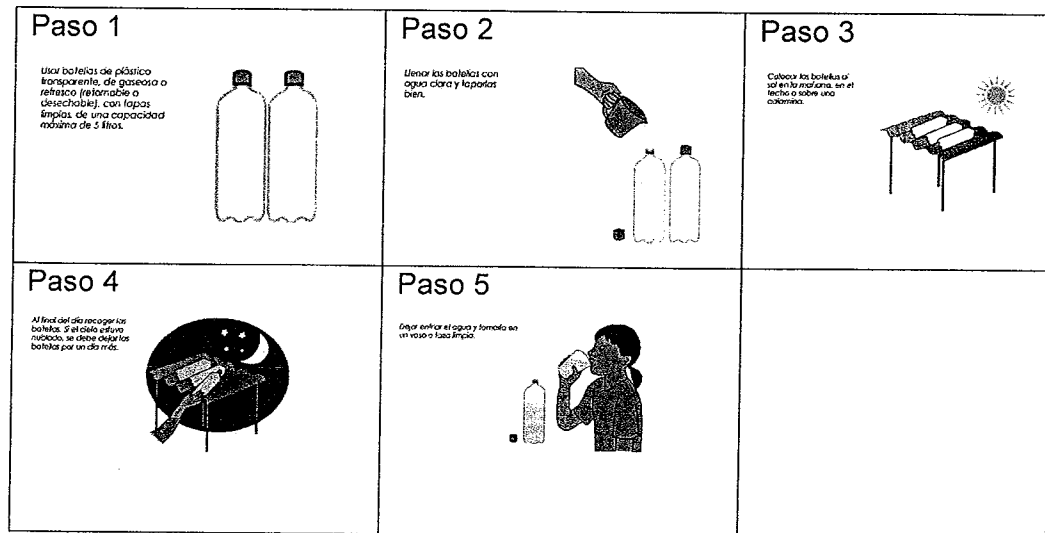
- ¿Cuánto tiempo toma traer agua de la fuente a las casas?
- ¿La fuente de agua es suficiente para la comunidad?
- ¿El agua esta turbia, o sucia?
- ¿Hay problemas al cocinar con el agua?
- ¿Hay problemas al lavar con el agua?

Luego de esto se pueden identificar las posibles soluciones como planificación del uso del agua o formas de filtrado y desinfección. Para el uso seguro del agua después de un desastre natural se cuentan con los siguientes métodos que aseguran la calidad del agua y su potabilidad:

- *Método SODIS (Solar water disinfection)*

Figura 20

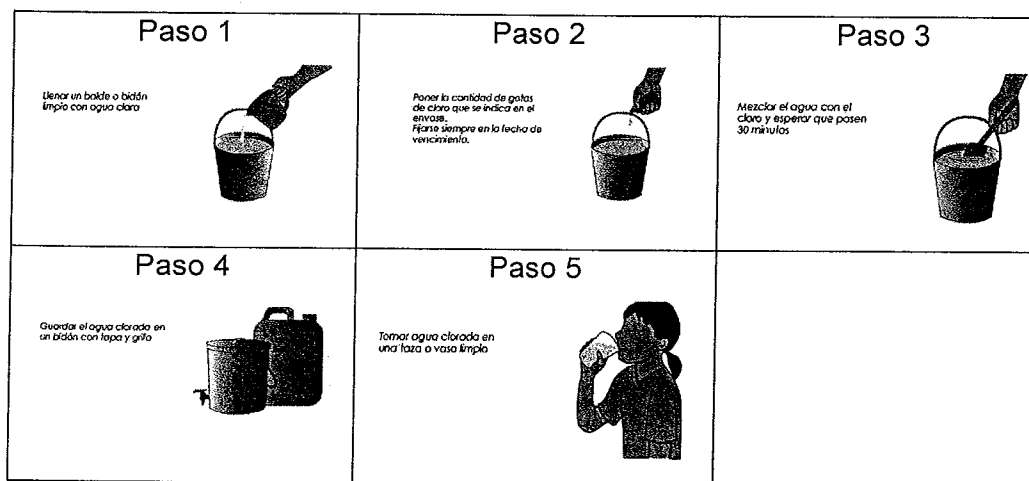
Pasos para desinfección de agua, método SODIS



Imágenes tomadas de Organización método SODIS

- Método: Clorado

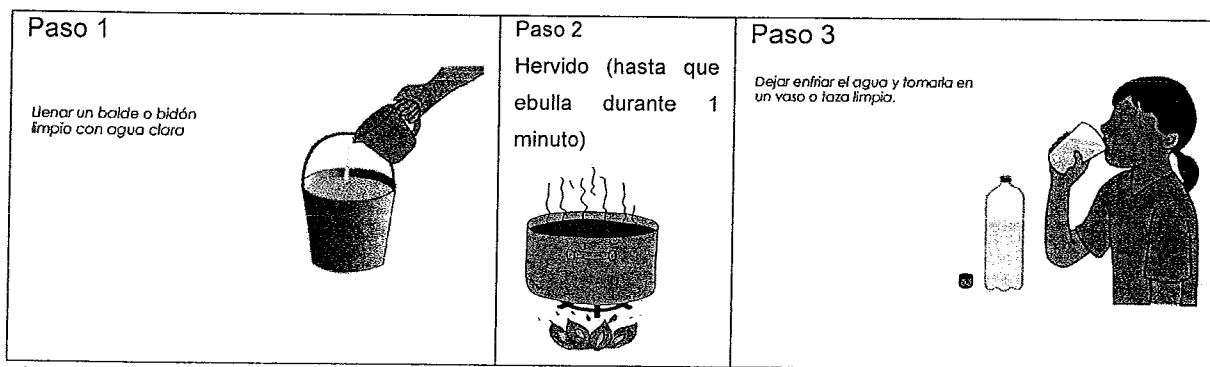
Figura 21
Pasos para desinfección de agua, método de cloración



Imágenes tomadas de Organización método SODIS

- Método: Hervido

Figura 22
Pasos para desinfección de agua, método: hervido

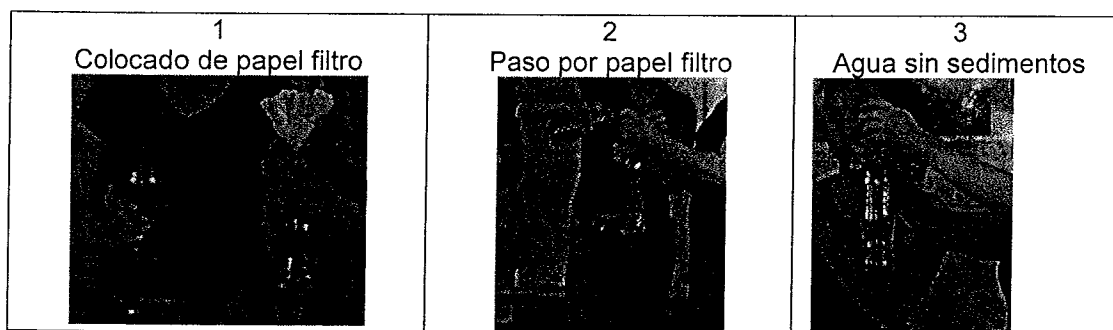


Imágenes tomadas de Organización método SODIS

Método: Filtrado. Los filtros de cerámica son utensilios que se usan desde hace mucho tiempo atrás para filtrar el agua. Definimos filtro de agua a un dispositivo que trata de mejorar la calidad del agua mediante sistemas que separan y retienen las partículas y microorganismos indeseables que pueda contener, pero que dejan pasar el líquido. Se trata de una definición general, porque la utilidad práctica de estos

dispositivos es muy diversa, así como los distintos modelos. Una persona que desee adquirir un filtro de agua debe tener en cuenta que la mayoría no purifican el agua sino que simplemente mejoran su sabor. Se puede utilizar un filtrado por dos pasos, primero sedimentación y después filtrado por tela, seguido a esto un proceso de desinfección como los propuestos anteriormente.

Figura 23
Pasos para limpieza de agua, capacitación método: filtrado



h. Plan nacional de respuesta. El Plan Nacional de Respuesta, es el reflejo organizativo, técnico y operativo de las actividades de todos los organismos y entidades que componen el sistema para reaccionar adecuadamente ante emergencias o desastres naturales haciendo que la respuesta sea un medio para la recuperación.

Es importante resaltar que el Plan Institucional de Respuesta (PIR) de la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres -SE-CONRED-, es la base para la activación del Plan Nacional de Respuesta, lo cual facilita el trabajo de todos sus componentes y actividades que buscan evitar o reducir el impacto de un desastre.

Dentro del proceso de toma de decisiones después de un desastre natural se debe entender el organigrama de los siguientes niveles para trabajar en conjunto a las organizaciones que tratan los temas respecto a desastres naturales.

Diagrama 2

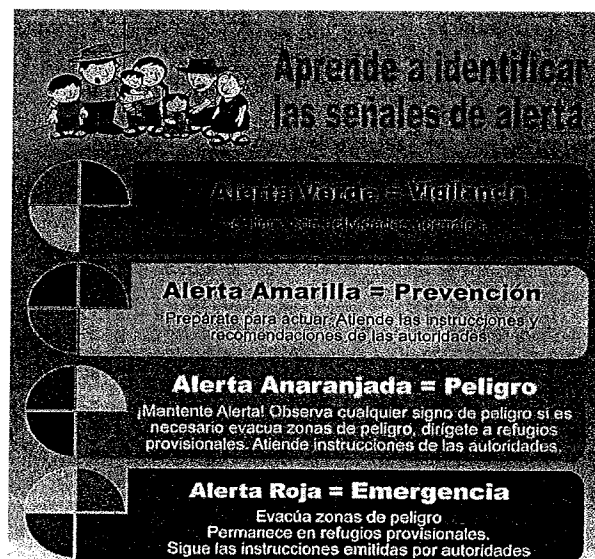
Estructura de niveles en toma de decisión en caso de desastres naturales



1. **Sistema de alerta.** El objetivo del sistema de alerta es tomar acciones públicas específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de un evento adverso o cuando este haya ocurrido de manera súbita. CONRED El sistema de alerta trabaja de la forma descrita en el afiche que se encuentra a continuación.

Figura 24

Afiche "Aprende a identificar las señales de alerta-CONRED"



Fuente: Sistemas de alerta de la Comisión Nacional para la reducción de desastres. CONRED

G. CONCLUSIONES

Respecto a la problemática de la calidad del agua y su relación con la seguridad alimentaria y resiliencia en caso de desastres naturales, se puede ordenar esta de mayor a menor de la siguiente forma: Camotán Chiquimula, Nahualá Sololá y Sacapulas Quiché, se debe tener claro que la problemática incide en la falta del recurso, problemática general del corredor seco. Se recomienda que en este orden se debiera abarcar el tema de calidad de agua.

Por medio de las herramientas provistas como capacitaciones que se llevaron a cabo de filtrado de agua y de buenas prácticas, se observa que se logra contribuir al fortalecimiento de la calidad de agua y la prevención de malas prácticas en poblaciones claramente vulnerables a causa del cambio climático. Por medio de discusiones dirigidas se logró observar en las comunidades que las personas ahora están conscientes que la desinfección del agua antes de tomarla es imprescindible para su salud y que en casos de emergencia este punto debe ser tomado con la importancia que debe. Esto se declara como conocimiento adquirido al preguntar después de las visitas y capacitaciones las formas de filtrado de agua en las que se les preguntó acerca de los conocimientos adquiridos y se expresaron de forma correcta.

La problemática principal en las comunidades de estudio es el correcto uso del recurso y es por esto que en las capacitaciones, pláticas y discusiones dirigidas se hizo énfasis en estos puntos, explicando que el recurso a pesar de ser renovable, no es reutilizable en un 100% con lo que derivaron preguntas y respuestas llevando a una concientización del correcto uso, se concluye que junto al módulo de psicopedagogía que la mejor forma de dejar esta enseñanza es con afiches que cuenten con gráficos y texto, éstos dirigidos a líderes o encargados.

En el área de estudio Sacapulas, Quiché se compartieron los resultados del análisis de las fuentes con el cual ahora se sabe el estado actual del agua del río y del agua municipal concluyendo que la primera fuente no es potable y debe ser tomada con las precauciones necesarias como los procesos de desinfección y de eliminación de sedimentos que se explican en la guía entregada.

La segunda fuente al ser potable se puede contar con recolección de emergencia en caso de desastres y contar con un correcto almacenamiento. También, se explica como debiera ser un proceso de análisis de la calidad de las fuentes con la participación de la comunidad y como es el proceso nacional con el que cuenta CONRED así como una explicación con afiches dirigidos a encargados municipales de como recolectar correctamente una muestra de agua en caso se quiera analizar en laboratorio.

En el área de estudio de Nahualá Sololá en la aldea Pasaquinijuyup así como en Camotán Chiquimula aldea El Volcán, se llevó a cabo el análisis de malas prácticas así como análisis de riesgos y la guía general aplicable a las comunidades sin contar con análisis de estado por la falta de recurrencia de las visitas.

La guía elaborada plantea una forma de reconocimiento de calidad de agua de la fuente y formas en las que se puede optimizar su uso en caso de contaminación por desastres naturales.

H. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la guía propuesta sea utilizada de forma preventiva para tener claras las fuentes del recurso así como la forma adecuada de muestreo para pruebas microbiológicas y fisicoquímicas en caso se puedan efectuar.

De forma que la guía sea aprovechada en las diferentes regiones se propone una traducción de esta al idioma k'iche' para poder efectuar los procesos preventivos de calidad del agua con una mayor comodidad en las comunidades.

Para poder tener un análisis de estado global dentro del área de estudio en las comunidades faltantes se recomienda un análisis del agua tanto microbiológico como fisicoquímico y de esta forma que las comunidades tengan el conocimiento del estado de sus fuentes.

La metodología propuesta es la recomendada para que sea replicada en cualquier comunidad que cumpla con el contexto en el que se trabajó. De esta forma se puede trabajar correctamente en el empoderamiento de las personas de la comunidad.

VI. Formulación y desarrollo de una mezcla de arroz y frijol con chipilín listo para comer de vida útil prolongada a incorporarse en kit de emergencias en caso de desastre

A. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un alimento de mínima preparación y vida útil prolongada ha recibido considerable atención por parte de las organizaciones no gubernamentales enfocadas en brindar seguridad alimentaria a distintas comunidades del corredor seco en Guatemala. Su principal enfoque es provisionar alimentos con buenas características organolépticas y nutricionales a las poblaciones en mayor riesgo a causa de los cambios climáticos llevados a cabo en el país.

Por lo tanto el objetivo de este estudio fue el desarrollo y formulación de una mezcla de arroz y frijol con chipilín, en una proporción de 70:30 respectivamente, de preparación mínima y de vida útil prolongada.

El desarrollo de este nuevo producto se llevó a cabo realizando investigaciones de campo con las diferentes comunidades con las cuales las Organizaciones No Gubernamentales se encuentran en relación. Por otro lado también se realizó una prueba organoléptica en Quiché y estudios fisicoquímicos en el campus de la universidad, se determinó el tiempo de vida de anaquel obteniendo un tiempo aproximadamente de un año, utilizando un empaque laminado que recibió un proceso de esterilización luego de su empaque.

B. ANTECEDENTES

1. Seguridad Alimentaria en Guatemala. La seguridad alimentaria, entendida como el estado en el cual la población tiene acceso a suficiente alimento para satisfacer sus necesidades, es deficiente en Guatemala. El número de personas subnutridas en el país ha ido en aumento en los últimos años. La cifra se ha multiplicado por dos en el período 2000-2002 con respecto de 1990-1992, pasando de 1.4 millones de personas a 2.8 millones de personas subnutridas. (González, 2006)

Las causas del problema de inseguridad alimentaria son diversas, y muchas de ellas se convierten en problemas estructurales de difícil solución. Una de las causas estructurales más sobresalientes es la elevada desigualdad, que no permite a los hogares más desfavorecidos participar en el proceso económico. (González, 2006)

Al analizar la producción de alimentos, el crecimiento de la población rural ha sido menor que el crecimiento del área cultivada en las últimas décadas, proceso que viene acompañado con una mayor dependencia de alimentos del exterior. Por otro lado, la sostenibilidad de los granos básicos toma un papel fundamental en la seguridad alimentaria, ya que el consumo de maíz y frijol en la dieta media del guatemalteco es muy importante. Guatemala es un país dependiente de las importaciones externas de maíz, produciéndose un decrecimiento de la producción del mismo en los últimos años. La producción de frijol, a pesar de que también experimentó una reducción, no depende del suministro exterior. (CEPAL, 2003)

2. Disponibilidad de alimentos en Guatemala. En Guatemala, la disponibilidad de alimentos se caracteriza por la insuficiencia del suministro global a nivel nacional respecto a las necesidades nutricionales de la población. Esto se debe a una persistente reducción de la producción de granos básicos (cereales y frijol) debido a un estancamiento de los rendimientos y una reducción de la superficie. La importación de granos básicos se ha constituido en el principal mecanismo compensador, aumentándose en las últimas décadas en un 170%. Durante el período de 1990 a 2000, la disponibilidad per cápita de maíz y frijol, dos productos básicos en la dieta guatemalteca, se ha reducido en un 30 y 42% respectivamente. Más población, menos producción. (FAO/SAN/PESA, 2005)

3. Consumo de alimentos en Guatemala. Según un análisis del patrón alimentario realizado por la SAN, muestra que apenas cinco productos fueron consumidos por más del 75% de los hogares en Guatemala: pan dulce, tortilla de maíz, frijol, huevos y tomate. Existe un gasto significativo en la adquisición de alimentos ya preparados, la mayoría de las veces en la calle, que está afectando los hábitos

alimentarios de los distintos grupos de población, además de modificar la calidad nutricional de la dieta. (FAO/SAN/PESA, 2005)

4. Papel del frijol negro en el estado nutricional de la población guatemalteca. El frijol negro es uno de los principales alimentos en la alimentación guatemalteca por su porte energético y contenido en proteínas y carbohidratos. Es un alimento básico en la dieta de las familias de estratos socioeconómicos bajos, en donde se complementan con cereales como el maíz y constituyen una buena fuente de aminoácidos esenciales. El consumo de frijol es mayor en el medio urbano (81g) que en el rural (60g). Esto se debe a que en lugares no se puede dar la cosecha del mismo. La tortilla de maíz y los frijoles son los alimentos de mayor consumo en niños pre-escolares y por lo tanto son las principales fuentes de calorías, hierro y proteínas. (Goñi, 2004)

5. Ingesta de alimentos, patrón dietético y estado nutricional en Guatemala. En Guatemala existen diferencias en el consumo de alimentos entre las poblaciones rurales y urbanas. El consumo de alimentos de origen animal (lácteos, huevos y carnes) en el área urbana, es más del doble de las cantidades consumidas en el área rural. Además, en el área urbana, la mayor parte de las familias consumen una dieta variada, mientras que en el área rural la dieta está basada principalmente en maíz, verduras y frijol. Observar Cuadro 1. (Goñi, 2004)

Cuadro 11
Consumo de alimentos por adulto equivalente+ y por día,
en familias urbanas y rurales de Guatemala.

	Area urbana		Area rural	
	Media (g)	Familias Consumidoras (%)	Media (g)	Familias consumidoras (%)
Lácteos	71.1	68.0*	20.5	16.7
Huevos	51.3	69.0*	22.1	37.0
Carnes	95.6	62.0*	43.7	35.1
Frijol	80.9	83.5*	59.9	58.5
Otras leguminosas	0.5	3.0	4.9	5.4
Verduras	119.5	98.0	163.2	96.4
Frutas	78.8	68.5*	17.0	17.2
Musáceas	61.3	39.5*	9.2	5.4
Raleos y tubérculos	43.6	25.0	88.2	33.7
Arroz	25.1	40.0*	14.7	22.5
Maíz	74.2	31.0*	645.6	97.4
Derivados del maíz	200.9	82.0*	14.6	5.2
Otros cereales	25.2	71.5*	9.4	24.8
Pan	121.1	94.0*	9.1	13.1
Azúcar	84.8	100.0	61.4	96.7
Aceites y grasas	18.9	92.0*	4.3	54.3

Fuente: (Alarcón, 1991)

+ Diferencia significativa entre zona rural y urbana

*Adulto equivalente: Consumo per cápita expresado en proporción a las recomendaciones de un adulto típico de 60Kg.

En la contribución de cada alimento al consumo total de energía y proteína en las áreas rural y urbana de Guatemala, es aproximadamente el 70% de las calorías totales ingeridas por un campesino adulto promedio, provienen del consumo de maíz, mientras que en el área urbana el consumo de este alimento sólo aporta el 27% del total calórico, mientras que el pan de trigo, frijol y azúcar aportan el 41 % de las calorías totales. En relación con las proteínas, la tendencia es parecida. En las familias campesinas, el maíz y el frijol aportan casi el 70% de proteínas. Sin embargo, en el sector urbano, los alimentos de origen animal aportan más del 30% de las proteínas, siguiéndole el frijol con 25% y el maíz con el 21 %. Observar Cuadro 2. (Alarcón, 1991)

Cuadro 12
Aporte de energía y proteínas por grupos de alimentos
en el área urbana y rural de Guatemala

	Energía (%)		Proteínas (%)	
	Area urbana	Area rural	Area urbana	Area rural
Lácteos	4.3	0.7	7.6	2.0
Huevos	2.7	1.0	6.1	2.5
Carnes	4.3	2.7	16.5	11.7
Frijol	11.9	6.1	24.8	14.2
Otras leguminosas	0.1	0.3	0.1	0.7
Verduras	11.3	2.4	1.6	4.2
Frutas	1.2	0.3	0.4	0.1
Musáceas	1.6	0.3	0.5	0.1
Raíces y tubérculos	0.8	2.7	0.6	2.5
Maíz y derivados	27.2	69.8	21.6	57.5
Cereales y pasta	7.9	1.1	6.8	2.6
Pan	16.9	7.7	11.7	0.6
Azúcar	12.5	1.1	-	-
Aceites y grasas	5.7	1.1	-	-
Ingesta por adulto	2637.5	3194.3	82.9	87.8

Fuente: (Alarcón, 1991)

6. Efecto del procesamiento culinario en la calidad nutritiva de frijol. En la alimentación humana las leguminosas se someten a una serie de proceso tecnológico y/o culinarios que mejoran el valor nutricional. Un buen procesado es probablemente más importante en las legumbres que en cualquier otro alimento, debido a la posibilidad de eliminar componentes no deseables presentes en estos alimentos crudos. Además de mejorar la palatabilidad y se aumenta la disponibilidad de ciertos nutrientes presentes en su composición, por medio de una disminución en factores antinutricionales como fitatos y taninos. (Costa de Oliveira, 2001)

Los métodos de preparación varían según los pueblos y las culturas. La población guatemalteca consume preferentemente frijoles cosechados recientemente. Pocas familias (7%) remojan el frijol durante la noche previa la cocción. La mayor parte 65.9% de las familias, sumergen los frijoles en agua fría y el resto calienta primero el agua y sumerge los frijoles en el agua hirviendo. El tiempo de cocción varia entre 25 y 240 minutos dependiendo de la altitud y de la temperatura ambiental. (Bressani, 1988)

El remojo previo a la cocción, que se realiza a temperatura ambiente, ablanda el grano, reduce el tiempo de cocción y reduce la concentración de algunas sustancias no nutritivas que se solubilizan en el medio, tales como ácido fítico, taninos, polifenoles, etc. El proceso de cocción mejora la textura y palatabilidad del alimento e incrementa la utilización digestiva de sus componentes. Cuando los frijoles están en contacto con agua caliente o fría, puede existir cierta lixiviación (especialmente de los nutrientes solubles en agua) de vitaminas y minerales de las leguminosas hacia el agua. El análisis proximal del caldo de frijol contiene en promedio 6.96-10.65% de carbohidratos y 1.2 a 2.1 % de proteína. (Goñi, 2004)

El calor destruye algunos compuestos termolábiles tales como inhibidores de proteasas, hemaglutininas, etc, desnaturaliza proteínas e incluso produce cierto grado de hidrólisis, todo lo cual conduce a una predigestión proteica que facilita la digestión posterior del alimento. Un tratamiento térmico prolongado hace disminuir el valor nutritivo de la proteína, ya que destruye aminoácidos esenciales como lisina y cistina. En muchas zonas de Guatemala es habitual mantener en caliente los frijoles cocidos

durante todo el día, lo que disminuye la calidad de la proteína disponible. Las diferencias en el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en frijoles negros en o diferentes tratamientos culinarios se muestran en la Cuadro 3. En esta tabla se puede notar que la cocción con olla de presión aumenta su contenido de fibra dietética soluble en 0.76g en comparación con su valor equivalente en 100g de leguminosa y cruda. El efecto del procesamiento con la relación al contenido de fibra puede ser debido a la presencia de sustancias amiláceas en el grano, que al enfriarse retrograda parte del almidón y este se cuantifica como fibra dietética. (Alfonzo, 2000)

Cuadro 13
Promedio y variabilidad en el contenido de fibra dietética total, insoluble y soluble en frijoles negros crudos y sometidos a tratamiento térmico.

Fracción fibra	Tratamiento	Contenido (%)
Fibra dietética total	Crudo	24.31
	Hervor prolongado	21.24
Fibra dietética soluble	Olla de presión	25.63
	Crudo	1.38
	Hervor prolongado	1.13
Fibra dietética insoluble	Olla de presión	2.14
	Crudo	23.07
	Hervor prolongado	20.10
	Olla de presión	23.48

Fuente: (Alfonzo, 2000)

7. Asistencia alimentaria durante situaciones de emergencia. En el periodo luego al desastre es necesario proveer alimentos a la población afectada y con frecuencia esta asistencia se mantiene durante varios días con actividades de rehabilitación. (Menchú, 2010)

La asistencia puede ser de sobrevivencia o de mantenimiento, es decir inmediatamente después del desastre se deben brindar alimentos de sobrevivencia y esta no puede prolongarse mas de dos o tres semanas a menos que los damnificados puedan completarla con alimentos locales a su alcance. Posteriormente se proporcionan alimentos de mantenimiento. (Menchú, 2010)

La distribución de raciones en cocido es generalmente el primer paso en situaciones de desastre, sobre todo si los damnificados han sido ubicados en albergues. El periodo que los damnificados permanecen en el albergue debe ser corto, para que lo más pronto posible las personas se incorporen a actividades de reconstrucción y no se vuelvan dependientes permanentes. (Menchú, 2010)

8. Tipos de alimentos recomendados en las asistencias alimentarias. Los alimentos proporcionados idealmente deben incluir raciones que sean parte del patrón alimentario de la población, para que estos no sean rechazados por desconocidos o provoquen problemas en los damnificados. Se sugiere que las raciones estén constituidas por: (Menchú, 2010)

- Un alimento como sustento que puede ser un cereal o derivados de cereales, de consumo frecuente, como es el caso del maíz, el arroz, las pastas y harinas.
- Un alimento que sea fuente de energía, puede ser aceite, manteca vegetal o azúcar.
- Un alimento que sea fuente de proteínas, como: carnes, leche, huevo, incaparina u otras mezclas de alto valor nutritivo y frijol.

Dependiendo de la posibilidad se puede dar más de uno de los alimentos de cada clase. (Menchú, 2010)

9. Cantidades de los alimentos proporcionados en las asistencias alimentarias. La dieta de sobrevivencia se considera de 1,500Kcal diarias y la de mantenimiento de 1800Kcal diarias. Para cubrir con esas necesidades básicas per cápita de energía y de proteínas, los alimentos pueden combinarse en diferentes formas y cantidades. (Menchú, 2010)

10. Mezclas de arroz y frijol. Se realizó un estudio en el cual se investigó el valor nutricional de las proteínas de las mezclas de arroz y frijol en las siguientes proporciones; 55:45 y 77:23 partes, respectivamente. El estudio se implemento utilizando los métodos de: Índice de eficiencia proteínica neta, Índice de eficiencia proteínica, utilización proteínica neta, utilización proteínica y utilización de calorías proteínicas. Los análisis se realizaron en animales alimentados con dietas que contenían 10% de proteínas y suplementadas con los componentes normales de la dieta y sin la suplementación. En conclusión se obtuvo de que la mezcla de arroz: frijol de 77:23 da mejores resultados que la mezcla con 55:45. (Bressani, 1982)

11. Comparación de valores nutritivos de las especies vegetales: Hierba Mora y Chipilín y el requerimiento diario necesario en el ser humano. A la hora de realizar la comparación de los valores nutritivos en el INCAP, se puede notar en la Cuadro 4, que el Chipilín tiene una mejor proporción de los distintos elementos, lo cual ayuda a aumentar el valor nutricional de cualquier mezcla de alimentos. También se observa que el valor energético, que es uno de las características más importantes a la hora de elaborar un alimento de sobrevivencia es mayor a la de la hierba mora (57 Kcal).

Cuadro 14
Comparación de valores nutricionales de las especies vegetales estudiadas (100g. de materia fresca) y requerimientos diarios en el ser humano.

Valor nutricional			Requerimiento diario		
Contenido nutricional	Hierba Mora	Chipilín	Niño	Mujer embarazada	Adulto
Valor Energético (Kcal)	45	57	90-100 kcal/kg/día	40-60 kcal/kg/día	30-50 kcal/kg/día
Agua (g)	85.0	81.6	90-100 ml/kg/día	40-60 ml/kg/día	30-40 ml/kg/día
Proteína (g)	5.1	7.1	24	65	58

Continuación
Cuadro 14

Valor nutricional			Requerimiento diario		
Contenido nutricional	Hierba Mora	Chipilín	Niño	Mujer embarazada	Adulto
Grasa (g)	0.8	1.0	1-2 % de las Cal de la dieta	40 % de las Cal de la dieta	30 % de las Cal de la dieta
Carbohidrato (g)	7.3	8.7	50 % de las Cal de la dieta	50 % de las Cal de la dieta	50 % de las Cal de la dieta
Fibra (g)	1.4	1.9	2-7%	2-7%	2-7%
Ceniza (g)	1.8	1.4	Trazas	Trazas	Trazas
Calcio (mg)	226	248	800	1,200	1,200
Fosforo (mg)	74	74	800	1,200	1,200
Hierro (mg)	12.6	4.9	10	15	10
Retinol (Vit. A) (ug)	1,883	3,843	500	1,300	1,000
Tiamina (mg)	0.20	0.33	0.9	1.6	1.5
Riboflavina (mg)	0.35	0.52	1.1	1.8	1.7
Niacina (mg)	0.97	2.02	12	20	19
Ác. ascórbico (mg)	92	112	45	95	60

Fuente: (Martínez, 2006)

C. MARCO TEÓRICO

1. Alimento. Todo aquel producto o sustancia (líquidas o sólidas) que, ingerida, aporta materias asimilables que cumplen con los requisitos nutritivos de un organismo para mantener el crecimiento y bienestar de las estructuras corporales. (Glosario, 2006)

2. Seguridad alimentaria. La Seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana. (FAO, 2006)

Este término puede descomponerse en cuatro pilares: disponibilidad, acceso, consumo y utilización biológica. La disponibilidad se refiere a la cantidad y variedad de alimentos y la estabilidad de los mismos en el tiempo y en el espacio. El acceso es la

capacidad de los hogares para adquirir los alimentos, ya sea por medio de sus posibilidades para producirlos, comprarlos o de acceder a ellos mediante transferencias o donaciones. El consumo consiste en la forma o capacidad de los hogares de seleccionar, almacenar, preparar e ingerir los mismos, este se encuentra estrechamente relacionado con las costumbres, creencias, conocimientos, etc y la utilización es el aprovechamiento óptimo de los alimentos a nivel nutricional, que depende de la salubridad del entorno (acceso a agua potable, contaminación del entorno) y la condición saludable del individuo para aprovechar los alimentos. (González, 2006)

3. Cambio climático. Variación global del clima de la tierra. Es debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. (Quintanilla, 2011)

4. Inocuidad de los alimentos. Es definido como el asegurar que los alimentos no van a causar daño al consumidor cuando este sea preparado y/o consumido de acuerdo con el uso que debería dársele. (Sander, 2005)

5. Vulnerabilidad. Es la incapacidad o debilidad intrínseca de un elemento determinado para absorber mediante el auto ajuste, los efectos de un determinado cambio de su ambiente, o sea su "inflexibilidad" para adaptarse a ese cambio. (Buch, 2009)

6. Resiliencia. Capacidad del ser humano para hacer frente a las adversidades de la vida, superarlas, y ser transformado positivamente por ella. (Organización de la resiliencia, 2011)

7. Desnutrición. Significa nutrición pobre, incompleta o inadecuada y se presenta principalmente por no comer diariamente los alimentos necesarios para el buen crecimiento y desarrollo. (ICA, 2007)

8. Frijol. El frijol es un alimento muy valioso, no solamente desde el punto de vista nutricional, sino por su gran contribución a la seguridad alimentaria del país, ya que es accesible a la mayoría de la población y aporta ingresos a muchos pequeños agricultores. (Dumani, 2000)

Por su contenido en nutrientes, es un alimento de vital importancia en la prevención de enfermedades crónicas más comunes: diabetes, sobrepeso y obesidad, estreñimiento, cáncer de colon y enfermedades cardiovasculares, etc. también juega un papel importante en la prevención de la desnutrición, como parte de la mezcla de arroz y frijoles. (Dumani, 2000)

9. Los nutrientes más importantes del frijol y sus funciones. Proteínas: Los frijoles son una de las fuentes más importantes de proteína vegetal. Al mezclarlos con un cereal (Arroz, maíz o trigo), se logra una proteína de mayor calidad. Lo cuales son importantes para el crecimiento, la producción de defensas del organismo, formación de tejidos, producción de ciertas hormonas y formación de enzimas, que son importantes para la digestión. (Dumani, 2000)

- Hierro: La deficiencia de este elemento provoca anemia, este mineral es importante para el transporte de oxígeno a todas las células del cuerpo. El hierro vegetal, como el de los frijoles presenta varios problemas por ser aprovechado por el organismo. (Dumani, 2000)
- Acido fólico: Esta vitamina junto con el hierro previene la anemia. También es importante por la prevención en malformaciones en los niños; espina bífida, enfermedades del corazón, de las arterias e interviene en el crecimiento y la formación de tejidos. (Dumani, 2000)
- Tiamina: Importante vitamina del grupo B, Fundamental en el funcionamiento nervioso y en el proceso de generación de energía en el organismo. (Dumani, 2000)

- Zinc: Mineral necesario para el crecimiento, apetito normal y producción de defensas del organismo. (Dumani: 2000)
- Magnesio: Mineral vital para el sistema nervioso y en el proceso de generación de energía en el cuerpo. (Dumani: 2000)
- Potasio: Necesario para el funcionamiento de las células musculares y nerviosas. (Dumani: 2000)
- Fibra: En sí éste no es un nutriente, pero es de suma importancia ya que es necesario para el proceso digestivo y para la salud. Al consumirlo obtenemos los siguientes beneficios; reduce niveles de colesterol en la sangre, evita estreñimiento, mejora la digestión, regula los niveles de azúcar en la sangre y ayuda a mantener el peso adecuado porque produce una sensación de satisfacción y regula la utilización de nutrientes. (Dumani, 2000)

10. Composición proximal del frijol negro. El frijol negro tiene un contenido elevado de proteína, carbohidratos y minerales, poco contenido de lípidos, aunque es rico en ácido linolénico y su aporte calórico es relativamente bajo. (Goñi, 2004)

La composición del frijol negro y el aporte de micronutrientes a los requerimientos diarios de vitaminas y minerales por ración promedio de frijol (70.5g) consumida en Guatemala, se muestra en el Cuadro 5. Como puede observarse, el frijol aporta 134.4%, 19.1% y 15.9% de las cantidades diarias recomendadas de ácido fólico, hierro y zinc respectivamente, nutrientes que generalmente se encuentran deficientes en la población guatemalteca. (Goñi, 2004)

Cuadro 15
Composición nutricional del frijol negro crudo. Aporte de la ración diaria (70.5g)
a las cantidades diarias recomendadas (CRD) de nutrientes para Guatemala.

		Contribución de la ración diaria de frijol a las CRD (%)
Energía	345 kcal	8.34
Humedad	10.6g	
Proteína	21.8g	25.4
Grasa	14g	-
Carbohidratos	63.5g	-
Tramina	0.99 mg	40.4
Riboflavina	0.201 mg	7.5
Niacina	1.93 mg	4.9
Vitamina B6	0.285 mg	8.8
Acido fólico	0.447 mg	134.4
Fósforo	380.3 mg	28.4
Potasio	1424.3 mg	34.6
Sodio	5.2 mg	0.3
Calcio	92.3 mg	5.6
Magnesio	195.6 mg	35.5
Zinc	3.96 mg	15.9
Cobre	0.77 mg	27.5
Hierro	4.82 mg	19.1

Fuente: (Goñi, 2004)

11. Arroz. Este cereal es reconocido como un alimento sano, rico en vitaminas y fibra. Tiene la característica de suplementar energía a los músculos, no contiene colesterol "malo", gluten o azúcar extrínseca, tampoco se conoce alguna alergia hacia este cereal y es bajo en grasa y en sales. (Chandler, 1979)

12. Los nutrientes más importantes del arroz y sus funciones. A continuación se mencionan los nutrientes considerados importantes por lo que aporta al ser humano, tal como:

- **Carbohidrato.** Lo más importante que nos brinda el arroz es el almidón. El arroz tiene aproximadamente 80% de almidón. Tiene una cantidad media de calorías: 120gramos de arroz cocido tiene 270 kilocalorías, equivalentes a 1,130kJ. La mayoría de esta energía se obtiene del almidón. El almidón que comemos pasa rápidamente por el estomago y por el intestino delgado, donde las moléculas complejas de polisacáridos

con quebradas en moléculas simples de glucosa. Esto pasa por la pared del intestino hacia el torrente sanguíneo. El glucógeno es la gasolina del músculo. Cuando la energía a sido utilizada, los músculos necesitan regenerarse y esto tarda aproximadamente entre 24 a 48 horas si proviene del arroz. Es por ello que el arroz es conocido como un alimento que da energía a los atletas. (Owen, 2003)

- **Vitaminas:** Es fuente de muchas vitaminas del grupo B. La tiamina es vital en la reacción de volver nutrientes en energía. Riboflavina también se encuentra relacionado en la transformación de nutrientes; su deficiencia afecta la piel y los ojos. Niacina es importante en la liberación de energía en el cuerpo; la falta de este causa de Pelagra. Vitamina B6 controla los aminoácidos en el cuerpo. Ácido Fólico es necesario para la producción de ADN y hemoglobina. En conjunto con otras vitaminas ayuda al funcionamiento del sistema nervioso. (Owen, 2003)
- **Proteínas:** Las proteínas de las plantas son normalmente incompletas, es decir faltan algunos amino ácidos que son vitales para el ser humano. Estos son importantes para la producción de huesos, músculos, sangre, etc. (Owen, 2003)
- **Minerales:** Contiene una pequeña pero útil cantidad de fosforo, zinc, selenio, cobre, iodo entre otros. (Owen, 2003)

13. Especies vegetales consumidas en el corredor seco. Existe una gran variedad de vegetales que existentes, sin embargo en el corredor seco particularmente las que la población más consume son algunas de las que se mencionan a continuación:

- **Hierba Mora.** Es consumida de preferencia en el área rural cociendo los folilos jóvenes o puntas de las plantas, cuando se encuentran muy próximas a la etapa de floración. Al cocer las hojas desaparece su olor desagradable y los principios

nocivos que pueda contener, haciéndola comestible y muy nutritiva. (Martínez, 2006)

- **Chipilín.** El chipilín tiene un alto valor nutritivo, tiene un alto contenido de; proteína, vitamina A, fósforo, calcio y hierro en las hojas, al compararla con otras hortalizas nativas y extranjeras. Además el chipilín sirve para mejorar la calidad nutricional y aromática de muchos otros alimentos, tales como el arroz y el frijol. (Martínez, 2006)

D. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país donde la seguridad alimentaria y nutricional recientemente ha sufrido una recaída a causa de los desastres debido a los cambios climáticos, es por ello que es vital el desarrollo de un producto que cumpla con los requerimientos nutricionales, sensoriales, de vida útil prolongada y que sea fácil de consumir para poder combatir la presencia de estos cambios que afectan cada vez más a la población guatemalteca.

Es muy importante tener claro que al estudiar una carrera del ámbito alimenticio es bueno colaborar con el desarrollo de nuestro país, poder trabajar de una manera social y compartir nuestros conocimientos ayudando a la población que se encuentra vulnerable ante estos cambios, que cada vez más ponen en peligro la salud y seguridad alimentaria de nuestra población. Debido a que el frijol y el arroz son los dos alimentos básicos de la población guatemalteca se optó por realizar una combinación de estos junto con una especie vegetal; chipilín con el cual se buscó elevar el valor nutricional de la mezcla, brindándole a la misma un sabor y un ingrediente familiar para las comunidades del corredor seco.

Con este proyecto se busca fomentar que las personas estudiadas también formen parte en proyectos sociales con distintas organizaciones para poder sacar

adelante a Guatemala y así aportar nuestro granito de arena para realizar un cambio en nuestro país.

E. OBJETIVOS

- **General.** Formular y desarrollar una mezcla de arroz y frijol para las distintas comunidades del corredor seco con buenas características sensoriales y nutricionales que se pueda consumir con facilidad a la hora de un desastre.

- **Específicos.**
 - Obtener un alimento de asistencia alimentaria con la mejor formulación de mezcla de arroz, frijol y chipilín mejorando el valor nutricional, 2) Que sea aceptado por las comunidades del corredor seco con un aproximado de vida útil mayor a 6 meses.
 - Comparar el alimento diseñado con un alimento en el mercado para determinar un aproximado de tiempo de vida útil.
 - Corroborar con un análisis microbiológico la efectividad del proceso de esterilización.
 - Diseñar el etiquetado del producto final.

F. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En el presente estudio se realizaron varias visitas a distintos lugares del corredor seco de la República de Guatemala para conocer las necesidades y problemáticas que enfrentan cada una de las comunidades ante los distintos cambios climáticos. También se investigaron sus métodos de elaboración de sus productos alimenticios y se determinaron los sazónadores naturales que ellos utilizan en su vida diaria para poder elaborar el producto con el cual se sintieran familiarizados y fuera de su total agrado. La investigación se llevo a cabo con los siguientes pasos:

1. **Fijación de objetivos deseados para el nuevo producto.** La investigación se dio inicio con la búsqueda de diferentes productos alimenticios que podrían ser creados para las personas de las comunidades y que estos no necesitarán de recursos

que a la hora de los desastres naturales no se encuentran disponibles como; electricidad, agua, etc.

Por lo tanto se buscó el desarrollo de un alimento listo para comer, que pudiera ser consumido sin la necesidad de calentamiento y adición de agua, pero con materia prima conocida por las comunidades para garantizar la aceptación de este tipo de producto. También entre el diseño del producto se tuvo que tomar en cuenta que se debe de cumplir con un requerimiento calórico para poder ser considerado un alimento ante casos de cambios climáticos. Este producto debe superar los 1500 calorías para poder ser considerado un alimento para casos de desastres.

El producto también debe contar con un buen empaque, para que este asegure una vida de anaquel prolongada, por lo que se investigaron distintos tipos con un experto en este tema y para garantizar un tiempo extenso de vida útil se realizara un proceso de esterilización luego de ser empacado y sellado el producto. Para comprobar el tiempo de vida se realizó una medición de vida de anaquel acelerada para poder determinar el tiempo exacto en el cual el producto se descompone y también una comparación con un producto del mercado que tiene las mismas características y tiene un tiempo aproximado de un año de vida.

Para poder garantizar que el producto tiene un nivel de mejora nutricional se realizo un análisis proximal de cada una de las muestras y de la materia prima utilizada, también se ejecuto un experimento con ratas con las cuales se analizó el valor proteínico de cada una de las formulaciones.

2. Generación de ideas. A la hora del inicio de la investigación y luego de las reuniones con las Organizaciones, en el cual nos presentaron la problemática de los cambios climáticos y como estos afectan a la población, se propusieron varios alimentos que podían ser utilizados ante este tipo de circunstancias.

Los alimentos propuestos fueron los siguientes:

- Cereal con leche en polvo listo para consumir

- Dulces, para ser un aporte energético.
- Barra nutritiva con granos de la región
- Vegetales cristalizados
- Bebida nutritiva instantánea, tipo atol
- Galleta de distintos sabores según granos de la comunidad

3. Tamizado de ideas o concepto de productos. Se realizó una visita de campo a la comunidad el Volcán, en el cual se realizaron actividades para conocer las necesidades de la población y determinar cuales son los alimentos con los cuales se encuentran relacionados y consumen diariamente.

Aquí se pudo determinar que la población consume mucho frijol y cuando tienen dinero cocinan arroz, pero también realizan sopas y condimentan sus alimentos con muchas hierbas como; hierba mora, pie de niño y chipilín. Al conocer la dieta básica de la población se pudo notar que su dieta gira alrededor de los granos básicos como el; arroz y frijol por lo que se dio a conocer la noticia sobre un alimento en combinación de esos dos granos y la población se encontró muy a gusto con la idea.

Por otro lado al regreso se tuvo una reunión con CONRED, específicamente con el Ing. Sergio Cabañas. El cual nos brindo información sobre este tipo de productos para casos de desastres naturales y se le dio a conocer la idea sobre una mezcla de arroz con frijol y chipilín ya que son alimentos conocidos por las comunidades y sería un alimento que no necesitará de adición de agua para poder ser preparado. También nos brindo el manual ESFERA donde se menciona todo lo necesario para desarrollar un alimento de este tipo. Aquí se pudo notar que el alimento debía ser una comida solida y no tipo snack ya que a las personas esperan un alimento tipo almuerzo, es decir que este sea completo.

4. Desarrollo de conceptos o productos. Al ya tener determinado los alimentos básicos de las comunidades se propuso el desarrollo de una mezcla de arroz con frijol y una especie vegetal conocida por los consumidores. Al realizar la investigación sobre las especies vegetales mencionadas por los pobladores, se

encontró un estudio realizado en el INCAP, donde comparan los valores nutricionales de la hierba mora y el chipilín que fueron las dos especies vegetales más mencionadas por las comunidades. En el libro presentado por el autor Martínez, se pudo notar que la especie que contaba con un mayor nivel energético y proteínico era el chipilín por lo que se escogió trabajar con esta especie en específico. Esta comparación se puede observar en el Cuadro 4. Luego se investigó la proporción adecuada entre el arroz y el frijol para tener una buena calidad proteínica, en la cual se encontró el estudio realizado por el Dr. Bressani, en los cuales se analizó la razón de proteína neta de las distintas mezclas de arroz y frijol, teniendo como resultado la mejor proporción del 70:30 respectivamente.

Por lo tanto se determinó esta proporción como la formulación base para poder realizar las variaciones de la cantidad de chipilín en el producto y así cumplir con el valor energético establecido por la autora Menchú, en el cual una dieta de asistencia debe ser de 1500 Kcal diarias si es un alimento de sobrevivencia y 1800 Kcal de mantenimiento.

5. Evaluación de conceptos o productos. Se realizaron 4 formulaciones de la mezcla de arroz y frijol variando la cantidad de chipilín.

a. Preparación de las muestras para la determinación de las calorías y análisis proximal. Para llevar a cabo cada uno de los análisis la muestra tuvo que ser previamente cocinada y mezclada. El frijol fue cocinado en olla de presión por 40 minutos y el arroz con el chipilín fueron cocinados por 20 minutos y luego estos fueron mezclados para obtener la mezcla de arroz con frijol y chipilín, como se muestra en la Diagrama 1, hasta el paso 16, previamente al empaclado. Después la muestra fue deshidratada por 5 horas, molida y pasada por el ciclón para obtener una harina homogénea, como se puede notar en la Diagrama 2.

Diagrama 3

Proceso de producción de la mezcla de arroz con frijol y chipilín

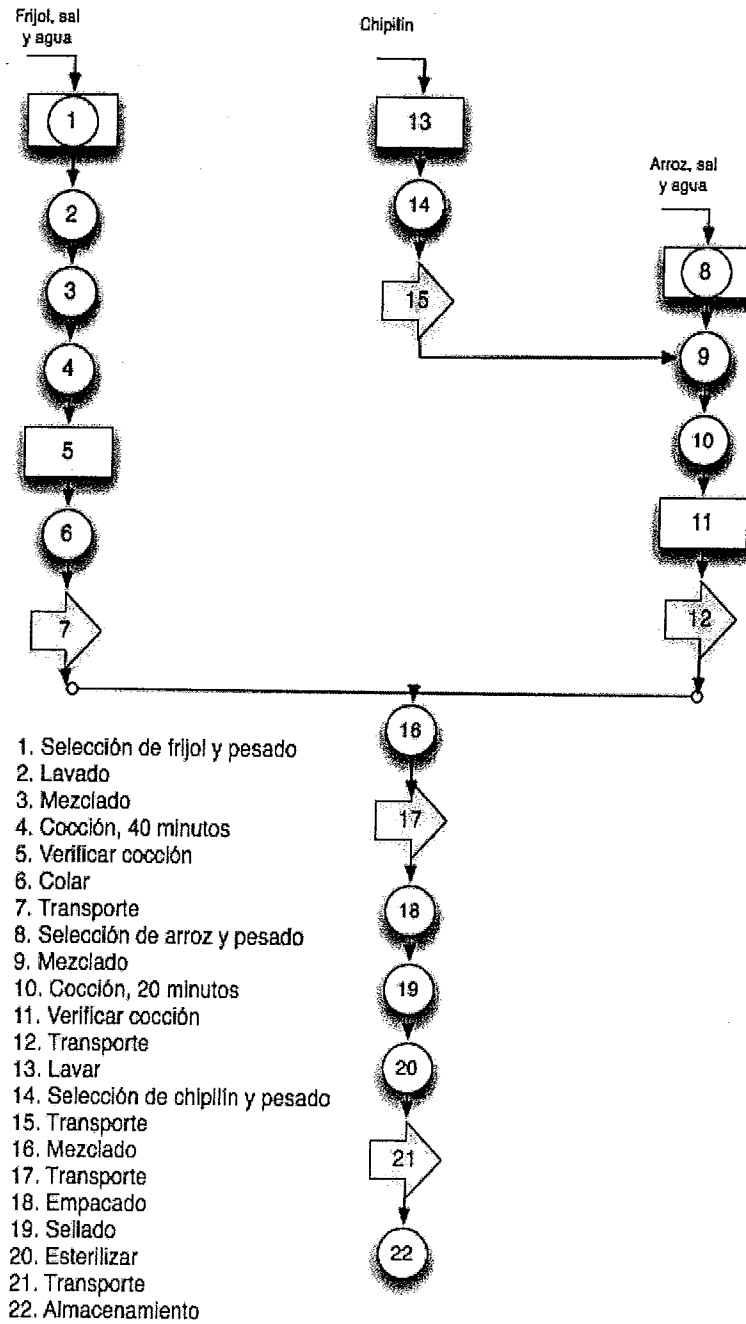
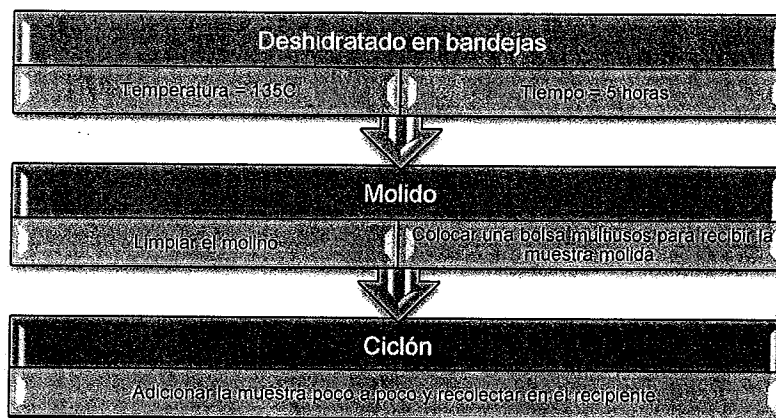


Diagrama 4

Proceso para la preparación de las muestras para análisis de calorías y proximal.



b. Determinación del tiempo de cocción. Se prepararon 4 muestras de frijol y arroz a distintos tiempos de cocción a una temperatura media y se evaluó la apariencia del grano y textura a la hora de consumirlo. Los tiempos estudiados del frijol fueron; 30, 35, 40 y 45 minutos y del arroz; 15 , 20, 25 y 30 minutos.

c. Prueba sensorial de preferencia por ordenamiento. El análisis se realizó con 10 personas que se encontraban en el centro de recuperación nutricional. Estas personas probaron las 4 formulaciones, ordenando cada una de las muestras por su agrado. El análisis se hizo utilizando la tabla de Kramer de categorías totales necesarias para una significación del 5%.

6. Análisis proximal, al llevar a cabo este análisis se hizo lo siguiente:

- Determinación de proteínas. Se utilizó el método de Kjeldhal, el cual consiste en pesar 0.25g de muestra, se agrega en un balón aforado, adicionar media pastilla de kjeldhal y 6mL de Ac. Sulfúrico. Dejar calentar los balones y moverlos constantemente hasta que el liquido se encuentre totalmente claro.
- Luego agregar 10mL de ácido bórico con rojo de metilo. Por otro lado al balón agregar 250mL de agua y se destila. Luego el destilado es titulado con HCl.

- Determinación de grasas. Pesar 5g de muestra colocar en el cartucho y adicionar hexano en cada uno de los envases para la extracción.
- Determinación de cenizas. Pesar de 3 a 5g de muestra en el crisol. Calcinar la muestra en una estufa en la campana hasta que no se desprendan humos y posteriormente meter a la mufla 2 horas, cuidando que la temperatura no sobrepase los 550 C. Enfriar y pesar.
- Determinación de fibra. Pesar 1g de muestra. Realizar digestión con 200mL de Ac. Sulfúrico a 1.25% hervir por 30 minutos. Filtrar y lavar hasta neutralización con agua destilada hervida. Digerir con NaOH a 1.25% por otros 30 minutos. Filtrar y lavar hasta neutralizar y colocar el filtrado en crisoles porosos. Colocar los crisoles tarados en el horno a 70C toda la noche. Colocar en la mufla a 550C por 2 horas. Enfriar y pesar.
- Determinación de las calorías. Se determinó el nivel energético de las dos formulaciones utilizando el análisis proximal y los valores teóricos de cada factor nutricional (proteína, carbohidratos y grasas).
- Pruebas de sellado. Se llenaron 6 empaques con producto, dos empaques para cada tiempo de prueba, estos fueron sellados utilizando la selladora al vacío sin vacío, se probó el tiempo de sellado (3, 4 y 5 segundos). Luego el producto fue sometido al proceso de esterilización en el autoclave para determinar la efectividad del sellado.

7. Análisis fisicoquímicos. En este proceso se hizo lo siguiente:

- Determinación de pH. Se midió el pH cada tres días por dos semanas, cada una de las muestras se encontraron en incubadoras a distinta temperatura (25 , 30, 35, 40 C).
- Determinación de humedad. Se midió la humedad cada tres días por dos semanas, cada una de las muestras se encontraron en incubadoras a distintas temperaturas (25, 30, 35, 40 C).
- Comparación de vida útil del producto. Se midió el pH de la muestra final en la incubadora a 40C y ésta se comparó con un producto del mercado con una vida útil de un año a las mismas condiciones para estimar el tiempo de vida de la mezcla de arroz con frijol y chipilín. También se analizaron las

características sensoriales (olor, sabor y apariencia) del producto nuevo a través de los días.

- Determinación de NPR. Se colocaron 4 grupos de ratones para cada una de las muestras a evaluar y el control. Se elaboraron tres dietas para cada uno de los grupos. En el grupo 1 es la formulación con 4% de chipilín, el grupo 2 con la formulación con 6% de chipilín y el grupo 3 es la mezcla básica de arroz con frijol 70:30 respectivamente. Se midieron los pesos de los ratones y el alimento ingerido por un periodo de tres semanas.
- Análisis microbiológico. Se realizó un recuento de anaerobios cada 7 días por dos semanas para comprobar la efectividad del proceso de esterilización.
- Etiqueta del producto final. Se diseñó una etiqueta en la cual se presenta el producto y el modo de uso del mismo, diseñado para la fácil comprensión de las personas de las comunidades.

G. RESULTADOS

Cuadro 16
Formulaciones de arroz y frijol con chipilín

Ingredientes	Formulación No. 1 (%)	Formulación No. 2 (%)	Formulación No. 3 (%)	Formulación No. 4 (%)
Arroz	67	66	64	62
Frijol	29	28	27	26
Chipilín	4	6	9	12

Cuadro 17
Tiempo de cocción del frijol

Tiempo (minutos)	Grano reventado	Cocido
30	No	No
35	No	No
40	No	Sí
45	Sí	Sí

Cuadro 18
Tiempo de cocción del arroz con chipilín

Tiempo (min)	Cocido	Textura
15	No	Duro
20	Sí	Al dente
25	Sí	Masudo
30	Sí	Masudo

Cuadro 19
Resultados del análisis sensorial por ordenamiento

Panelistas	Formulaciones			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	1	3	4
3	1	2	4	3
4	1	2	4	3
5	1	2	3	4
6	1	2	4	3
7	2	1	3	4
8	3	1	2	4
9	1	2	3	4
10	2	1	3	4
Total	15	16	32	37

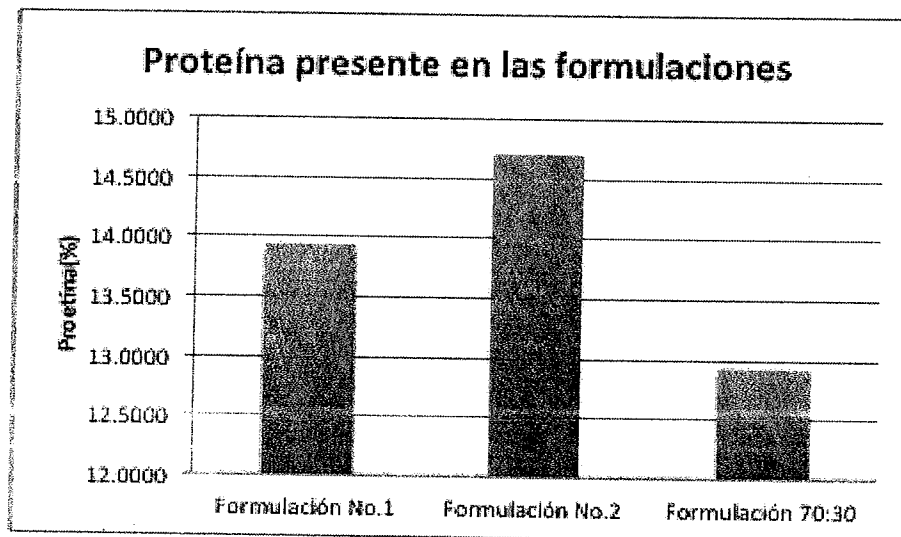
Cuadro 20
Comentarios de los panelistas en el análisis sensorial

Panelistas	Comentarios
1	
2	Color verdoso en las últimas
3	
4	
5	
6	Parece shuca la muestra 4
7	
8	
9	Tienen mucho chipilín la 3 y 4
10	El color no me gusta de la 4

Cuadro 21
Porcentaje de proteína en cada formulación y mezcla base

Proteínas	
Formulación No.1	13.9410
Formulación No.2	14.7134
Formulación 70:30	12.9261

Gráfico 2
Variación de la cantidad de proteína en las formulaciones

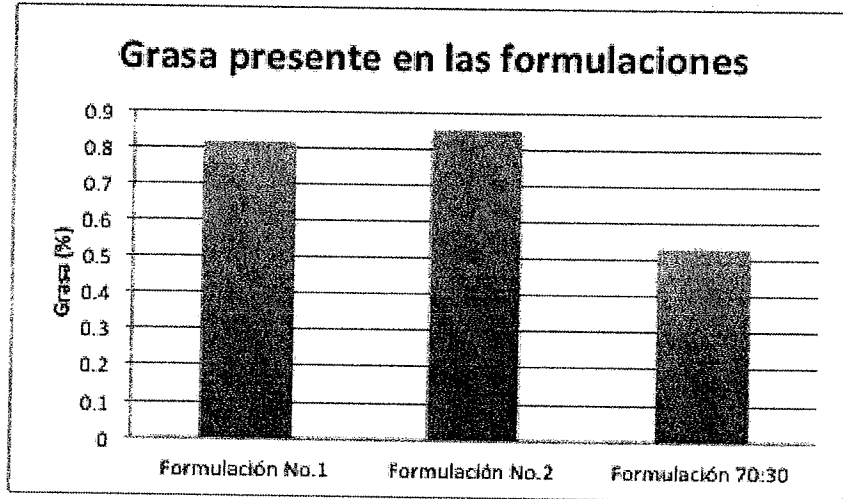


Cuadro 22
Porcentaje de grasa en cada formulación y mezcla base.

Grasa	
Formulación No.1	0.8156
Formulación No.2	0.8527
Formulación 70:30	0.5312

Gráfico 3

Variación de la cantidad de grasa en las formulaciones



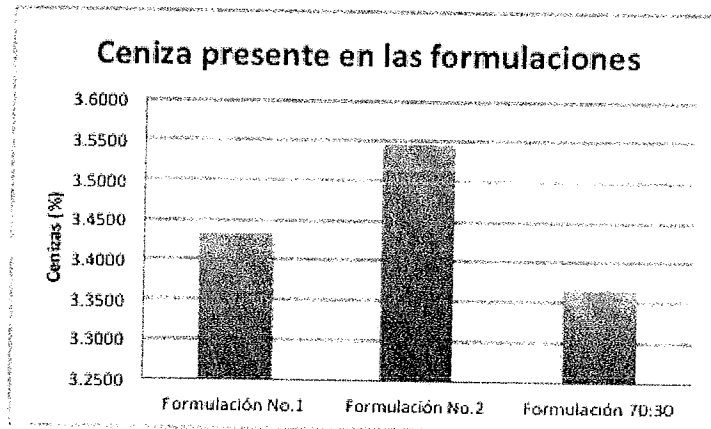
Cuadro 23

Porcentaje de ceniza en cada formulación y mezcla base.

Cenizas	
Formulación No.1	3.8902
Formulación No.2	3.5462
Formulación 70:30	3.3663

Gráfico 4

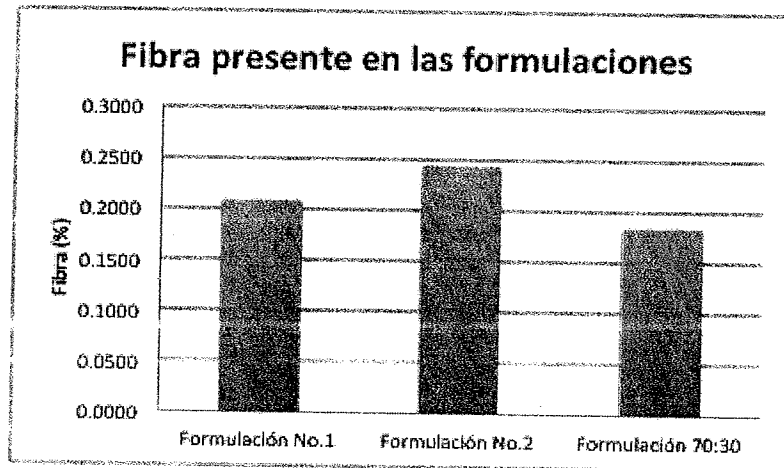
Variación de la cantidad de ceniza en las formulaciones



Cuadro 24
Porcentaje de fibra en cada formulación y mezcla base.

Fibra	
Formulación No.1	0.2090
Formulación No.2	0.2441
Formulación 70:30	0.1842

Gráfico 5
Variación de la cantidad de fibra en las formulaciones



Cuadro 25
Calorías obtenidas para cada una de las formulaciones.

Calorías (cal/g)	
Formulación No.1	133.79
Formulación No.2	132.30
Formulación 70:30	143.01

Gráfico 6
 Valor energético de cada una de las formulaciones

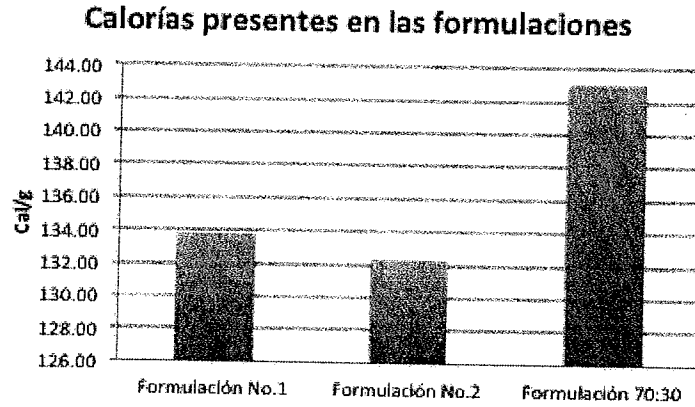


Figura 26
 Ficha técnica del pouch de aluminio



Suite No. 48) J&G Building 2625 Shinsu-Dong,
 Kangnam-Gu, Seoul, Korea 135-895
 Tel) 82-2-3444-5928
 Fax) 82-2-3443-8927 Cell) 82-10-8573-4307

Ref No: CK-QC111011-01

Certificate of Analysis

I, Myung Duck Choi here by certify that CoA for Empaques Avanzados S.A. has been certified based on number of tests have done by C&K, ProPack

Product name	Pouch Aluminio	Total Quantity	25,000 pcs
Customer	Empaques Avanzados S.A.	Invoice No.	
Material Composition	Pet 12/AR9-NY25/CPPI100	Test Date	13, OCT, 2011
Size	280(W) x 395(L) mm	Shipping Date	11, OCT, 2011

Test Results:

Name of the Test	Unit	Test Method	Standards	Results
Sealing Strength	Side	Universal Tester	Kgf/15mm from ASTM	10.4
	Bottom			9.8
Toluene	mg/m ²	Gas Chromograph	2mg/m ²	0.06mg/m ²
Compression Test	PSI	Compression Tester	30 PSI/30sec	Over 75 PSI
Dropping Test	Pass or Fail	Dropping Test	12 inches height 10times	Pass
W.V.T.R	g/m ² · 24hrs	JIS Z-0208	Less than 0.5	0
O.T.R	cm ³ · 24hrs	JIS Z-1707	Less than 1.0	0
Thickness	146 μ	Micrometer	± 10	1.56μ

Your faithfully

Myung Duck Choi / QC Director

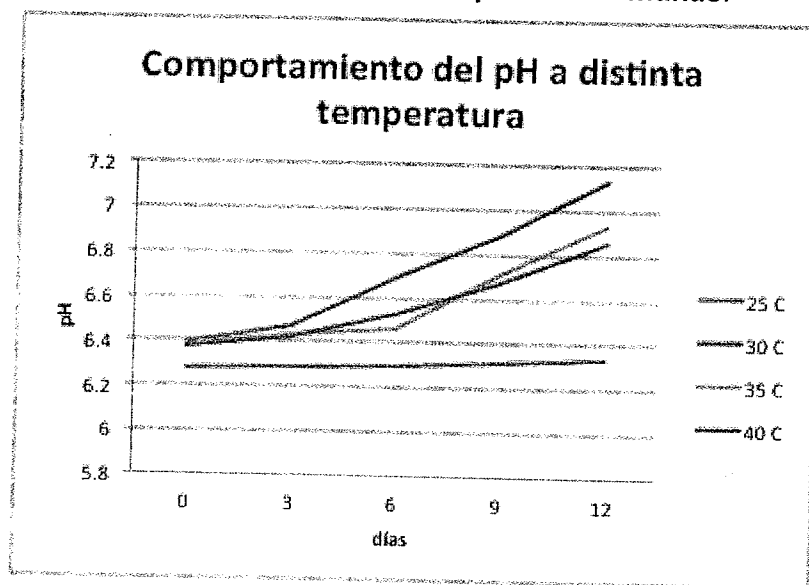
Cuadro 26
Prueba de sellado del empaque a distintos tiempos de contacto.

Tiempo (s)	Aberturas	Burbujas
3	si	si
4	no	si
5	no	no

Cuadro 27
Comportamiento del pH de la formulación No. 2 a distintas temperaturas.

Temperatura	Día				
	0	3	6	9	12
25	6.28	6.29	6.30	6.32	6.34
30	6.39	6.47	6.69	6.88	7.13
35	6.38	6.43	6.46	6.71	6.93
40	6.37	6.42	6.53	6.67	6.86

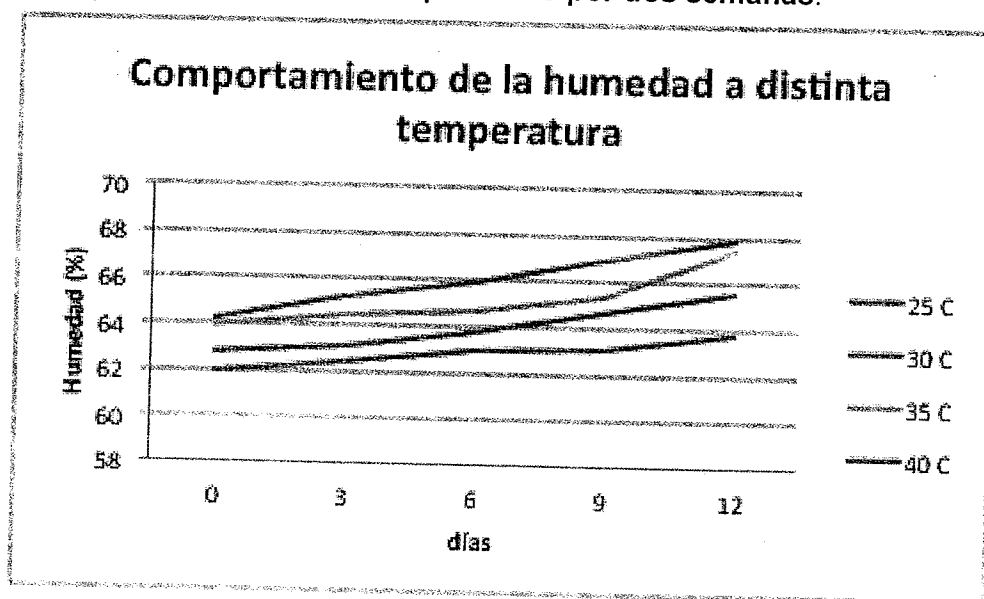
Gráfico 7
Comportamiento del pH de la formulación No. 2
a distintas temperaturas por dos semanas.



Cuadro 28
Comportamiento de la humedad de la formulación No. 2
a distintas temperaturas.

Temperatura	Día				
	0	3	6	9	12
25 C	61.93	62.41	62.95	63.06	63.74
30 C	62.78	63.14	63.75	64.69	65.60
35 C	63.93	64.46	64.68	65.34	67.45
40 C	64.20	65.23	65.89	66.92	67.86

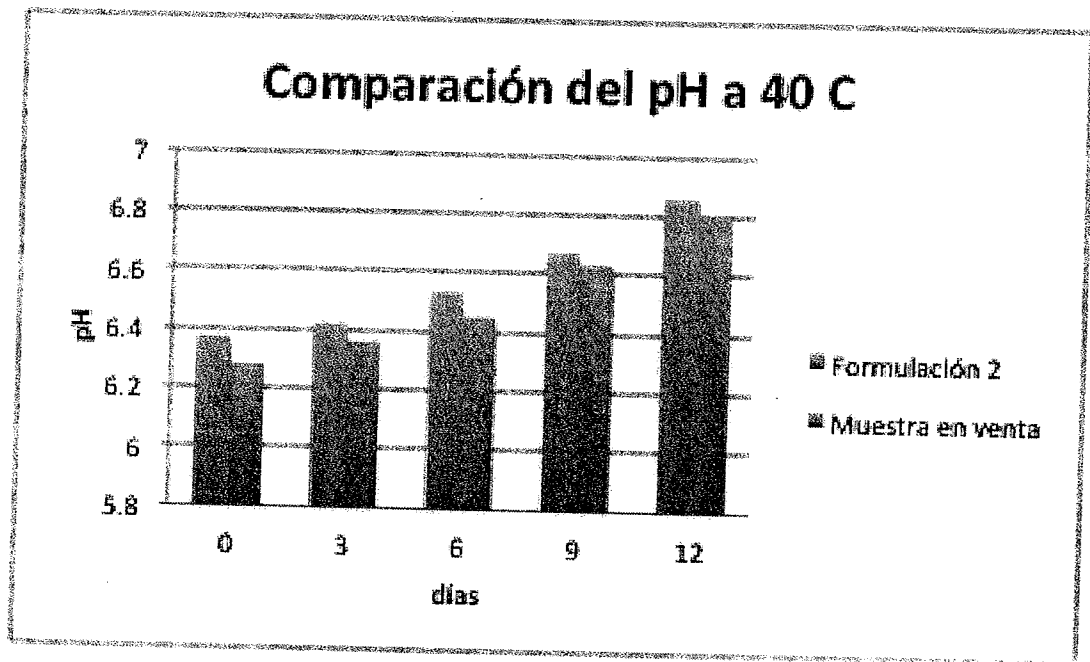
Gráfico 8
Comportamiento de la humedad de la formulación No. 2
a distintas temperaturas por dos semanas.



Cuadro 29
Comparación del pH entre la formulación final
y una muestra de venta en el mercado a 40C por 12 días.

Muestras	Temperatura	Día				
		0	3	6	9	12
Formulación 2	40	6.37	6.42	6.53	6.67	6.86
Muestra en venta	40	6.28	6.36	6.45	6.63	6.79

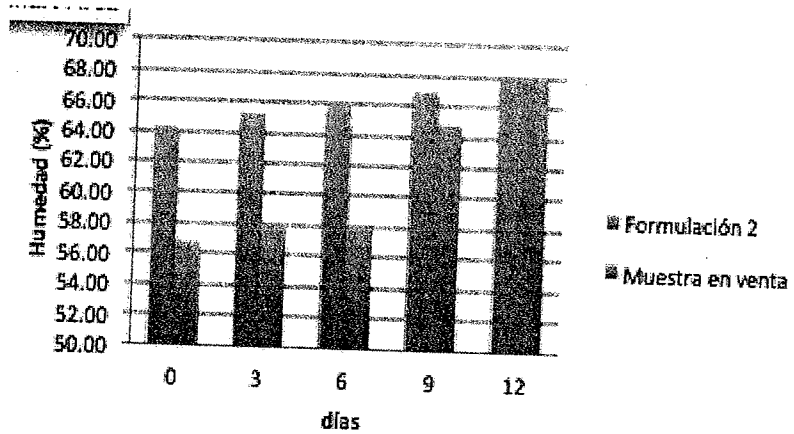
Gráfico 9
 Comparación del pH de la formulación final
 y una muestra en el mercado a 40C por 12 días.



Cuadro 30
 Comparación de la humedad entre la formulación final
 y una muestra en el mercado a 40C por 12 días.

Muestras	Temperatura	Día				
		0	3	6	9	12
Formulación 2	40	64.20	65.23	65.89	66.92	67.86
Muestra en venta	40	56.78	57.89	58.13	64.78	67.93

Gráfico 10
 Comparación de la humedad de la formulación final
 y una muestra en el mercado a 40C por 12 días.



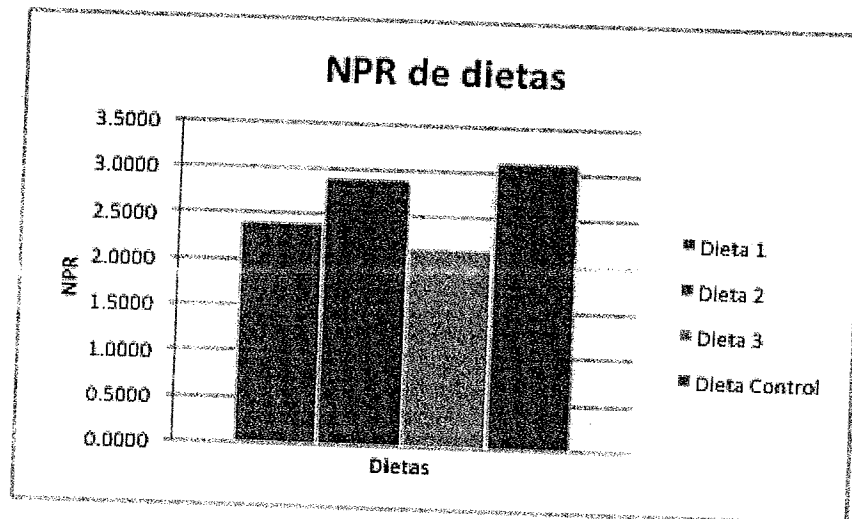
Cuadro 31
 Análisis organoléptico de la formulación final a 40C por 12 días.

Característica	Día				
	0	3	6	9	12
Sabor	Rico, suave al dente, característico al frijol con arroz y chipilín.	Rico, suave al dente, característico al frijol con arroz y chipilín.	consistencia rica, sabor característico de la mezcla inicial.	No se percibio ningun cambio .	Agradable al paladar, aun con su sabor característico
Apariencia	Se distingue cada uno de los ingredientes por separado, el grano de frijol esta un poco abierto.	Se observan los granos sueltos a la hora de mover el empaque, los ingredientes estan en buen estado.	No se percibe ningun cambio en la apariencia de los ingredientes añadidos	Se comenzo a ver una coloración verde en arroses cercanos al chipilín	Los ingredientes se encuentran bien, solamente existe la misma coloración verde en el arroz.
Olor	olor característico a frijol y arroz recién cocidos	Se percibe un olor agradable a arroz	Se continua percibiendo un olor agradable	No hay cambio en el olor	No hay cambio en el olor

Cuadro 32
Valores de NPR en cada dieta de los ratones por tres semanas.

Dietas	NPR
1	2.40
2	2.91
3 (70:30)	2.16
Control	3.11

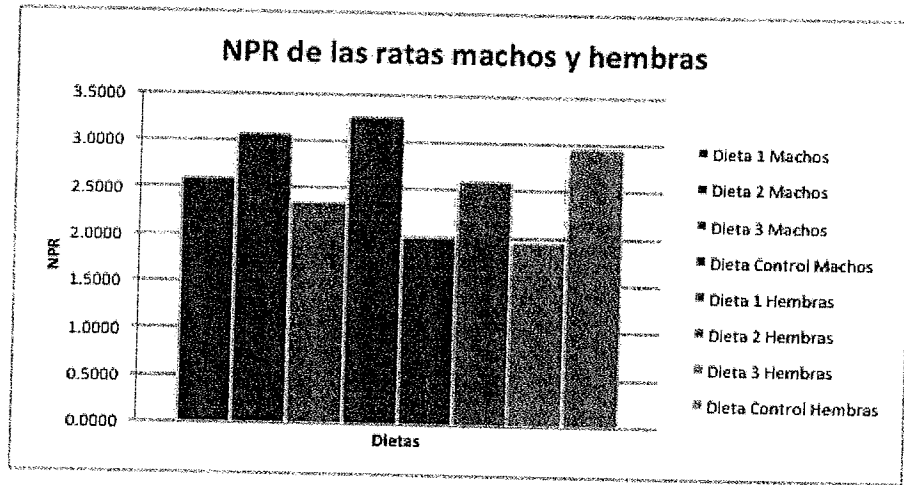
Gráfico 11
Valores de NPR en cada dieta de los ratones por tres semanas.



Cuadro 33
Comparación de los valores de NPR en cada dieta de los ratones según el sexo por tres semanas.

Dietas	NPR	
	Machos	Hembras
1	2.60	1.99
2	3.07	2.59
3 (70:30)	2.36	1.96
Control	3.26	2.96

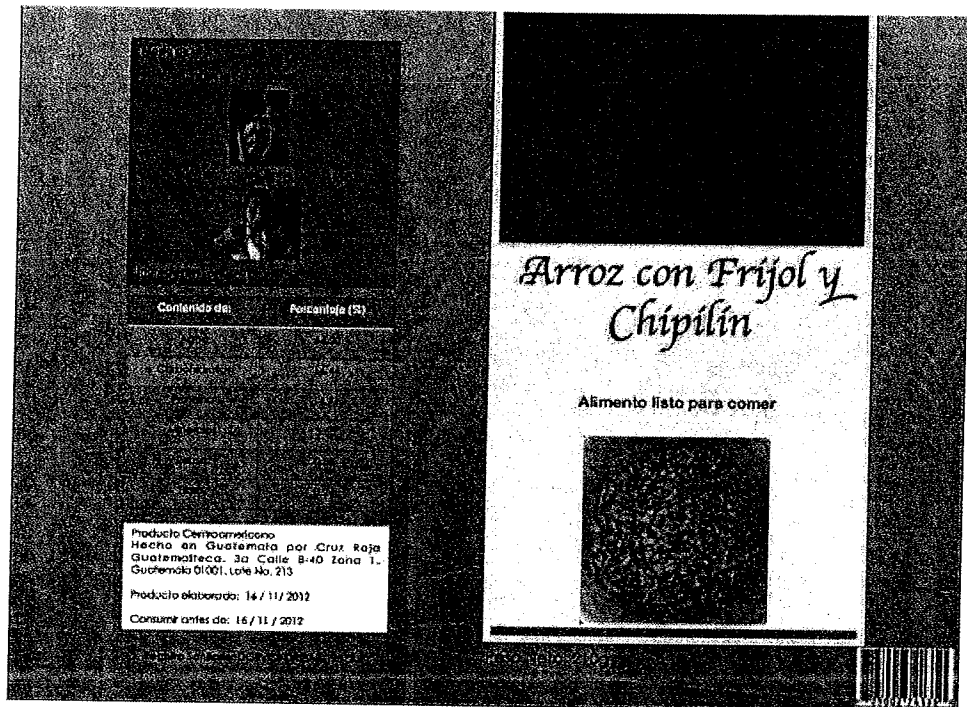
Gráfico 12
 Comparación de los valores de NPR en cada dieta de los ratones según el sexo por tres semanas.



Cuadro 34
 Recuento de bacterias anaeróbicas cada 7 días por 2 semanas.

Análisis	Semana	
	1	2
Bacterias Anaeróbicas	< 10UFC /g	< 10UFC /g

Figura 27
Etiquetado del producto final



H. DISCUSIÓN

Este estudio tiene como objetivo principal el desarrollo de un producto listo para comer y de vida útil prolongada, utilizando como materia prima alimentos con los cuales las distintas comunidades se encuentran familiarizadas. El desarrollo del producto a continuación será un plato principal para formar parte en un kit de desastres naturales, en el cual se adicionara una tortilla de maíz como complemento y un pan dulce tipo semita blanca como postre.

El primer paso para llevar a cabo la investigación consistió en realizar una visita a la comunidad del Volcán donde se estableció que los productos consumidos por las comunidades son a base de frijol y hierbas (chipilín y hierba mora) y solamente se consume arroz cuando cuentan con una mayor cantidad de dinero.

Por lo tanto se pensó en realizar una mezcla de arroz con frijol con una especie vegetal. Se investigó la calidad nutricional de las especies mencionadas en la visita y se encontró un estudio realizado por el INCAP donde se menciona que el chipilín tiene un nivel nutricional mayor en comparación con la hierba mora, Cuadro 4. Por lo que se decidió en adicionar esta especie al producto.

Con base en el estudio realizado por el Dr. Bressani se optó por utilizar una mezcla a base de arroz y frijol en una proporción de 70:30 respectivamente ya que el estudio demuestra que se obtiene una mejor calidad proteínica. Teniendo ya clara la materia prima establecida a utilizar se realizaron 4 formulaciones de esta mezcla, variando solamente la cantidad de chipilín en cada una de ellas, como se puede observar en la Cuadro 6.

Al analizar las formulaciones se puede notar que no se adicionó ningún tipo de condimentos ni preservantes, más que simplemente la sal ya que las poblaciones no cuentan con recursos adicionales como por ejemplo el consomé, por lo que se buscó mantenerlo lo más parecido a los alimentos que ellos elaboran diariamente. Por otro lado no se adicionaron preservantes ya que el factor que aumentará la vida útil será el tipo de empaque y la esterilización del mismo junto con el producto, utilizando el autoclave.

1. Determinación del tiempo de cocción. Luego de tener establecidas las 4 formulaciones se dio inicio a la determinación del tiempo de cocción tanto del frijol como del arroz. Con el frijol se estableció un tiempo donde no se reventará demasiado el grano pero que a la vez este se encontrara cocido, es decir suave a la hora de morderlo. Se realizaron 4 cocciones a distintos tiempos a una temperatura media. Por otro lado con el arroz se analizó el tiempo en el cual se lograba obtener un grano suave pero que este mantuviera su forma y no se creara un tipo de masa. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 7 y Cuadro 8.

Después de haber determinado el tiempo de cocción de cada uno de los productos, se estableció el cocinar cada uno de ellos por separado ya que el frijol

obtuvo un tiempo de cocción óptimo a los 40 minutos y el arroz a los 20 minutos. El paso siguiente al cocimiento es el colado de los frijoles para solamente mezclar el grano con el arroz y no aumentar la humedad del producto, luego es empacado y esterilizado en el autoclave a una temperatura de 121°C a 20 psi por 20 minutos ya que estas son las condiciones óptimas para esterilizar y evitar así el *Clostridium botulinum*, como también eliminar todo tipo de bacteria que puede descomponer el producto tanto microbiológicamente y organolépticamente. El diagrama de producción se muestra en la Diagrama 1.

2. Prueba sensorial de preferencia por ordenamiento. Luego teniendo el proceso ya debidamente diseñado y conociendo el aporte calórico de cada una de las formulaciones se realizó una visita a Quiche en la cual se realizó un análisis sensorial de prueba de ordenamiento que consistió en dar a probar las 4 formulaciones a 10 personas que se encontraban en el Centro de recuperación nutricional y se les solicitó que ordenaran las muestras según su preferencia para así poder determinar la formulación que más era de su agrado. La boleta diseñada para esta prueba se puede observar en la Figura 6. En el Cuadro 9 se puede observar los resultados obtenidos de cada una de las personas.

Al analizar cada una de las boletas se calcularon los totales de cada muestra y utilizando el Cuadro 25, se obtuvieron los valores requeridos para un nivel de significancia del 5%. Teniendo 4 muestras con 10 panelistas, se encontraron los valores 17-33 para un tratamiento, esto indica que los números más bajos de 17 son significativos y los números más altos a 33 también lo son. Observando los valores en la primera formulación se tiene un rango total de 15, mientras que en la formulación 2, un rango de 16 y en la formulación 4, un rango de 37. Se concluye entonces que las muestras son diferentes a nivel de significación del 5%, teniendo como resultado que la formulación 1 es la mejor respecto a la preferencia y la formulación 4 es la peor. Pero también se puede mencionar que entre la formulación 1 y 2 no hay mucha diferencia de preferencia, ya que los valores fueron bastantes cercanos.

Al analizar cada uno de los comentarios realizados por los panelistas, Cuadro 10, y al compararlo con los resultados de significancia del análisis sensorial se pueden descartar las dos últimas formulaciones ya que no son agradables para la vista y paladar del consumidor y dan la impresión de estar descompuesta por la pigmentación del chipilín en todo el arroz.

3. Análisis Proximal. El análisis proximal se realizó solamente a la formulación 1 y 2, ya que estas fueron las dos muestras que obtuvieron mayor aceptación por el consumidor. La mezcla de arroz y frijol 70:30 servirá como punto de referencia y comparación con cada una de las formulaciones.

Las evaluaciones presentadas a continuación fueron realizadas con el fin de observar el comportamiento de cada uno de los componentes nutricionales para luego poder compararlos según la adición de chipilín.

- Determinación de proteínas. Como se puede notar en el Cuadro 11 y Gráfico 1 el aumento de la proteína varía dependiendo de la cantidad de chipilín. Haciendo que la formulación base suba de un 12.9261% hasta un 14.7134% en la segunda formulación y dejando la primera formulación en un nivel intermedio.
- Determinación de grasa. Como se puede notar en el Cuadro 12 y Gráfico 2 el aumento de la grasa varía dependiendo de la cantidad de chipilín. A pesar de que la cantidad de la misma es bastante baja el chipilín sí creó un incremento de 0.5312% a 0.8527%. Al comparar la formulación 1 y 2 no se encuentra una diferencia muy notoria, es decir los datos se encuentran bastantes cercanos.
- Determinación de cenizas. Como se puede notar en el Cuadro 13 y Gráfico 3 la cantidad de cenizas también incrementó. A pesar que el porcentaje de cenizas no es tan alto sí se dió un incremento continuo al observar el comportamiento según la adición del chipilín. También se puede notar que hay una diferencia notoria entre cada una de las muestras al compararla con la segunda formulación.

- Determinación de fibra. En el Cuadro 14 y gráfica 4 se puede observar el mismo comportamiento, hay un aumento de fibra aunque el porcentaje es bastante bajo en cada una de las muestras.

Al revisar por completo el análisis proximal, se puede concluir que cada uno de los factores nutricionales fueron aumentando de manera proporcional junto con la cantidad añadida de chipilín, siendo la cantidad de proteína la más notoria ya que el aumento de la mezcla base a la formulación 2 fue bastante el rango de mejoramiento. Por lo tanto el chipilín realiza una mejora en la formulación 70:30 solamente de arroz con frijol.

- Determinación de las calorías. Se realizó el análisis del valor energético de cada una de las formulaciones, ya que se debe cumplir con una cantidad requerida de energía para poder formular una dieta o un kit de alimentos en casos de desastres. La preparación de la muestra para la medición luego de haber realizado el proceso de cocción y mezclado consiste en la deshidratación del producto, molido y por ultimo pasarlo por el ciclón. El proceso de preparación de la muestra se puede observar mas a detalle en la Diagrama 2.

En el Cuadro 15 se presentan las calorías obtenidas para cada una de las formulaciones. En el Gráfico 5 se puede notar que la formulación base 70:30 tienen el valor energético más alto, siguiéndole la primera y segunda formulación consecutivamente. Cada una de ellas tienen un buen aporte calórico pero la mejor opción para un alimento en casos de desastres.

- Prueba de sellado de empaque. El empaque fue seleccionado por una entrevista con el Ing. Otto Velásquez de la empresa empaques avanzados, el cual fue diseñador de los productos para casos de desastres naturales en la planta Alpak que hoy en día es la compañía que distribuye los alimentos a CONRED. Las especificaciones del pouch de aluminio se puede observar en la Figura 1.

Este empaque fue seleccionado como el más apto ya que crea una barrera contra la luz, factor que tiende a oxidar muchos componentes de los alimentos y funciona también como una barrera de oxígeno y de humedad. Siendo la humedad un factor crítico en este nuevo producto ya que se encuentra previamente cocinado. Por lo tanto se necesita controlar la humedad para lograr aumentar la vida útil del alimento.

Debido a que no se cuenta con una selladora especial para este tipo de empaques se utilizó la selladora al vacío, sin vacío para que los empaques pudieran ser debidamente sellados. Se realizó una prueba de sellado que consistió en realizar sellados con distinto tiempo de contacto. Los tiempos evaluados fueron; 3, 4 y 5 segundos de tiempo de sellado. Para comprobar que el empaque estaba debidamente sellado se preparo producto, se llenó el empaque y se colocaron dos bolsas con cada tiempo de sellado y se realizó el autoclaveado a las condiciones de esterilizado, a 121C a una presión de 20 psi por 20 minutos. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 16. Se comprobó el sellado metiendo las bolsas en agua para ver si éste generaba algún tipo de burbuja por alguna abertura en el mismo.

Al analizar este Cuadro se puede notar que el tiempo optimo para conseguir un sellado que soporte las condiciones de esterilización es en un tiempo de 5 segundos. Ya que en este tiempo no se observó ninguna abertura y ninguna formación de burbujas a la hora de ser sumergido en el recipiente con agua.

- Análisis fisicoquímicos. Estos análisis fisicoquímicos solamente se realizaron con la formulación 2 ya que esta tiene un aumento en todas las características nutricionales medidas y determinadas anteriormente en el análisis proximal.

Se colocaron 4 pouches de aluminio en cada una de las incubadoras a distintas temperaturas (25, 30, 35 y 40 C) para poder observar el comportamiento de cada una de las muestras en dos factores importantes como lo son la humedad del producto y el pH del mismo.

- Determinación de pH. En el Gráfico 6 se puede notar que la temperatura ambiente, es decir 25 C, se mantuvo de una mejor manera el nivel del pH en un rango de 6.28 a 6.34, observar Cuadro 17. En cambio en las temperaturas más altas fueron aumentando constantemente, lo cual no es de beneficio debido a que los microorganismos tienden a crecer de una manera más rápida cuando el pH cada vez es más básico.

Por lo que se puede mencionar que la temperatura a 25 C en una opción muy viable a la hora de almacenar el producto. Esto es una ventaja debido a que las industrias como CONRED mencionan que los productos utilizados para casos de desastres naturales son almacenados a una temperatura ambiente.

- Determinación de humedad. En el Cuadro 18 y Gráfico 7 se puede observar el comportamiento de la humedad por los 12 días, mostrando nuevamente que la temperatura que mantuvo la humedad de una manera más constante del producto fue a 25 C. Esto brinda la ventaja de que el producto se pueda almacenar a esta temperatura sin ningún problema de humedad y también controlar de una mejor manera el crecimiento microbiano ya que a mayor humedad estos tienden a reproducirse de una manera muy acelerada.
- Comparación de vida útil del producto. Se realizó una comparación tanto en pH como en humedad de la formulación 2 y un producto de arroz con frijol que se encuentra de venta en los supermercados. El producto en venta tienen una vida de anaquel promedio de un año. Se realizaron las mediciones por 12 días, mientras los productos se mantuvieron en una incubadora a 40C. Esta comparación servirá para determinar si el producto elaborado y diseñado tiene una vida útil parecida a la del producto ya en venta.

Al observar el Cuadro 19 y Gráfico 8, se puede notar que el pH del producto nuevo es relativamente más alto en comparación al del producto en venta pero realmente no hay una diferencia muy notoria entre ambos por lo que tienen características muy similares en el comportamiento a la hora de la descomposición.

En el Cuadro 20 y Gráfico 9, se puede observar que la humedad del producto nuevo es más alta a la del producto ya en venta, pero éste se mantiene a lo largo del almacenamiento, en cambio el producto en venta aumenta constantemente el valor de la humedad, esto se puede deber a que el tipo de empaque es distinto y el empaque del producto nuevo es mas impermeable que el empaque del producto de los supermercados. Por lo tanto se puede concluir que el empaque escogido es una muy buena barrera de humedad que es un factor critico para la vida útil del alimento. También se puede mencionar que el producto nuevo tiene una vida de anaquel cercana a la de un año sino es que mayor. Por lo que se recomienda realizar una medición de vida de anaquel al producto para estimar el tiempo exacto en el que el producto ya no es apto para el consumo humano.

Durante este mismo periodo el producto nuevo fue analizado organolépticamente, olor, sabor y apariencia, en el cual se pudo notar que las características se mantuvieron por las dos semanas a una temperatura de 40C, observar Cuadro 21. Lo único que se logró percibir es un cambio de pigmentación en el arroz ya que los granos que se encontraban cercanos al chipilín mostraron una coloración verde clara, pero el producto aun así se encontró en condiciones para poder ser consumido, aunque se puede correr el riesgo de que las personas no lo deseen consumir por llegarlo a confundir con algún tipo de moho. Se recomienda en este caso aumentar el caldo de frijol para que el arroz absorba la pigmentación del mismo y contrarrestar la pigmentación del chipilín.

- Determinación de NPR. Se realizó un análisis de NPR con tres grupos de ratones a los cuales se les alimento con las distintas dietas formuladas en el Cuadro 31, las dos primeras dietas contaron con 2 ratones machos y una hembra y en la tercera dieta se colocó un macho y una hembra. Por otro lado se utilizó una dieta control a base de leche ya que ésta es la mejor proteína que existe, este grupo constó de 3 machos y 3 hembras.

Se pudo observar que los ratones aumentaron constantemente una cierta cantidad de peso durante las tres semanas, Cuadros 33, 34 y 35. Analizando los datos

obtenidos del NPR de cada una de las dietas se puede notar en el Cuadro 22 que el control tiene un valor de 3.116 y el resultado mas cercano a este es la dieta 2 con un dato de 2.9090, siendo de esta manera la formulación 2 la mejor para brindarle a las distintas comunidades del corredor seco.

Al comparar los demás valores obtenidos y observar la Gráfica 10 se puede notar que se logro aumentar el valor de la calidad de la proteína al adicionar chipilín a la formulación base de arroz y frijol (70:30), haciendo así de esta manera un alimento con mayor valor nutricional.

Como recomendación se puede mencionar la adición de mayor cantidad de chipilín a la formulación 2, 6 % de chipilín, teniendo en cuenta que el porcentaje máximo a adicionar para que el consumidor lo acepte es el 9% de esta especie vegetal ya que en esta cantidad el consumidor lo percibe de una manera no agradable para su consumo.

Al realizar la comparación de los datos obtenidos de NPR según los sexos de las ratas, en el Cuadro 23 y Gráfica 11, se puede notar que tanto machos como hembras tienen el mismo comportamiento por la cantidad del chipilín adicionado a sus dietas pero se muestra que las ratas machos tienen una mejor absorción de los nutrientes ya que ellos presentaron una mayor calidad proteínica al compararlos con las hembras y este mismo comportamiento se observo en la dieta control.

- Análisis microbiológico. Se realizó un recuento de bacterias anaeróbicas cada 7 días por dos semanas al producto almacenado a una temperatura de 40C, para comprobar la efectividad de las condiciones a las que se realizo el autoclaveado y poder garantizar la inocuidad del producto elaborado. En el Cuadro 24, se puede notar que ambas muestras dieron como resultado $< 10\text{UFC/g}$, por lo que muestra que el producto está libre de algún microorganismo que pueda causar daño a algún consumidor o descomposición temprana al alimento.

- Etiqueta del producto final. Se diseñó un etiquetado en el cual se muestra con fotos el modo de uso del mismo. Es una etiqueta agradable a la vista del consumidor en la cual se presenta el producto contenido en el interior del empaque. Esta etiqueta es tipo sticker para que solo sea colocada en el centro del pouch de aluminio. El etiquetado muestra todas las características necesarias según la normativa de etiquetado del CODEX y también muestra la ración del producto, es decir la cantidad neta es de 210g teniendo el producto la capacidad de servir tres porciones del producto. Observar la Figura 2.

I. CONCLUSIONES

- La formulación 2 es la mezcla escogida para ser un alimento de asistencia alimentaria cumpliendo con un alto valor nutricional, con las mejores características sensoriales, aceptado por las comunidades del corredor seco y con una aproximado de vida útil de un año.
- La temperatura para un mejor almacenamiento del producto es a 25 C ya que se mantuvo constante tanto el pH como la humedad.
- El mejor empaque por el proceso de autoclaveado fue el pouch de aluminio, brindando una barrera contra la luz, oxígeno y humedad.
- El análisis microbiológico mostró un recuento de bacterias anaeróbicas < 10UFC/g haciendo el proceso de esterilización efectivo.
- El etiquetado del producto es de fácil uso ya que contiene imágenes para su mejor comprensión.

J. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una vida de anaquel al producto nuevo para determinar el tiempo exacto de vida útil para el consumidor.
- Se recomienda realizar otras pruebas con un porcentaje entre 6% a 9% de chipilín para aumentar el valor nutricional y calidad proteínica sin afectar la coloración del arroz.

- Se recomienda la molienda del chipilín para evitar la remoción del mismo y poder aumentar la cantidad adicionada en la formulación base 70:30 de arroz y frijol respectivamente.

VII. Formulación y desarrollo de una tortilla de maíz (*Zea mays*) con vida útil prolongada a incorporarse en un kit de emergencias en caso de desastres para ayudar a comunidades en Guatemala

A. INTRODUCCIÓN

En el presente componente se muestran las diferentes acciones tomadas para el desarrollo de una tortilla cuya vida útil se pretendió extender a manera de ser incorporada en un kit como una ración. Para extender la vida útil del alimento se utilizó tecnologías de barreras para conservar el alimento sensorialmente aceptable e inocuo. Las barreras consideradas en el desarrollo de la tortilla incluyó supresores de actividad de agua (A_w), procesamiento térmico, reductores de pH, antimicrobianos, mejoradores de textura y empaque. Se evaluó una a una cada barrera con propuestas de aditivos con acción específica hasta depurar la lista y llegar así a una formulación óptima. Ésta fue evaluada por un panel semientrenado para ver su aceptación, así como también se realizaron análisis de vida útil y proximal para conocer la vida de anaquel del producto y su composición nutricional. Se comparó dos tipos de empaque para el almacenamiento del producto, ambos de polietileno de baja densidad con la diferencia de un mayor espesor. El empaque de polietileno de mayor espesor conservó de una mejor forma las características del producto. Teniendo el empaque y la información de vida útil y contenido nutricional pudo realizarse una etiqueta para un empaque. Este proyecto es una propuesta para la Cruz Roja guatemalteca/Cruz Roja holandesa, organizaciones que serán encargadas de su reproducción y distribución.

B. ANTECEDENTES

1. Importancia de la tortilla. Por razones históricas, biológicas, económicas, sociológicas y estrictamente ideológicas, el maíz tiene una importancia fundamental en la cultura de Guatemala (Rojas, 1988). De éste se derivan muchos productos alimenticios típicos de la cultura latina como el tamal, atol, chuchitos, y las tortillas. La importancia de la tortilla en Guatemala es tal que ha sido empleada en la dieta desde

épocas remotas, siendo parte de la cultura de muchos de los pueblos originarios de América y trascendiendo su consumo en muchos casos a la actualidad (Avalos, 2012).

La venta de tortillas a nivel internacional fue estimada en 6 billones de dólares en 1998 y la cifra va en ascenso (Serna *et al.* 2003). Específicamente en regiones de Latinoamérica (México y Centroamérica) se comparte la cultura y costumbre en cuanto al consumo de maíz vía la tortilla (Rodríguez *et al.* 2008).

La población guatemalteca, con un estimado de 10,000,000 de habitantes, consumen un total de 800,000 toneladas de tortilla anualmente, lo que representa 450,000 toneladas de harina que equivalen a 10,800 millones de tortillas al año. Se trata de un producto de alto consumo, en donde la ingesta de maíz es predominante en las regiones rurales lo cual lo hace el vehículo perfecto para adicionar nutrientes y de aceptabilidad asegurada (Peralta, 1998)

El hábito de consumo de la tortilla no ha cambiado en Guatemala de acuerdo a una encuesta realizada por el INE en 1991. Esta indicó una ingesta de 454g/persona/día proporcionando 45% de las calorías diarias ingeridas y 43% de la ingesta de proteínas. La encuesta también informó que existe una relación inversa entre ingreso y consumo de tortilla. Cuando el ingreso fue menor de \$69.00, el consumo fue de 439g; el consumo fue de 327g para ingresos entre \$69.00-113.00, y cuando fue superior a \$113.00 la ingesta fue solamente de 256g (Rodríguez *et al* 2008).

2. Microbiología de tortilla. Al tratarse de un producto hecho a base de granos (maíz), el contenido de Aflatoxinas es de principal preocupación en la manufactura de este tipo de productos. Méndez *et al* (2004) estudiaron el contenido de Aflatoxinas (tipo B1 y B2) en maíz contaminado en la elaboración de tortilla comparando el método tradicional de Nixtamalización con un método ecológico. El método tradicional disminuyó considerablemente (~90%) del contenido de Aflatoxinas, mientras que el ecológico sólo lo hizo en un ~69%.

Por otro lado, al ser un producto elaborado de forma artesanal en muchos países, se debe tomar en cuenta que por prácticas deficientes y contaminación ambiental hay incidencia de contaminación fecal (prácticas deficientes) y el producto puede perder su inocuidad. Debido a ello, Flores *et. al* (2002) llevaron a cabo una caracterización microbiana en masa de tortilla de maíz en tortillerías de Saltillo, Coahuila. Del estudio se destaca la presencia de *coliformes totales*, *algunos hongos* y *levaduras*.

3. Aditivos alimentarios. A pesar de ser un alimento común, la tortilla tiene una vida de anaquel muy corta, especialmente por el proceso de endurecimiento y cambios de textura debido a que pierde su capacidad para enlazar agua y la proliferación microbiana al tratarse de un alimento no ácido. Para la elongación de la vida útil de tortillas, *Martínez et al* (2004) proponen una mezcla de Sorbato de Potasio (0.125%) y Ácido Fumárico (0.1%). En un estudio realizado en México comparando diversos conservantes. Se logró una vida útil de 6d a temperatura ambiente y 16d en refrigeración (4°C). No se trabajó con ningún empaque.

Respecto a los cambios de textura, Lucero et al (2010) proponen adicionar Goma Xantán (0.5% p/p), o una mezcla de gomas (Xantán 0.25%, Carboximetilcelulosa 0.15%, Goma Guar 0.10% p/p) en un estudio sobre un mejoramiento en la textura de tortillas. Ambas formulaciones resultaron en productos con características organolépticas aceptables. Para reducir los efectos de la retrogradación en la tortilla, Weber (2000) propone una mezcla de Carboximetilcelulosa (0.50%), amilasa maltogénica (1650 unidades activas), sorbitol (3%) y Glicerol (4%).

C. MARCO TEÓRICO

1. Definición y proceso de elaboración de tortillas de maíz. Se conoce por *tortilla de maíz* pan plano, redondo, no fermentado producido a partir del cocimiento de cal (Hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$) y maíz (*Zea mays* L). El grano maduro es cocinado en agua conteniendo cal a aproximadamente 94°C durante 60 minutos. Continúa un reposo de aproximadamente 12h a temperatura ambiente para producir el "nixtamal", el

cual es molido hasta obtener una masa húmeda. (Serna *et al.* 2003) (Rodríguez *et al.* 2008). Actualmente produce harina de maíz la cual luego puede reconstituirse a la masa para la elaboración de diversos productos como tamales, tortillas, chuchitos, etc. Ver Diagrama 1.

El rol del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es suavizar el pericarpio rígido del maíz lo que permite la hidratación del endospermo y proteínas; una pequeña fracción de almidón de gelatiniza. Por tratarse de un medio altamente básico, las cadenas de almidón se encuentran cargadas lo cual retarda la retrogradación y endurecimiento de la tortilla. Cuando el grano es viejo, se añade más $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y se aumenta el tiempo de cocción. (Serna *et al.* 2003) (Rodríguez *et al.* 2008)

Diagrama 5

Proceso de elaboración de tortillas a partir de harina en polvo.



2. **Almidón.** Polisacárido ampliamente distribuido en plantas en donde es almacenado como reserva de hidratos de carbono en los granos de maíz, específicamente situado en el endospermo del grano. Se trata de un polímero polidisperso que se presenta como polímero lineal (amilosa) y otra fracción de alta ramificación (amilopectina) (Raimond *et al.* 1995). El maíz y tortilla contienen cantidades significativas de carbohidratos, principalmente almidón como se muestra en el siguiente cuadro. En ella se muestra cómo varía el contenido de este a medida que el maíz es procesado.

Cuadro 35
Contenido de almidón en el maíz y productos de nixtamalización.
(Datos presentados en porcentaje)

Maíz	Nixtamal	Masa	Tortilla	Referencia
74.05	73.59	--	77.36	Serna-Saldivar <i>et al</i> 1988
72.30	--	--	78.90	Sproule <i>et al</i> 1988
76.00	79.00	79.00	80.00	Bedolla <i>et al</i> 1983

(Rodríguez *et al*, 2008)

La mayoría de almidones contienen aproximadamente entre un 15-30% de amilosa y la fracción restante de amilopectina. Ambas fracciones dispuestas de tal manera que se forma una estructura semicristalina (gránulos de almidón). Dicha disposición lo hace insoluble en agua. No obstante, al calentar en presencia de agua hay una distorsión de las cadenas polisacáridas, adquiriendo una conformación al azar, provocando el hinchamiento del gránulo de almidón y el engrosamiento de la matriz absorbente (Gelatinización). En esta etapa, al enfriar inicia el proceso de recristalizado (Retrogradación) el cual es sumamente rápido para la amilosa y muy lento (puede tomar días) para la amilopectina. (Raimond *et. al.* 1995) (Blasco, 2006)

3. Formas de degradación (vida útil). Las dos principales formas de degradación de la tortilla son:

- Microorganismos que la contaminan. Entre las formas para eliminar o reducir el contenido microbiano cabe mencionar la eliminación parcial del agua (humedad) durante la cocción sobre la superficie caliente, control de la actividad de agua, adición de agentes antimicrobianos. (FAO, 2006) En general, crear condiciones que retarden su proliferación sobre la matriz alimentaria.
- Endurecimiento de la tortilla. El endurecimiento de la matriz se debe principalmente a la retrogradación del almidón, específicamente la fracción de

amilopectina (Blasco, 2006). En este aspecto, debe tomarse en cuenta el mecanismo y condiciones de retrogradación para retardar dicho proceso y prolongar la suavidad de la matriz.

4. Métodos combinados. Tecnología de barreras. Consiste en el retraso del crecimiento microbiano mediante una combinación de factores o barreras, de allí su nombre. Entre estos se incluye la temperatura, pH, actividad de agua (a_w), sustratos disponibles, agentes microbianos, modificación del contenido de oxígeno (atmósferas modificadas), entre otros (Barbosa-Cánovas, 1999).

Esta metodología toma importancia en tanto que no es dañino por no involucrar mayor procesamiento al alimento, retardando el deterioro del alimento (Barbosa-Cánovas, 1999).

Su fin es preservar la calidad e inocuidad de los alimentos durante extensos periodos de almacenamiento. El deterioro de la calidad en los alimentos se presenta por diferentes reacciones, éstas se enlistan en el siguiente cuadro.

Cuadro 36
Principales formas de pérdida de calidad en alimentos

Química	Física	Enzimática	Microbiológica
Rancidez oxidativa	Transferencia de masa, movimiento de componentes de bajo peso molecular	Rancidez lipolítica	Crecimiento o presencia de agentes infecciosos
Decoloración oxidativa y reducida	Pérdida de crujencia (cambios texturales)	Rancidez catalizada por lipooxigenasas	Crecimiento o toxicidad de microorganismos
Pardeamiento no enzimático	Pérdida de sabores por evaporación	Proteólisis	Crecimiento de microorganismos deteriorativos
Destrucción de nutrientes	Daño por frío	Pardeamiento enzimático	

(Leistner *et al*, 2002)

Para evitar estos fenómenos, o reducir su aparición se aplica un amplio rango de técnicas de preservación, entre las cuales destacan las barreras de reducción de temperatura, la reducción de la actividad de agua, disminución del contenido de oxígeno, incremento de temperatura, y un proceso aséptico (Leistner *et al*, 2002). De los anteriormente mencionados, el presente trabajo se centra en las siguientes:

- **Reducción de la actividad de agua:** Es posible gracias a la adición de sales, azúcar u otros solutos, o mediante secado o congelado. A continuación se enlistan algunos microorganismos y su actividad de agua mínima para sobrevivir (Leistner *et al*, 2002).

Cuadro 37

Límites de actividad de agua para crecimiento microbiano

Microorganismo	Actividad de agua límite, Aw
Pseudomonas fluorescens	0.97
Escherichia coli	0.95
Listeria monocytogenes	0.92
Staphulococcus aureus	0.86
Aspergillus flavus	0.80

(Leistner *et al*, 2002)

Nótese que por debajo de esta magnitud estos no sobreviven. Es por ello que la disminución de la actividad de agua cobra importancia en la tecnología de barreras para la preservación de alimentos.

- **Reducción del pH:** Se ha demostrado que a medida que se disminuye el pH del medio hay una menor actividad microbiana. En la siguiente cuadro se enlistan límites para algunos microorganismos importantes en el deterioro de alimentos.

Cuadro 38
Límites de pH para el crecimiento microbiano

Microorganismo	pH límite
Escherichia coli	4.4
Pseudomonas fluorescens	4.4
Listeria monocytogenes	4.3
Staphylococcus aureus	4.0
Aspergillus flavus	2.0

(Leistner *et al*, 2002)

En países en desarrollo, como el caso de Guatemala, el uso de pH como preservante en la tecnología de barreras es ampliamente utilizado (Leistner *et al*, 2002). Sin embargo, su aplicación se ve limitada por el aspecto sensorial. Dependiendo del tipo de alimento, si es muy ácido este puede no ser aceptado.

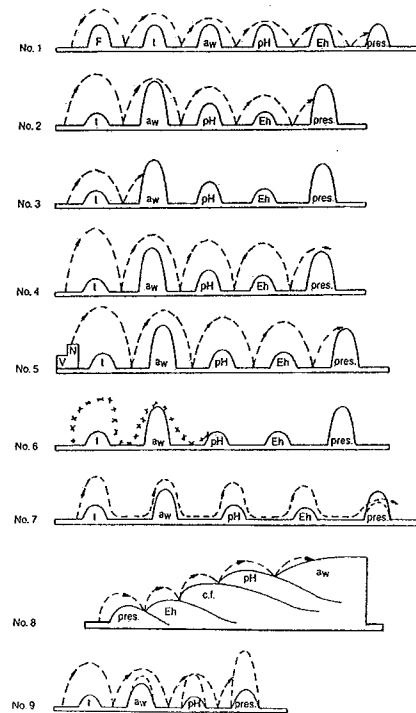
- **Uso de preservantes:** En países en desarrollo, el uso de agentes químicos como sorbatos y nitritos como antimicrobianos ha ido en aumento. La aplicación de estos es beneficiosa siempre que la dosificación sea la correcta (Leistner *et al*, 2002). Este aspecto se amplía más adelante en la sección de Aditivos.
- **Empaque al vacío:** La remoción de oxígeno ha demostrado ser beneficiosa en cuanto a la reducción del deterioro del alimento. Específicamente para de desarrollo de microorganismos aeróbicos (dependientes de oxígeno para su crecimiento).

El efecto de barrera es de fundamental importancia para la preservación de los alimentos al asegurar su inocuidad y calidad. Para que ésta sea efectiva se requiere que los microorganismos presentes (al inicio) en el alimento no deberían ser capaces de superar (saltar por encima de) los obstáculos/barreras presentes, de lo contrario los

alimentos se deterioran o incluso pueden causar una intoxicación alimentaria (Leistner *et al*, 2002).

La siguiente figura ejemplifica este escenario bajo diferentes condiciones con nueve ejemplos. Los símbolos tienen el siguiente significado: "F" calentamiento, "t" es enfriamiento, "Aw" es la actividad del agua, "pH" acidez, "Eh" potencial redox, "Pres" preservantes, "V" vitaminas, "N" nutrientes, y "cf" flora competitiva (Leistner *et al*, 2002).

Figura 28
Tecnología de barreras, diferentes escenarios



Como se muestra en la Figura, la presencia de vitaminas y nutrientes, común en cualquier alimento, representan una ayuda a microorganismos pues los ayuda a subsistir. El caso 1 es puramente teórico porque todas las barreras tienen la misma altura y ello dependerá de la matriz alimentaria y los microorganismos presentes (basófilos, termófilos, aerobios, etc.). Un escenario más realista es en el caso 2-5 en donde se

pueden apreciar diferentes niveles, en los cuales el microorganismo no puede con todas las barreras y frena o cesa su reproducción (Leistner *et al*, 2002).

El caso 6 hace referencia a microorganismos dañados, que al final por la diversidad de barreras no logra estabilizarse en el medio. El caso 7 muestra cómo las barreras pueden incrementar su efectividad conforme el tiempo de almacenamiento. Por ejemplo, para alimentos que van perdiendo su humedad, la barrera de A_w (que disminuye en el alimento) incrementa (Leistner *et al*, 2002).

El caso 8 muestra brevemente la importancia del orden en que se presenten las barreras. Y finalmente el caso 9 muestra el sinergismo entre las barreras. Esto se espera si cada barrera tienen un mecanismo de acción (sobre el microorganismo) diferente. Ello evidencia que es más recomendable utilizar por ejemplo dos tipos de antimicrobianos diferentes en bajas concentraciones, que uno solo a una concentración más elevada. (Leistner *et al*, 2002).

Para saber qué tipo de barreras emplear para asegurar la estabilidad de los alimentos debe seguirse el siguiente criterio: (FAO, 2012).

- Evaluar los tipos de microorganismos presentes en la matriz
- Tomar en cuenta las reacciones bioquímicas y fisicoquímicas de deterioro del alimento.
- Infraestructura (equipo) disponible para la elaboración del alimento.
- Meta. Hace referencia a la vida útil estimada, las propiedades sensoriales requeridas y el tipo de envasado deseado.

5. Equipo e instalaciones para manufactura. El espacio de trabajo para la manufactura de tortillas debe ser lo suficientemente grande para contar con las siguientes áreas: recepción, proceso, empaque, bodega, laboratorio de análisis, servicios sanitarios y vestidor. Los pisos deben ser de concreto recubiertos de losetas o resina plástica, con desnivel para el desagüe. Los techos de estructura metálica, con zinc y cielorraso. Las puertas de metal o vidrio y ventanales de vidrio. Se recomienda el

uso de cedazo en puertas y ventanas(FAO, 2006). En lo que respecta a programas e infraestructura dentro de la planta, debería tomar en cuenta los aspectos de infraestructura recomendados en PAS200 y en el Reglamento Técnico Centroamericano.

6. Polietileno de baja densidad (LDPE). Es el plástico más utilizado a nivel mundial. Tiene una estructura muy simple; una molécula del polietileno es una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono. En algunas ocasiones los carbonos, en lugar de tener hidrógenos unidos a ellos, tienen asociadas largas cadenas de polietileno. Esto se llama polietileno ramificado, o de baja densidad, o LDPE. (TdP, 2011)

Cuando no existe ramificación, se llama polietileno lineal, o HDPE. El polietileno lineal es mucho más fuerte que el polietileno ramificado, pero el polietileno ramificado es más económico y más fácil de manufacturar. Este plástico presenta una tasa de transmisión de agua buena, una permeabilidad a gases pobre, y un buen sellado. Es comúnmente empleado para productos de panificación y alimentos congelados (TdP, 2011) (Coles *et al* 2009).

7. Alimentos tipo ración para escenarios de emergencia (Proyecto Esfera, 2011). En el nivel de las raciones se tiene en cuenta, entre otras cosas:

- Las necesidades nutricionales generales
- Las necesidades específicas de los grupos vulnerables;
- El acceso a otras fuentes de alimentos y/o ingresos

En la selección de los productos alimenticios se tiene en cuenta, entre otras cosas:

- La disponibilidad local y la repercusión en el mercado
- La aceptabilidad y la preparación locales
- La conveniencia y composición desde el punto de vista de la nutrición
- Las necesidades de combustible para cocinarlos

Los alimentos elaborados en el presente proyecto queda en la categoría de ración general.

8. Aditivos alimentarios

a. Depresores de actividad de agua. La influencia de los solutos en la reducción de la actividad de agua en un alimento es un compleja. Los solutos de bajo peso molecular se seleccionan de acuerdo a su solubilidad, eficiencia, sabor, compatibilidad, pH, costo, regulaciones, entre otros; se tienen, por ejemplo azúcares, sales, polialcoholes, ácidos, hidrolizados de proteína, etc. (Badui, 2006).

Es evidente que la concentración requerida para reducir la actividad de agua (A_w) de cada uno de los componentes mencionados depende de muchos factores, como el sabor. Por ejemplo, para reducir la A_w de un cárnico con la sola adición de Cloruro de Sodio (NaCl), se necesitaría una concentración tal que el alimento no podría ingerirse (Badui, 2006). Es allí donde juega un rol importante el saber cómo combinar las sustancias depresoras de la actividad de agua, junto con agentes microbianos para prolongar la vida útil de un alimento.

b. Sales: Cloruro de Sodio: El cloruro sódico es el primer conservante químico empleado en la historia. Teniendo en cuenta que la dosis a las que se emplea y el carácter tradicional de su utilización para dar el gusto salado, no es considerado como un aditivo. Este es un antimicrobiano eficaz por su efecto depresor de la actividad de agua de los productos. (Multon, 2000)

Figura 29

Estructura del cloruro de sodio



Su masa molecular de 55.44g es baja y se disocia en disolución por lo que tiene una gran eficacia. De tal forma que es posible proteger al alimento contra ataques microbianos al limitar el contenido de agua dentro del mismo. (Multon, 2000)

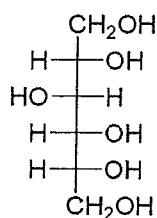
c. Polioles. A diferencia de los azúcares de donde provienen, los polioles sólo contienen grupos hidroxilo (-OH) como sustituyente en todos los átomos de carbono; son muy solubles en agua (aún más que sus respectivos azúcares), tienen un sabor dulce, producen soluciones de distintas viscosidades, etc. (Badui, 2006).

Su alta capacidad de hidratación los hace muy adecuados para la elaboración de alimentos de humedad intermedia pues reducen la actividad de agua y, consecuentemente, controlan el crecimiento microbiano. Otras características que vale la pena mencionar es que al no contar con grupos carbonilo (grupos reductores) estos no se condensan con proteínas del medio evitando así un posible pardeamiento vía la reacción de Maillard (Badui, 2006). Aquellos polioles empleados en el presente trabajo se incluyen a continuación, ambos considerados como aditivos GRAS.

1) Sorbitol. Se trata de un hexitol. Cuenta con un sabor azucarado y se trata de un excelente depresor de la actividad de agua. Este es está autorizado para todos los productos excepto en pan corriente, a la dosis de 50g/kg de producto terminado, sólo o acompañado de glicerol (Multon, 2000).

Figura 30

Estructura del sorbitol

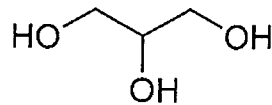


2) Glicerol. Es el poliol más conocido. También es llamado Glicerina. Se le clasifica como triol por tener tres átomos de carbono. Son más eficaces que los mono y disacáridos y no modifica demasiado el sabor del alimento. Además tiene una acción

plastificante sobre la textura del alimento al cual se aplique. Ello le otorga al alimento, una mayor flexibilidad.

Figura 31

Estructura del glicerol

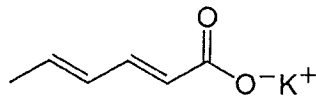


4. Preservantes.

a. Sorbato de potasio. También es conocido como la sal de potasio del ácido sórbico. Con un aroma específico y un sabor amargo, tiene una masa molar de 150.22, y una apariencia de polvo o gránulos blancos. Entre todos los sorbatos (Sodio, Potasio, Calcio) es el que se solubiliza más rápidamente. Su solubilidad máxima en agua es de 54g en 100g de agua (Lueck, 1980).

Figura 32

Estructura del Sorbato de Potasio



- *Aspectos relacionados con la salud:* El valor de L_{50} para el ácido sórbico, por vía oral en ratas fue de 10.5 ± 1.96 g/kg de peso. Otros autores proporcionan valores de 7.4 y 8.7g/kg de peso. En concentraciones elevadas, irrita las mucosas, pero únicamente en personas sensibles a éste (Lueck, 1980).
- *Efecto antimicrobiano:* Su método de acción se basa en la inhibición de varias enzimas en la célula microbiana. Enzimas del metabolismo

de carbohidratos como Enolasa y Lactato deshidrogenasa son particularmente importantes en este aspecto (Lueck, 1980).

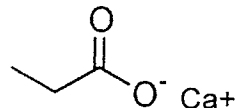
- *Espectro de acción:* La acción de este antimicrobiano va dirigida principalmente a mohos y levaduras, incluyendo aquellos productores de aflatoxinas. Las bacterias son sólo parcialmente inhibidas. Su uso está restringido a aquellos alimentos con cargas iniciales bajas, en tanto que una concentración no letal de éste puede actuar como nutriente para el microorganismo (Lueck, 1980).

b. Sorbato de Potasio y tortilla: Debido a su resistencia a pHs alcalinos, es utilizado en productos como harinas. Comparado con los propionatos, presenta un mayor efecto antimicrobiano, especialmente ante mohos. Éste se usa en cantidades de 0.1 a 0.2%, respecto al contenido de harina total. Este aditivo se emplea en este tipo de matrices alimentarias no solo por su bajo costo sino también, como se mencionó anteriormente, por su acción efectiva sobre formadores de aflatoxinas (Lueck, 1980).

c. Propionato de Calcio. El ácido propiónico y sus sales tienen una acción antimicrobiana, siendo su principal área de aplicación el área de panificación. En tecnología de alimentos, las formas más utilizadas son el propionato de Sodio y de Calcio. Con una masa molar de 96.06, el Propionato de Calcio presenta un aroma punzante, es totalmente miscible en agua, e incoloro (Lueck, 1980).

Figura 33

Estructura del propionato de calcio



- *Aspectos relacionados con la salud:* Estudios en ratas mostraron una tolerancia por la sustancia en un 1 a 3%, en varias semanas. Su ingesta no

representa efectos mutagénicos. En pan, comprendido por 5% de propionato de calcio en un período de un año no presentó efectos sobre el organismo (Lueck, 1980).

- *Acción antimicrobiana:* Su acción se debe al hecho de que éste se acumula en la célula microbiana, bloqueando su metabolismo al inhibir enzimas. El ácido propionico también inhibe el crecimiento al competir con otras sustancias necesarias para el crecimiento del microorganismo en cuestión. Su acción microbiana en comparación a otros preservantes podría considerarse débil por sus elevadas dosis para provocar algún efecto. No obstante, las propiedades favorables de su uso radican un cambio en el pH del medio (Lueck, 1980).
- *Espectro de acción:* Ataca principalmente a mohos. Las levaduras y las bacterias son inhibidas, principalmente las gram-negativo (Lueck, 1980).

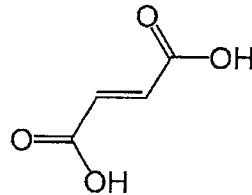
d. Propionato de Calcio y tortilla: Empleado en matrices alimentarias como harinas por su efectividad contra los mohos. Entre otras razones el propionato es particularmente útil por su constante de disociación tan baja, lo cual significa que funcionan aún a un pH muy elevado, a diferencia de otros antimicrobianos. Por razones organolépticas, no se utiliza el ácido, sino sus sales. Efectos secundarios de un uso exagerado de este aditivo es un olor característico indeseable (Lueck, 1980).

5. Reductores de pH:

a. **Ácido Fumárico.** El ácido fumárico se utiliza para la conservación de los alimentos por su potente acción antimicrobiana y también es empleado como regulador del pH. Se trata de un producto inodoro y no higroscópico, por lo que se utiliza para productos en polvo como bebidas, gelatinas y harinas (DIVSA, 2010). Su letalidad sobre microorganismos incrementa a medida que el pH del medio disminuye; pH entre 5 y 2. Este imparte un sabor agrio a los alimentos que lo contienen y es el más ácido entre los ácidos disponibles en estado sólido. Presenta una baja solubilidad en agua

fría. Su tasa baja de absorción de agua ayuda a extender la vida útil de productos tipo polvo (Branen et al, 2002).

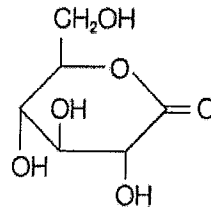
Figura 34
Estructura del Ácido Fumárico



- *Aspectos relacionados con la salud:* Estudios a largo plazo muestran que la ingesta de 1.0% de ácido fumárico o 1.38% de fumarato de sodio en ratas y 1.0% en cerdos no mostraron un efecto en la tasa de crecimiento, niveles de hemoglobina, o anomalías en su sistema óseo. En humanos, una ingesta de 500mg/día por un año tampoco mostró efectos adversos (Branen et al, 2002).

b. Gluconodelta lactona. La Gluconodelta lactona tienen peso molecular de 178.14g. Se trata de un éster cíclico neutro del ácido glucónico. Se ha utilizado como saborizante pero su uso GRAS no publicado radica en su acción buffer o acidulante. Cuando se añade a una solución acuosa, se disuelve rápidamente. A continuación se hidroliza gradualmente a ácido glucónico provocando cambios en el sabor desde ligeramente dulce a ligeramente ácido. Su acidificación y sabor suave la distinguen de otros acidulantes y favorece su uso en aplicaciones que requieren un descenso controlado de pH y un perfil de sabor neutro (Burdock, 1996) (Jungbunzlauer, 2008).

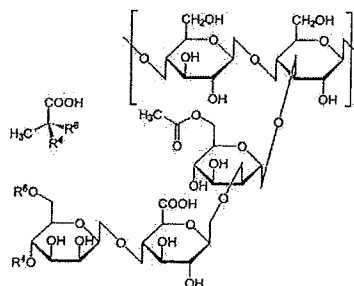
Figura 35
Estructura del gluconodelta lactona



6. Mejoradores de textura. Históricamente las siguientes gomas han demostrado obtener buenos resultados en cuanto a modificaciones de la matriz alimentaria de forma positiva. Se describe brevemente su estructura, origen, características y uso.

a. *Goma XG (Xantán, Xántica)*. CAS#11138-66-2. La goma Xantán es un polisacárido producido por la bacteria *Xantomonas campestris* en un medio de fermentación que contiene glucosa, solubles de destilería, fosfato dipotásico de hidrógeno y elementos apropiados de seguimiento. El polisacárido es extraído por precipitación con la adición de Etanol, se purifica por reprecipitación y luego es secado. Esta goma es la excreción que protege a las paredes celulares de la bacteria cuando los niveles de pH del medio fermentativo se tornan muy bajos, no favorables para su crecimiento (Laaman, 2010) (Glicksman, 1969).

Figura 36
Estructura, Goma Xántica



Al considerar como excelente agente espesante y pseudoemulsificador con una estabilidad en un amplio rango de pH. Es un producto accesible producido en grandes cantidades a nivel internacional. Al ser un producto obtenido tras un fermentado no es considerada por todos los consumidores como un producto natural (Laaman, 2010).

b. Solubilidad y viscosidad: La goma Xantán se disuelve en agua fría o caliente para formar soluciones viscosas, no tixotrópicas que usualmente muestran opalescencia. Concentraciones entre 0.1 y 1% tienen un pH entre 6 y 7. Concentraciones por debajo del 0.25% mostrarán una gelificación débil a temperatura ambiente. A temperaturas bajas tienen a formar geles reversibles, especialmente en presencia de sales y alcohol (Glicksman, 1969).

c. Comportamiento reológico: Muestra un típico comportamiento pseudoplástico, responsable de las propiedades de suspensión de esta goma. La estructura de la solución es tal que logra prevenir que partículas pequeñas se sedimenten o que se formen gotas de aceite (Glicksman, 1969).

d. Efecto de sales: Sales inorgánicas producen efectos inusuales en la viscosidad. En una concentración igual o superior al 0.5% de la goma, en presencia de sales, su viscosidad incrementa. Sales de amonio cuaternario provocan que precipite en agua, pero que sea soluble en soluciones salinas. El cambio en la viscosidad está influenciado por la concentración de la goma, el pH, y por una composición específica de sales. Se cree que el entrecruzamiento es la razón por la cual la viscosidad incrementa y se sugiere un incremento en la viscosidad en presencia de cationes di y trivalentes a través de un control riguroso del pH (Glicksman, 1969).

e. Efecto de temperatura: A diferencia de otras gomas, la temperatura tiene poco efecto sobre la goma Xantán. Ésta es aún más estable a la temperatura en presencia de cloruro de potasio y otras sales (Glicksman, 1969).

f. Efecto del pH: La viscosidad de soluciones de esta goma son esencialmente independientes del pH, y el polímero seco puede ser disuelto directamente en diversas

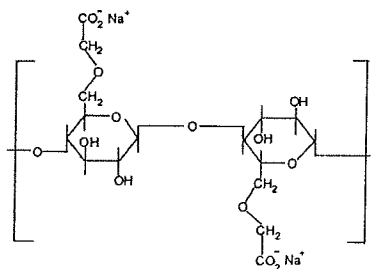
soluciones ácidas. A diferencia de otras gomas, ésta puede mantener su estructura en un medio ácido por varios días (Glicksman, 1969).

g. Compatibilidad: La goma Xántica es capaz de formar interacciones sinérgicas con galactómanos como la goma Guar, Tara y Konjac. Específicamente con la goma Guar, mejora su capacidad para retener agua y su viscosidad, siendo una proporción óptima 75:25 – 80:20, Guar a Xántica (Laaman, 2010).

7. Goma CMC (Carboximetil celulosa de sodio): CAS#:9004-32-4. La goma CMC es el derivado de celulosa más utilizado e importante en la industria de alimentos; empleado en una variedad de alimentos por su viscosidad, su capacidad de retención de agua y la claridad que otorga a las soluciones que la contienen. Existen diferentes grados de CMC que son vendidos en base al rango de viscosidad desde ~50cP en un 2% de concentración en agua hasta 13,000cP en un 1%. Para la mayor parte de aplicaciones se elige por economía (Laaman, 2010).

Figura 37

Estructura, Goma CMC



Su estructura, como se muestra en la Imagen , está basada en un polímero de β-(1→4)-D-glucopiranososa de celulosa con una sustitución de carboximetilo en las posiciones C-2, C-3, o C6 para cada unidad de glucosa. Esta goma es de carácter aniónico debido al grupo carboxilato terminal que es comercialmente producido en

forma de sal de sodio, la cual se ioniza a COO^- otorgándole la propiedad deseable de poder ser disuelta en agua (Laaman, 2010) (Glicksman, 1969).

Las propiedades de esta goma son afectadas por su nivel de polimerización (degree of polymerization, DP). Las celulosas con un DP elevado presentan una mejor capacidad para formar películas y en general mayor viscosidad. A medida que el DP disminuye, lo hace la viscosidad de la matriz alimentaria (Glicksman, 1969). El nivel de DP puede oscilar entre 0.6 y 0.95 por unidad monomérica. (Laaman, 2010)

La goma CMC es considerada como un buen agente espesante por sí sola, demostrando altos niveles de claridad entre todas las gomas. Ésta es capaz de absorber cincuenta veces su peso en agua. Clasificada como un pseudogel por sus niveles de espesante. Su único inconveniente es que es considerada como una goma modificada y no un producto natural (Laaman, 2010) (Glicksman, 1969).

- *Solubilidad CMC*: Como se mencionó anteriormente, esta goma presenta solubilidad en agua una vez tratada, y es insoluble en solventes orgánicos, a menos que esté en concentraciones muy bajas (Glicksman, 1969).
- *Comportamiento reológico CMC*: Presenta propiedades no-Newtonianas en solución. Su comportamiento es principalmente pseudoplástico debido a que el largo de las moléculas tiende a orientarse en dirección al flujo. Mientras incrementa la tasa de corte (estrés aplicado), la resistencia al flujo (viscosidad) disminuye. Caso opuesto sucede al aplicar una menor tasa de corte; la viscosidad aumenta (Glicksman, 1969).
- *Efecto de la temperatura CMC*: Su viscosidad es dependiente de la temperatura. Cuando ésta incrementa, la viscosidad disminuye. El cambio de la viscosidad con la temperatura es reversible, es decir, no tiene un efecto permanente sobre las características de la solución.
- *Efecto del pH*: Las soluciones de CMC son estables en un rango de pH de 5 a 10 (baja acidez – basicidad) con una estabilidad óptima en un rango de pH de 7 a 9 (Glicksman, 1969). En condiciones muy ácidas (pH 3 o inferior) este hidocoloide pierde su solubilidad y capacidad para ligar agua

por lo que debe tomarse en cuenta según el alimento en la cual será empleada (Laaman, 2010).

- *Efecto de electrolitos*: En general las cationes monovalentes (Cloruro de sodio NaCl; Sodio Na⁺ por ejemplo) forman sales solubles y presentan un efecto mínimo o nulo en la viscosidad de la solución. Es decir no hay mayor interferencia. Por otro lado, cationes divalentes no generan cambios en la viscosidad pero si en la claridad de la solución. Cationes trivalentes como formas férricas o de aluminio forman sales insolubles resultantes en un gel o precipitado (Glicksman, 1969).
- *Reactividad con proteínas*: De presentarse alguna reacción con proteínas por su carácter aniónico, éstas siempre son para una mejora de las propiedades funcionales de la matriz alimentaria. Ensayos muestran que proteínas de soya y caseínas se solubilizan en su punto isoeléctrico en presencia de CMC, rango de pH en el cual normalmente precipitaría. Además se presenta un incremento en la viscosidad (Glicksman, 1969).
- *Estabilidad microbiológica*: La CMC es atacada por mohos, hongos, bacterias, etc. El tratamiento con calor puede ser utilizado para destruir a la mayoría de microorganismos sin provocar mayor efecto negativo sobre el hidocoloide. Se considera suficiente un calentamiento a 80°C durante 30 minutos, o a 100°C durante 1 minuto. Pueden emplearse también agentes antimicrobianos, como los previamente mencionados (Glicksman, 1969).
- *CMC y tortilla*: El uso de coloides hidrofílicos como agentes para prevenir el endurecimiento está íntimamente ligado con la retrogradación de la tortilla. Éstos a su vez mejoran la vida útil del producto alimenticio.

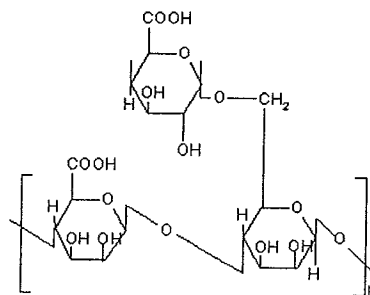
Existen estudios que revelan que la presencia de un 1-2% de CMC en harina incrementa el volumen y retención de agua (Glicksman, 1969). Glicksman propone un mecanismo que previene el deterioro el cual consiste en que el agua retenida por la goma rodea cada gránulo de almidón, impidiendo que este retrograde y endurezca la matriz, prolongando la suavidad de ésta.

Más adelante se incluyen aditivos específicos para retardar la retrogradación, pero por lo mencionado anteriormente, la goma CMC es considerada como un posible ayudante para reducir este fenómeno que afecta sensorialmente al alimento.

8. Goma Guar. CAS#9000-30-0. Este aditivo es un extracto purificado de la leguminosa *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. Teóricamente, esta goma se hincha en el estómago, dando una sensación de saciedad y, por lo tanto, se reduce la tasa de ingestión de alimentos (Branen et al., 2002) (Glicksman, 1969) (Laaman, 2010). Su estructura, como se muestra en la Imagen, está compuesta por una cadena linear de manosa unida por enlaces β -(1 \rightarrow 4)-D-glicosídicos con sustituciones de galactosa en el carbono C-6 cada dos unidades de manosa. Esta disposición aumenta la viscosidad en el intestino, causando una absorción más lenta de carbohidratos y un incremento en la producción de bilis lo cual inicia la reducción del colesterol en el organismo. Una goma de hidratación y espesado relativamente rápido. Disponible en niveles de viscosidad (versiones) bajo, medio y alto, y con un precio competitivo (Glicksman, 1969) (Laaman, 2010).

Figura 38

Estructura de la goma Guar



Esta goma está conformada por polímeros no iónicos de aproximadamente 10,000 residuos. Una mayor sustitución de galactosa incrementa su solubilidad y la hace soluble en frío. Los residuos de galactosa previenen una interacción muy fuerte entre las cadenas (enlaces intramoleculares de hidrógeno) durante el secado del polvo.

El uso y popularidad de esta goma como un espesante multipropósito se deben a su bajo costo. El grado estándar de goma Guar tiene una viscosidad de alrededor de 4,500cP en una concentración del 1% en agua. En combinación con su bajo costo, es por mucho el espesante más económico empleado como estabilizante alimenticio. Ésta se hidrata rápidamente en agua fría para dar soluciones más viscosas pero no tan pseudoplásticas, en comparación a la goma Xántica(Laaman, 2010).

Entre sus desventajas es el aroma afrijolado que aporta a la matriz. Se ha demostrado que el procesamiento (cocción) reduce este problema. (Laaman, 2010).

a. Viscosidad: La goma Guar forma una dispersión coloidal viscosa al ser completamente hidratada creando un sistema tixotrópico. Soluciones diluidas (concentraciones inferiores al 1%) son menos tixotrópicas. Dependiente de todos los factores que se mencionan a continuación:

- *Tasa de hidratación:* Se requiere de un tiempo aproximado de 2 horas para alcanzar su máxima viscosidad en aplicaciones prácticas. Para aplicaciones en donde se requiera una viscosidad inicial rápida existen presentaciones comerciales con un mesh fino disponibles.
- *Temperatura:* Influye directamente en la tasa de hidratación. Es proporcional al incremento en hidratación de la solución. Debe tenerse cuidado con una exposición prolongada a alta temperatura pues la molécula se degrada. No obstante, se obtiene una mayor viscosidad final al ser hidratada en frío, a pesar de ser una hidratación lenta (Glicksman, 1969).
- *Concentración:* Se necesita una baja concentración de esta goma para crear un efecto significativo en la viscosidad de la matriz. Niveles recomendados para la goma Guar oscilan entre 1 y 2%, dado que a niveles mayores la viscosidad es tal que no puede emplearse en alimentos. El incremento en la viscosidad es desde 4,100cP hasta 44,000cP. En general ésta incrementa de forma lineal como un fluido Newtoniano en una concentración de 0.5%. A niveles superiores se comporta como un fluido No Newtoniano (Glicksman, 1969).

- Efecto del pH: Estable en un rango amplio de pH. Soluciones de goma Guar presentan una viscosidad constante en un pH de 1 a 10.5. Se cree su gran estabilidad se debe a la naturaleza no iónica, sin carga que presenta la molécula. No obstante su tasa de hidratación sí varía respecto al pH, siendo su óptima hidratación en un pH entre 8 y 9, y la peor a pH superior de 10 e inferior a 4 (Glicksman, 1969).
- *Estabilidad microbiológica*: Sujeta a ataque de bacterias. Se pueden emplear diversos aditivos para prevenir su degradación. Entre estos Benzoato de Sodio, Acido Sórbico, Cítrico, entre otros (Glicksman, 1969).
- *Compatibilidad*: Debido a que la sal es uno de los ingredientes más usados en la producción de alimentos no debe descartarse su interacción con esta goma. La presencia de sales no afecta su tasa de hidratación, se ha mostrado cierto incremento en la viscosidad final de soluciones con ambos componentes, específicamente con Cloruro de Sodio (NaCl), sal de mesa. En presencia de cationes mono, di y trivalentes se muestra un aumento en la viscosidad al aumentar la concentración de las sales. El efecto de aniones como Nitratos y Sulfatos es el mismo, viscosidad proporcional al contenido de aniones. Por otro lado, cationes polivalentes como Calcio y Aluminio provocan una precipitación a ciertos niveles de pH (Glicksman, 1969).

Esta goma es compatible con un gran número de componentes entre los cuales figuran almidones, almidones modificados y diversas proteínas hidrosolubles. También es compatible con varias gomas, entre ellas la goma Arabiga, Agar, Alginatos, Carrageninas, Karaya, Pectinas, y CMC.

- *Sinergismo*: La goma Guar ha mostrado cierto sinergismo con almidones en un incremento en la viscosidad (espesor) de la matriz alimentaria. Se considera que el almidón, que tiene una excelente capacidad para soportar el esfuerzo mecánico y térmico, está ligado a la goma de guar por medio de una reacción de enlaces de hidrógen (Glicksman, 1969).

9. *Goma Guar y tortilla*: Mientras mayor sea la ramificación de la goma Guar se mejoran las propiedades de hidratación así como su habilidad para ligar hidrógeno (Glicksman, 1969).

D. JUSTIFICACIÓN

Dados los niveles de pobreza que existen en diversas regiones en el interior del país, aunado al cambio climático, el cual ha provocado desastres a lo largo del territorio guatemalteco, existe un gran número de viviendas que son perdidas y con ello también el acceso a los servicios básicos; entiéndase agua, y materia prima y utensilios para la preparación de alimentos. Por lo anterior, la Universidad del Valle de Guatemala junto con compañeros de otras disciplinas, hemos decidido este año no brindar soporte a nivel de construcción sino más bien reorientarnos al tema de *Seguridad Alimentaria y Nutricional* para evitar la desnutrición de guatemaltecos y guatemaltecas.

Cuando hay desastres las poblaciones son llevadas a albergues para su protección. En tales escenarios las personas son sometidas a estrés tanto físico como psicológico. Es por ello que organizaciones de ayuda buscan un alimento con el que los afectados se sientan cómodos y que a la vez forme parte de su dieta normal. Dado que en la región rural la tortilla de maíz (*Zea mays*) es la base de la dieta guatemalteca por excelencia, se decidió tomar esta matriz para desarrollar un alimento de vida útil prolongada y recibir una mayor aceptación. Una tortilla presenta una vida útil muy reducida de a lo sumo 48 horas a temperatura ambiente lo que hace necesario la aplicación de tecnologías, como la tecnología de barreras, para tener un mayor control sobre los diferentes factores que inciden en el deterioro de la misma.

E. OBJETIVOS

General

- Desarrollar una tortilla con vida de anaquel extendida que formará parte de un kit brindado en caso se presente un desastre a comunidades de

extrema pobreza ubicadas en el corredor seco de la República de Guatemala

Específicos

- Emplear tecnologías de barreras en la matriz alimentaria para aumentar su vida útil.
- Realizar ensayos de vida útil para tener un estimado de la vida de anaquel del producto.
- Evaluar las características sensoriales del producto para verificar aceptación por parte de los consumidores.

F. HIPÓTESIS.

Es posible elaborar una tortilla que será de utilidad para la Cruz Roja holandesa en caso surja un desastre en comunidades vulnerables dentro del corredor seco con las siguientes características:

- Vida útil prolongada. Se espera alongar la vida de anaquel a una semana.
- Aceptada sensorialmente por los consumidores.

G. METODOLOGÍA DE TRABAJO. SE SIGUIÓ UN PLAN ESTRATÉGICO, EL CUAL COMPRENDIÓ:

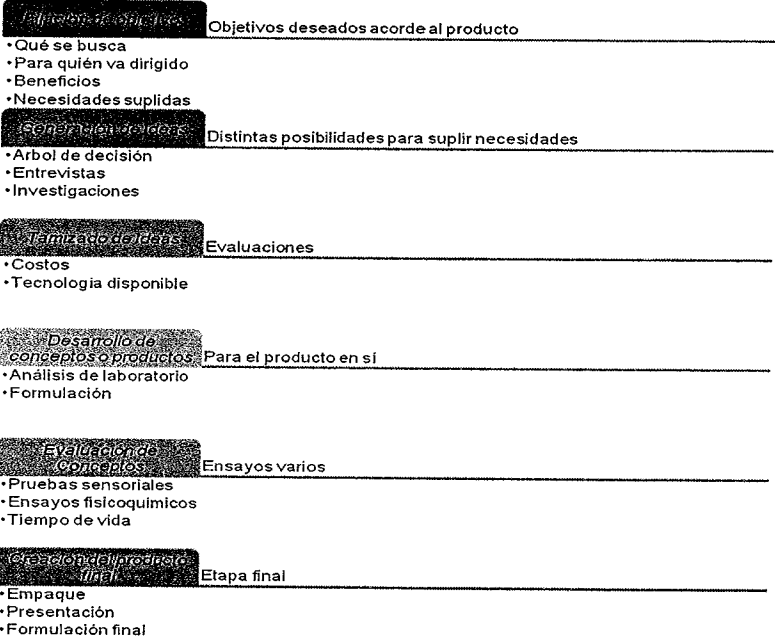
1. Visitas de campo e interpretación de datos: Se plantearon visitas de campo para conocer la región, ver qué problema(s) existen y evaluar qué posibles soluciones pudieran aplicarse. Paralelo a la recolección de la información necesaria, se formuló y desarrolló el alimento que ayudará a los afectados (Ver sección V.III.III).

Dentro del programa de visitas, los compañeros de distintas disciplinas obtuvieron información de utilidad para sus aportes individuales. Para el presente proyecto se

investigó sobre los hábitos alimenticios de la población, la cultura de cada comunidad, sus necesidades nutricionales, conocer los desastres más comunes, e incluso ver qué dialectos son los que predominan en las diferentes regiones para buscar formas de comunicarse, hacer llegar el mensaje (qué estamos haciendo, por qué) y que el producto fuese aceptado.

2. Investigación y desarrollo de alimento. Período comprendido entre abril 2012 y agosto 2012. Tiempo durante el cual se utiliza la bibliografía previamente investigada para el desarrollo del alimento. Al mismo se le hicieron pruebas fisicoquímicas para verificar que éste contuviera los nutrientes necesarios, la vida útil proyectada, y que a la vez fuese aceptable sensorialmente (aceptación por parte de las comunidades). Éste comprende distintas fases que se presentan en el siguiente Diagrama.

Diagrama 6
Fases de desarrollo del producto



(Morales, 2011)

Se inició preguntándose qué era lo que se buscaba y el segmento de la población a quien iba dirigido el posible alimento a desarrollar. En este caso se trató de comunidades vulnerables dentro del corredor seco, Guatemala. Mediante su creación se suple la necesidad por alimentarse en caso no se tengan los medios para la producción del alimento. Otra necesidad era ampliar su vida para elaborarlo y mantenerlo almacenado y utilizarlo cuando se presentase un desastre.

Tras definir el grupo objetivo se propusieron varias ideas con base en la información recolectada en teoría y entrevistas en las comunidades sobre sus hábitos alimenticios. La programación de visitas a comunidades se detalla en la sección trabajada por Daniela Flores en el presente trabajo. De ello se propuso tres alimentos: Una tortilla de maíz, un pan dulce y una galleta para ser incorporados en forma de ración en un kit.

Se evaluó cada uno de los alimentos de acuerdo a su posible aceptabilidad al consumidor, en este caso personas de escasos recursos en el interior del país. Quedó descartada la galleta al tratarse de un producto que pudiera no resultarles familiar y por tanto que pudiera recibir un rechazo con mayor facilidad.

Por entrevistas con líderes de las comunidades que se visitaron en el período 2011-2012 se decidió trabajar con una tortilla de maíz como matriz alimentaria. Esta ya forma parte de la dieta de la población por lo que se sentirían cómodos con ésta, y podría aplicársele entonces la tecnología para alongar su vida útil con el equipo disponible en la Universidad del Valle de Guatemala.

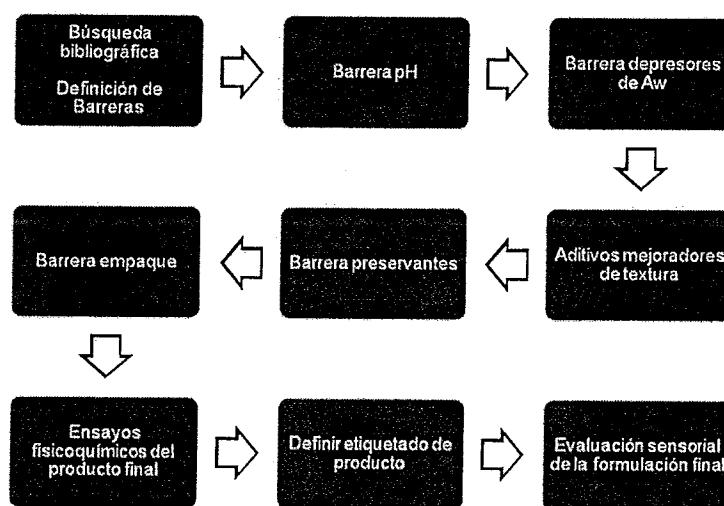
Se definieron entonces los ensayos físico-químicos y sensoriales, así como la estimación de vida útil a realizar en las diferentes etapas de desarrollo. Se evalúan dos empaques, ambos de polietileno, de diferente calibre.

Se inició entonces con una búsqueda bibliográfica. Con ello se esperaba encontrar componentes activos y poder incorporarlos en la matriz alimentaria

(formulación). En esta etapa se definieron los componentes que comprenden la tecnología de barreras para aumentar la vida útil del producto alimenticio.

Continuando con esa línea, se llevó a cabo ensayos preliminares con grupos de aditivos. El orden de evaluación fue: Aditivos que disminuyen el pH, aditivos supresores de actividad de agua, aditivos mejoradores de textura, y finalmente preservantes. El en siguiente diagrama se detallan las diferentes barreras escogidas a las cuales se evaluaron las características funcionales y de vida de anaquel.

Diagrama 7
Diseño del experimento



Para la barrera de pH se trabajó con Ácido Fumárico y Gluconodeltalactona. Se elaboraron diferentes formulaciones variando la proporción de estos de forma individual y luego combinándolos en las proporciones óptimas, es decir una concentración tal que lograrse disminuir el pH sin acidificar el producto al ser consumido.

Con la proporción óptima de los reductores de pH se continuó con aquellos depresores de actividad de agua (Aw). En este caso se evaluó Cloruro de sodio, Tripolifosfato de Sodio, Sorbitol y Glicerol. Por presentar problemas organolépticos en el producto final, el Tripolifosfato de Sodio fue descartado. Los polioles aportaban un sabor

muy dulce a la matriz por lo que fueron reducidos de la propuesta inicial, brindada por una recomendación (Weber, 2000).

Como mejoradores de textura se emplearon dos mezclas sugeridas por Lucero *et al* 2000. Siendo estas de Goma Guar, y mezcla de ésta junto con goma Xantán, y Carboximetil Celulosa. En esta etapa se optó por la mezcla de polisacáridos por las observaciones de un panel y mediciones de penetración; el producto derivado de las mezclas era más suave.

En el caso de la barrera de preservantes se empleó una mezcla de Sorbato de Potasio y Propionato de Calcio (Lueck, 1980) (CA, 2012). Una vez formulado el producto, se llevaron a cabo ensayos de vida útil y proximal. El primero para hacer una estimación de la vida útil del producto y el segundo para saber su composición y detallarlo en la etiqueta del empaque en el cual irán las tortillas. Los ensayos se detallan en la siguiente sección.

En la etapa final del desarrollo se propone un empaque final, junto con su etiquetado obtenido tras los ensayos fisicoquímicos y de vida útil. Además de unas instrucciones sencillas sobre el modo de uso del producto. Esto detallado anteriormente. A manera de conocer la aceptación del producto, también se llevó a cabo una evaluación sensorial de la formulación final. Se realizó un grupo focal y un perfil sensorial de la tortilla. Ver sección Resultados.

H. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

A continuación una descripción de los ensayos realizados durante la experimentación. Todos los análisis fueron trabajados en replicas, siendo en su mayoría en duplicado e indicando lo contrario en donde se trabajó con un número superior de réplicas.

1. Vida útil de producto: Mediante un ensayo de vida útil acelerada. Comprende colocar el producto en incubadoras a tres temperaturas, con por lo menos 5°C de separación entre cada una.

El producto es colocado en condiciones extremas para acelerar la energía de reacción y por tanto el deterioro del mismo. Se designa una o más formas medibles de deterioro y se llevan a cabo mediciones en diferentes lapsos para cada incubadora. Se grafican las mediciones para estimar la energía de reacción (pendiente) y, en conjunto con el inverso de las temperaturas de almacenamiento en escala absoluta y un parámetro de deterioro propuesto por el analista, se define una ecuación con la cual es posible estimar la vida útil a diferentes temperaturas. Las temperaturas trabajadas fueron 25, 30 y 37°C.

Como parámetro adicional se empleó un panel de 4 personas que estuviese familiarizado con el sabor de una tortilla y que esta formase parte de su dieta. La información recabada del panel fue de utilidad para la estimación del parámetro límite así como guía para la evaluación sensorial en la etapa final.

2. Contenido de humedad: Realizado según Nielsen, 2003. Se trabajó en duplicado. Se midió el contenido de proteínas de harina de tortilla, de una tortilla control y de la formulación final.

3. Contenido de proteína: Realizado según método AOAC 988.05(Nielsen, 2003). Se trabajó el método Kjeldahl en duplicado. Se midió el contenido de proteínas de harina de tortilla, de una tortilla control y de la formulación final.

4. Contenido de grasa: Realizado según método AOAC 920.39C (Nielsen, 2003). Se trabajó el método de extracción Soxhlet en duplicado. Se midió el contenido de grasa de harina de tortilla, de una tortilla control y de la formulación final.

5. Contenido de fibra cruda: Por digestión acida, básica, e incinerado de la muestra. Se trabajó en duplicado. Se midió el contenido de fibra cruda de harina de tortilla, de una tortilla control y de la formulación final.

6. Contenido de cenizas: Realizado según método AOAC 900.2 (Nielsen, 2003). Se trabajó en duplicado. Se midió el contenido de cenizas de harina de tortilla, de una tortilla control y de la formulación final mediante calentamiento en horno e incinerado en mufla.

7. Contenido de carbohidratos: La proporción de hidratos de carbono dentro del producto se obtuvieron por la resta porcentual de las determinaciones anteriores.

8. Actividad de agua: Para cuantificar el contenido de agua disponible en las pre-formulaciones y en la formulación final en la estimación de vida útil como parámetro de degradación. Se empleó el equipo Aqualab, Decagon Devices, procediendo como sigue:

- Triturado de tortilla en porciones de aproximadamente 0.5cm².
- Lectura inicial de la muestra (tortilla).
- Tomado el rango de lectura, se calibró el equipo con estándares de Aw de 0.76 y 0.98.
- Lectura de muestra. Los resultados son un promedio de dos o tres determinaciones dependiendo del ensayo.

9. pH: Tomando en cuenta la adición de ácido fumárico y propiónico, y al ser una barrera, se cuantifica al medir el pH de la masa de la tortilla en su elaboración. Se empleó un pHmetro, trabajando en triplicado según el método AOAC 943.02. por disolución de la muestra en agua deionizada desgasificada.

10. Dureza de tortilla (Penetración): Se empleó un penetrómetro marca Precision. Realizado en réplicas de 6 para obtener mediciones de toda la superficie del alimento. La preparación de muestra para su posterior lectura se realizó de la siguiente forma:

1. Ubicar muestra en base metálica
2. Colocar émbolo lo más próximo posible al alimento
3. Definir el punto cero (inicial)
4. Dejar caer el émbolo
5. Definir punto de contacto (final)
6. La sustracción de ambos puntos da como resultado la penetración del alimento expresado en décimas de milímetro.

Mientras más distancia es recorrida (mayor penetración) se trata de un alimento más suave. Caso opuesto a medida que la distancia disminuye.

11. Evaluación sensorial: Se trabajó con un panel entrenado de 21 panelistas entrenados en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad del Valle de Guatemala. Realizando un perfil sensorial para contar con una percepción del producto por parte del consumidor con atributos específicos. Así también se llevó a cabo un grupo focal para conocer la opinión del consumidor sobre el producto y verificar su aceptación. Se incluyen, en Anexos, las guías en las cuales se detalla los materiales empleados y la metodología para cada ensayo.

12. Espesor de empaque: Se cortó un área conocida del material y ésta fue pesada. El resultado se reporta como g/m^2 .

13. Diseño de etiqueta de producto. Trabajado en conjunto con el componente de Psicopedagogía, Daniela Flores. Quien tiene una mayor comprensión sobre formas de hacer llegar el mensaje de una forma más clara a las diferentes comunidades. Ver sección Resultados y Discusión de Resultados.

14. Implementación de plan de acción. Una vez elaborado y verificado la aceptación del alimento, este será introducido al kit de emergencias. La producción y

distribución del producto queda a cargo de Cruz Roja guatemalteca/Cruz Roja holandesa.

I. RESULTADOS

Cuadro 39
Ingredientes, barrera de pH. pH y evaluación sensorial

Barrera	Ingrediente	Porcentaje (%)	pH masa	pH tortilla	Evaluación sensorial			
					Olor	Apariencia	Textura	Sabor
PH9	Harina	42.30	5.83 ±0.01	5.57 ±0.01	Olor a tortilla. Normal. Un poco a quemado.	Agradable. Color claro. Manchas café claro, no desagradables.	Un poco más elástica y dura que una tortilla normal. Agradable.	Poco sabor. Sabor a tortilla
	Agua	57.25						
	Ácido fumárico	0.05						
	Gluconodeltalactona	0.40						

Cuadro 40
Ingredientes, barrera de supresores de Aw. Cloruro de Sodio

Fórmula	Ingrediente	Porcentaje (%)	Actividad de agua, Aw			Humedad (%)	
			Masa	Tortilla	Masa	Tortilla	
C1	Harina	42.60	0.990 ±0.000	0.985 ±0.001	63.5751 ±0.6903	42.8163 ±0.1039	
	Agua	57.00					
	Cloruro de Sodio	0.40					

Cuadro 41
Evaluación Sensorial, supresores de Aw. Cloruro de sodio

Fórmula	Evaluación sensorial			
	Olor	Apariencia	Textura	Sabor
C1	Agradable. A tortilla	Un poco quemada. Un poco oscura. Agrietada de las orillas.	No tan suave como una tortilla normal. Menos suave.	Un poco salada al final.
C2	Similar a tamalito. Agradable. A tortilla.	Muy buena. Buen color. Quemada de las orillas. Me gusta	Igual a una tortilla normal. Suave.	Deja un sabor salado desagradable al paladar. Salado. Al final es salado.
C3	Suave, a tortilla. Al final se siente un aroma extraño.	Normal. Como una tortilla común. Buena. Agradable.	Buena. Suave. No rígida.	Está muy salada. Se siente salada. No lo comería.
C4	no se siente olor a tortilla, a nada. Un poco olor a quemado. Olor muy suave.	Agradable. Un poco quemada de las orillas pero me gusta.	Muy buena. Suave como una tortilla normal.	Sabor salado. Aunque se soporta, no me gusta para una tortilla. No lo comería.

Cuadro 42
Ingredientes, supresores de Aw. Tripolifosfato de sodio

Fórmula	Ingrediente	Porcentaje (%)	Actividad de agua, Aw		Humedad (%)	
			Masa	Tortilla	Masa	Tortilla
T1	Harina	42.50	0.989 ±0.001	0.988 ±0.002	59.2176 ±0.5010	52.7477 ±0.4313
	Agua	57.00				
	Tripolifosfato de Sodio	0.50				
T2	Harina	42.25	0.988 ±0.000	0.982 ±0.000	58.0119 ±1.3967	51.6686 ±0.1505
	Agua	56.75				
	Tripolifosfato de Sodio	1.00				
T3	Harina	42.00	0.987 ±0.001	0.983 ±0.004	56.6800 ±0.4895	50.4249 ±0.7601
	Agua	56.50				
	Tripolifosfato de Sodio	1.50				
T4	Harina	41.70	0.986 ±0.000	0.982 ±0.002	56.2895 ±0.0163	49.2588 ±0.2949
	Agua	56.30				
	Tripolifosfato de Sodio	2.00				

Cuadro 43
Evaluación sensorial, Supresores de actividad de agua. TPFS

Fórmula	Evaluación sensorial			
	Olor	Apariencia	Textura	Sabor
T1	Muy suave, a tortilla. Se siente un aroma dulce, no a tortilla.	Tienen manchas blancas en toda la superficie. Hay polvo blanco en toda la tortilla. No me gusta. Se ve como una tortilla vieja.	Menos suave que una tortilla normal. Aceptable.	El sabor es desagradable. No lo comería. No es muy fuerte, pero no es agradable. No tiene sabor a tortilla.
T2	No se continuó por inacceptabilidad colectiva en el sabor y apariencia.			
T3				
T4				

TPFS: Tripolifosfato de Sodio

Grafico 13
Disminución de actividad de agua por presencia de sales

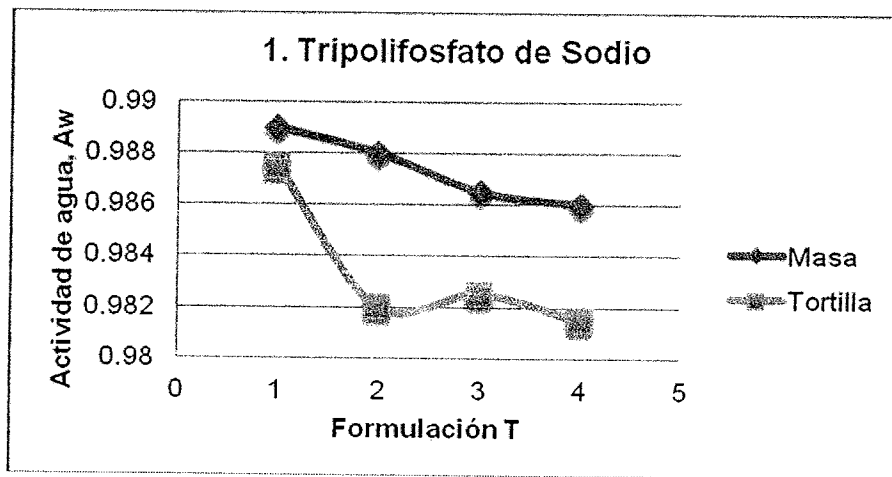
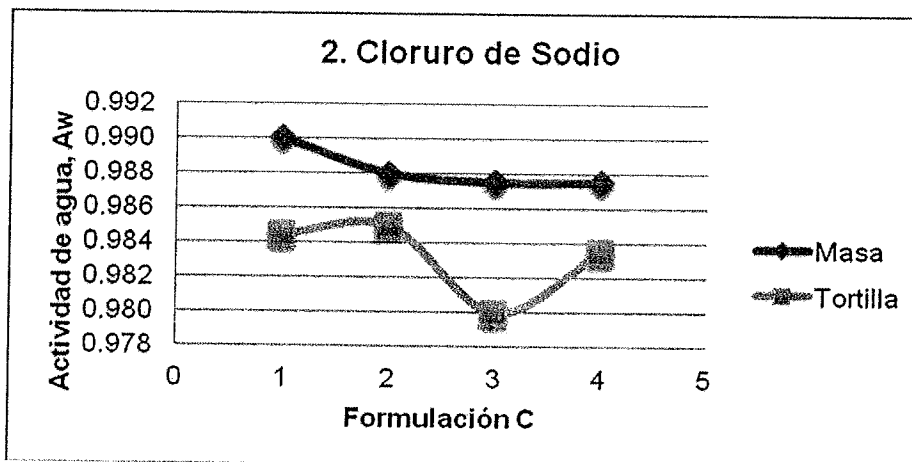


Grafico 14
Disminución de actividad de agua por presencia de sales



Cuadro 44
Componentes, supresores de actividad de agua

Barrera	Ingrediente	Porcentaje (%)	Masa		Tortilla	
			Actividad de agua	Contenido de humedad (%)	Actividad de agua	Contenido de humedad (%)
AW6	Harina	41.25	0.975 ±0.004	60.7856 ±0.5876	0.980 ±0.002	49.9196 ±0.463 1
	Agua	56.00				
	Sorbitol	1.00				
	Glicerol	1.00				
	Cloruro de Sodio	0.30				
	Gluconodeltalactona	0.40				
	Acido fumarico	0.05				

Cuadro 45
Análisis sensorial, barrera supresores Aw

Barrera	Evaluación sensorial			
	Olor	Apariencia	Textura	Sabor
AW6	Aroma agradable a tortilla. Me gusta. Olor a tortilla.	Manchas café, pero agradable. Color a tortilla. Me agrada.	Suave, como una tortilla normal. Agradable.	Una nota ácida al final. Se siente bien. No me desagrada. Lo comería. Buen sabor.

Cuadro 46
Componentes, Mejoradores de textura

Fórmula	Ingrediente	Porcentaje (%)	Actividad de agua		Penetración (1/10mm @24.0°C)		
			Masa	Tortilla	0	1	2
TX2	Harina	41.75	0.983 ±0.002	0.981 ±0.004	32.00 ±2.65	45.67 ±3.06	40.33 ±3.21
	Agua	55.00					
	Goma Guar	0.10					
	CMC	0.15					
	Goma Xantán	0.25					
	Sorbitol	1.00					
	Glicerol	1.00					
	Cloruro de Sodio	0.30					
	Gluconodeltalactona	0.40					
	Acido fumarico	0.05					

Cuadro 47
Evaluación sensorial, mejoradores de textura. Fórmula TX2

Evaluación sensorial											
Olor			Apariencia			Textura			Sabor		
0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Olor muy suave a tortilla. No me gusta el olor.	Buen aroma. Agradable. Como una tortilla.	Aroma suave a tortilla.	Quemada. A tortilla normal. Me gusta. Está un poco quemada de las orillas.	Quemada. Pero en general tiene buen color.	La tortilla está un poco más oscura. Se ve más seca.	Un poco más resistente que una tortilla normal. No tanto como la anterior.	Suave. Igual a una tortilla normal.	Levemente rígida. Al doblarla se quiebra fácilmente.	Sabor a tortilla. Me gusta. Es agradable.	Normal. a tortilla. No dulce como la otra tortilla.	Sabor suave a tortilla. No me desagrada, ni agrada.

Cuadro 48
Ingredientes antimicrobianos. Evaluación sensorial. Fórmula FF

Ingrediente	Porcentaje (%)	Evaluación sensorial			
		Olor	Apariencia	Textura	Sabor
Harina	41.55	Agradable. Un poco a tortilla pasada. Como tortilla tostado.	Apariencia agradable. A tortilla normal. Igual que una tortilla de maíz	Un poco pegajosa. Suave.	Buen sabor. Agradable. Un poco dulce, pero agradable.
Agua	54.50				
Sorbato de Potasio ¹	0.20				
Propionato de Calcio ²	0.10				
Goma Guar ³	0.10				
CMC ³	0.15				
Goma Xantán ³	0.25				
Cloruro de Sodio ⁴	0.30				
Sorbitol ⁵	1.00				
Glicerol ⁵	1.00				
Gluconodelta lactona ⁶	0.40				
Acido Fumárico ⁵	0.05				

FF: Formulación final

- Por recomendaciones de Lueck, 1980
- Cantidad recomendada por CA, 2012
- Recomendaciones de Lucero et al, 2010
- Por debajo de la dosis máxima de 5g diarios tomando en cuenta un peso promedio de 240g por tortilla que equivale a 0.7g de Cloruro de Sodio (PUCC, 2012)
- Por debajo de la dosis recomendada por Weber, 2000
- GRAS (Burdock, 1996).

Cuadro 49
Determinaciones varias, grupo control, masa y tortilla

Fórmula	Medición	Masa	Tortilla	Diferencia tras cocción
CO	Contenido de Humedad (%)	59.6520 ±0.0002	49.0136 ±0.0003	10.6384
	Actividad de agua, Aw	0.9910 ±0.0001	0.9890 ±0.001	0.0020
	pH	5.99 ±0.01	5.95 ±0.01	0.0467

Cuadro 50
Evaluación Sensorial de grupo control, tortilla

Fórmula	Tiempo de cocción (min)	Evaluación sensorial			
		Olor	Olor	Olor	Olor
CO	1.00	Normal a tortilla. Agradable.	No está quemada. Apariencia a tortilla normal. Buen color, beige.	Suave, pero no mucho. Como una tortilla recién hecha.	Buen sabor. Como una tortilla normal. No le hizo falta cocción.

Cuadro 51
Análisis proximal, harina, grupo control y formulación final

Grupo	Contenido porcentual (%)											
	Humedad		Proteína		Grasa		Cenizas		Fibra cruda		Carbohidratos	
Harina	9.5128	±0.0815	8.9001	±0.5020	3.3794	±0.0839	1.2560	±0.0424	1.3807	±0.5160	75.5709	±0.8951
Control	51.7483	±0.2397	9.2500	±0.0853	1.9208	±0.0507	0.7262	±0.0423	0.8739	±0.0774	35.4808	±0.2560
Form. Final	47.7232	±1.0324	8.6200	±0.2760	1.8078	±0.0239	1.0703	±0.0880	0.9072	±0.0828	39.8715	±0.7377

Cuadro 52
Diferencias significativas en análisis proximal de tortilla

Contenido de	Suma	Promedio	Varianza	F	Valor crítico F (Fc)	Significativo (F>Fc)
Humedad	103.50	51.75	0.06	28.842	18.513	Sí
	95.45	47.72	1.07			
Proteína	18.50	9.25	0.01	9.508	18.513	No
	17.24	8.62	0.08			
Grasa	3.84	1.92	0.00	8.116	18.513	No
	3.62	1.81	0.00			
Cenizas	1.45	0.73	0.00	24.832	18.513	Sí
	2.14	1.07	0.01			
Fibra cruda	1.75	0.87	0.01	0.173	18.513	No
	1.81	0.91	0.01			
Carbohidratos	70.96	35.48	0.07	63.238	18.513	Sí
	79.74	39.87	0.54			

Valor alfa: 0.05.

Si el valor derivado de F crítico era inferior al valor F se trataba de una diferencia significativa.

Cuadro 53
Vida de anaquel. Vida útil acelerada y almacenamiento regular

Grupo	Vida útil por método acelerado (días)		Vida útil, almacenados 25°C
	Según Aw	Según Penetración	
Control, PE a	5.43	5.15	2.00
Control, PE b	19.89	1.24	2.00
Formulación Final, PE a	5.68	63.20	14.00
Formulación Final, PE b	9.47	48.55	14.00

Gráfico 15
Perfil sensorial de grupo control y formulación final

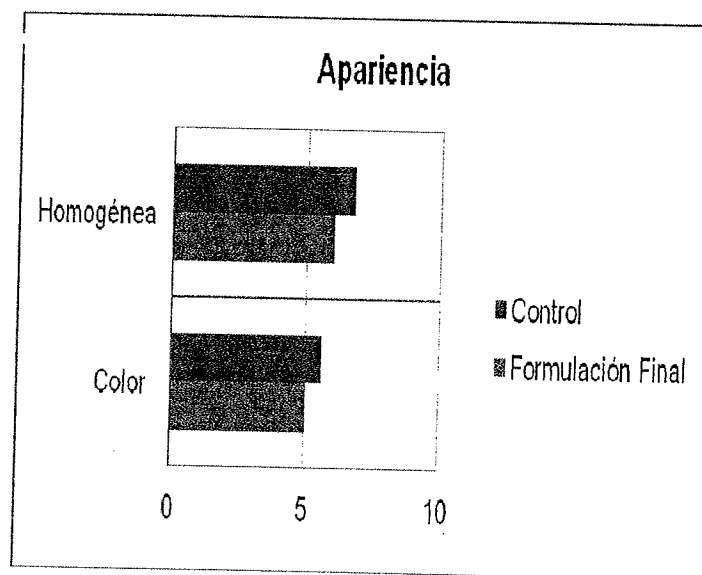


Gráfico 16
Perfil sensorial de grupo control y formulación final

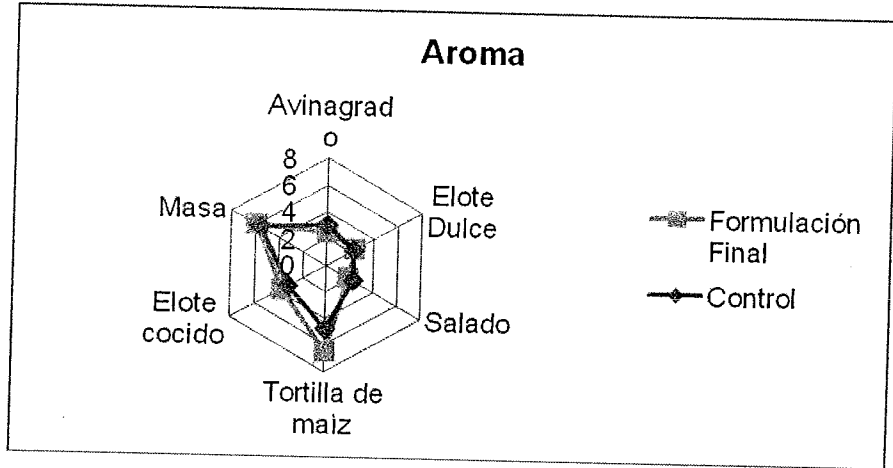
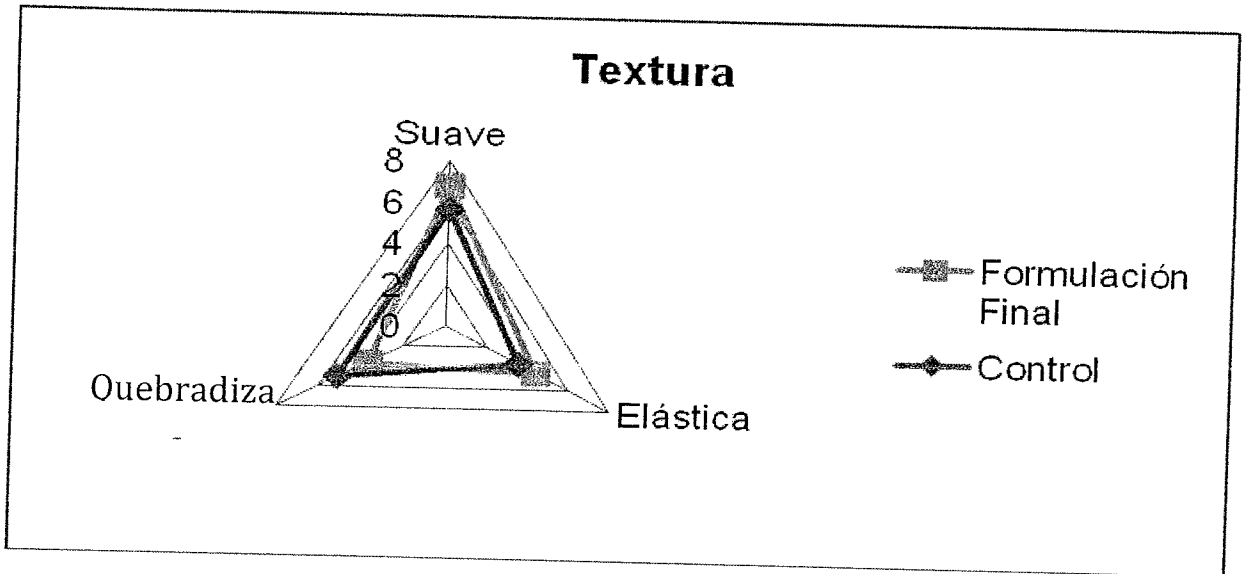


Gráfico 17
Perfil sensorial de grupo control y formulación final



Cuadro 54
Evaluación sensorial, tortilla formulación final. Grupo focal

Atributo	Descriptorios derivados	Frecuencia (%)
Apariencia	Poco quemada	28.6
	Muy quemada	4.8
	Termino medio, normalmente quemada	66.7
	Con secciones crudas	19.0
	Sin secciones crudas	81.0
	Apariencia homogénea	100
	Apariencia heterogénea	0
	Color grisáceo	4.8
	Color Beige	85.7
	Color amarillo claro	9.5
	Tamaño adecuado	71.4
	Tamaño muy pequeño para habitantes del área rural	28.6
	Tamaño muy grande	0.0
	Muy delgada	52.4
Muy gruesa	0.0	
Grosor adecuado	47.6	
Textura	Elasticidad adecuada	71.4
	Mayor elasticidad	28.6
	Menor elasticidad	0.0
	Suavidad adecuada	66.7
	Suavidad elevada	28.6
	Suavidad baja	4.8
	Pegajosidad alta	0.0
	Pegajosidad intermedia	47.6
	Pegajosidad baja o nula	52.4
	Quebradiza	0.0
Quebradiza intermedia	57.1	
Poco o no quebradiza	42.9	
Olor	Olor a tortilla de maíz	57.1
	Olor a harina de maíz	42.9
	Olor ácido	14.3
	Olor a harina de trigo	4.8
	Olor metálico	4.8
	Olor salado	4.8
	Olor dulce	9.5
	Olor rancio	19.0
	Poco olor a quemado	14.3
	Olor a quemado intermedio	14.3
	Mucho olor a quemado	0.0
	Sin olor a quemado	66.7
	Olor a comal de tortillas	4.8
	Agrado por el olor en general	61.9
	Ni les agrada ni les desagrada el olor	38.1
	Desagrada olor	0.0

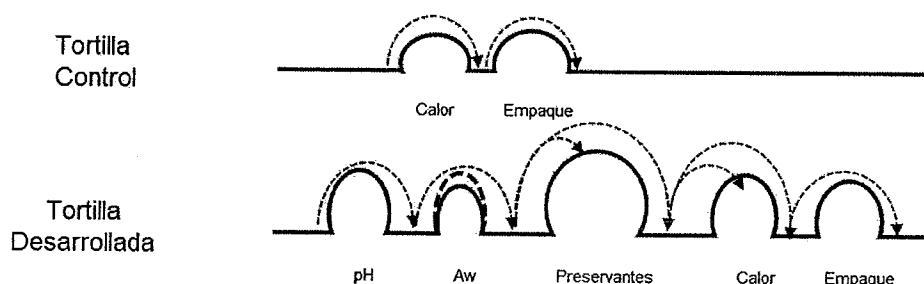
**Continuación
Cuadro 54**

Atributo	Descriptorios derivados	Frecuencia (%)
	Aceite vegetal	42.9
	Salado	14.3
	Masa, falta cocción	38.1
	Insípida	23.8
	Grasa	33.3
	Tortilla de maíz	23.8
	Elevado sabor a quemado	0.0
	Sabor intermedio a quemado	9.5
	Poco o nulo sabor a quemado	61.9
	¿Consumiría el producto?	Si consumiría el producto
	No consumiría el producto	14.3

**Cuadro 55
Tecnología de Barreras en tortilla de maíz**

Concepto	Barrera	Efecto barrera
Ácido fumárico	pH	Reductores de pH. A medida que el pH se reduce, se inhibe la acción de microorganismos alteradores y deteriorativos.
Gluconodeltalactona		
Cloruro de Sodio	Actividad de agua Aw	Depresores de actividad de agua Aw. Mientras más alejada de 1, menor proliferación microbiana y mayor durabilidad del alimento.
Sorbitol		
Glicerol		
Empaque impermeable a humedad		Aislante del exterior para evitar un incremento en humedad y por tanto Aw. Así también contaminación microbiana del ambiente.
Sorbato de Potasio	Preservantes	Efecto antimicrobiano. Reducen la posibilidad de crecimiento de microorganismos en la matriz
Propionato de Calcio		
Cocción de producto	Calor	Incremento de temperatura en la matriz. Reduce el contenido de microorganismos presentes.

Figura 39
Barreras en tortilla para prolongar su vida útil



J. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta investigación se tenía por objetivo desarrollar una tortilla con una vida útil extendida, la cual formará parte de un kit brindado en caso se presente un desastre a comunidades ubicadas en el corredor seco de la República de Guatemala.

Para cumplir con dicho objetivo se decidió aplicar tecnología de barreras al alimento y así prolongar la vida útil del mismo. Al inicio se plantearon las posibles barreras u obstáculos que pudiesen incluirse en el alimento para evitar su degradación. Estas fueron: reducción de pH, reducción de actividad de agua (A_w), adición de antimicrobianos y procesamiento térmico.

Los dos mecanismos de degradación para una tortilla de maíz son por retrogradación del almidón, manifestado como un endurecimiento del alimento, y la degradación por microorganismos deteriorativos. Para el desarrollo del producto alimenticio se trabajó con harina de maíz libre de aditivos (preservantes, mejoradores de textura, vitaminas, etc.) y una serie de aditivos en cada barrera en diferentes concentraciones, evaluando el efecto de interés sobre la matriz alimentaria. La concentración inicial de cada componente fue obtenida por recomendaciones de teoría, artículos científicos y fuentes similares. A medida que se llevó a cabo la experimentación estas fueron en su mayoría modificadas. Dicha modificación se debió principalmente a la percepción de la tortilla; para la misma se recurrió a un panel

conformado por 4 personas que estuviesen familiarizadas con el sabor de una tortilla y que ésta formase parte de su dieta.

Se inició con la barrera de pH. En este caso se deseaba una reducción del mismo en una escala ácida (pH 4-5) sin comprometer el sabor de la tortilla. Para ello se empleó ácido fumárico y Gluconodeltalactona. Este último fue adicionado a la barrera con contar con la particularidad de disminuir el pH de un alimento sin provocar cambios en el sabor, a diferencia del ácido fumárico. Se trabajó con una batería de soluciones de cada uno. Se dio preferencia a la concentración en la cual se presentara la mayor reducción de pH sin que el panel percibiera un sabor indeseable en la tortilla. Se decide entonces trabajar con concentraciones de 0.03% de ácido fumárico y 0.4% de gluconodeltalactona (Ver Cuadro en la sección Anexos). La concentración de ácido fumárico no pudo subirse de 0.03% por su sabor marcado que desagradó al panel al incrementarse. Así también, la concentración de gluconodeltalactona no pudo subirse más ya que crea una especie de efecto sinérgico de sabor con el ácido fumárico, aumentando la sensación de acidez en el alimento y creando un rechazo inmediato. En adición al efecto sinérgico, al incrementar el contenido de ácido fumárico la disolución de este en agua se dificultaba. Se observa cómo el pH disminuye a medida que el producto es cocinado. Este es un comportamiento deseable y esperado ya que tras la cocción se pierde agua y los solutos son concentrados en la matriz; es deseable en tanto que se prefiere que el pH esté lo más bajo posible. Para la formulación en este punto se llega a un pH de 5.57 ± 0.01 . El cual es inferior al del grupo control (5.99 ± 0.01). En esta etapa se intentó disminuir el contenido de agua en la formulación ya que ello afectaba la actividad de agua dentro del alimento. Sin embargo, la tortilla final resultó quebradiza. Se decide entonces no disminuir demasiado el contenido de agua o la tortilla se quiebra, dejar que los aditivos la retengan y no disminuir su contenido ya que ello afecta directamente su apariencia final.

A medida que se trabajó con las barreras fue acarreándose la proporción óptima del aditivo para la siguiente etapa/barrera. Luego de trabajar con una reducción de pH se procedió a disminuir la actividad de agua de la tortilla. Para ello se empleó una serie de depresores de actividad de agua que consistieron en Cloruro de Sodio, Tripolifosfato de Sodio, Sorbitol y Glicerol. Se contaba con recomendaciones para los dos últimos,

mientras que para las sales no. Para ello se llevó a cabo 4 fórmulas para cada componente en diferentes concentraciones. De ellas se determinó la actividad de agua y contenido porcentual de humedad y, de igual manera que la barrera de pH, cada producto fue probado por el panel. Los resultados se muestran en el contenido del presente estudio.

Se aprecia una diferencia leve en la depresión de la actividad de agua y contenido de humedad entre cada concentración para el Cloruro de Sodio y Tripolifosfato de Sodio. En el caso del Tripolifosfato de Sodio, éste mostró un desagrado del panel. El sabor era muy marcado en todas las proporciones trabajadas, además de contar con manchas en la superficie y una tonalidad amarilla en toda la superficie. Mientras el producto era cocinado y el contenido de agua se reducía, el producto migraba a la superficie, quedando una presentación como polvo blanco que desagradó al panel. Este fenómeno se aprecia en una Ilustración en la sección Anexos. Fue entonces descartado dicho aditivo y se tomó únicamente Cloruro de Sodio al 0.4%, concentración bajo la cual el panel se sentía cómodo con el producto y no desagradaba.

Al tener la concentración ideal de Cloruro de Sodio se añadió a una formulación con concentraciones recomendadas de los polioles Sorbitol (4%) y Glicerol (3%). Al tratarse de polioles cabe la posibilidad de percibir un sabor dulce, algo indeseable o inusual en una tortilla. Es por ello que se trabajó con dicha recomendación y concentraciones inferiores (Ver Cuadro en la Sección Anexos). El panel percibió el sabor dulce aportado por las azúcares por lo que se decidió reducirlo a 1% en ambos casos, escenario en el cual el panel no mostró desagrado por el producto. Cabe mencionar que la interacción del Cloruro de Sodio con los otros componentes de la formulación potenciaron su sabor salado y debió reducirse a 0.3%. Se logró una reducción en la actividad de agua, siendo la del grupo control de 0.991 ± 0.001 y la tortilla formulada de 0.980 ± 0.002 .

No es considerado como una barrera pero, para combatir la degradación de la tortilla por endurecimiento se empleó una mezcla de hidrocoloides. Se empleó Goma Guar, y una mezcla de Goma Guar, Goma Xantan y Carboximetilcelulosa (Ver mayor detalle en cuadro en la sección de Anexos). El panel mostró mayor preferencia por aquella tortilla con la mezcla de hidrocoloides. Al tratarse de polisacáridos se esperaba

que tuvieran un efecto sobre la actividad de agua, reduciéndola. No obstante se obtuvo una actividad de agua similar por lo que no son considerados como depresores de actividad de agua, sino exclusivamente como mejoradores de textura. Para determinar la suavidad de la matriz en esta etapa, se empleó un penetrómetro y se tomaron lecturas en lapsos de 24 horas. Los resultados se muestran en un Cuadro particular. Se aprecia cómo al inicio la tortilla era más rígida y luego mostró un incremento en su suavidad, que se mantuvo. Ésta fue superior a la del grupo control (Ver Cuadros en la sección de Anexos) evidenciando la acción positiva de la mezcla de polisacáridos sobre la tortilla en el tiempo. Para estos ensayos es necesario hacer la dispersión de la goma en harina para evitar la formación de grumos en el producto, caso que sucedería al agregarse directamente en agua como el resto de aditivos. Es importante mencionar una cualidad de la goma Xantán; ésta suprime la intensidad del efecto edulcorante. Comportamiento que se manifestó en la tortilla. El panel encontró un dulzor en menor intensidad al degustar la tortilla con la mezcla de gomas, razón por la cual se decidió dejar los polioles.

La última barrera consistió en una mezcla de antimicrobianos. Se empleó una mezcla y no solamente uno por recomendaciones de Leistner *et al*, 2002. Resulta favorable emplear componentes que tengan diferentes mecanismos de acción sobre el microorganismo, y por tanto, es mejor emplear dos tipos de antimicrobianos en bajas concentraciones y no uno solo a una concentración más elevada. Se utilizó Sorbato de Potasio y Propionato de Calcio en concentraciones de 0.2 y 0.1% respectivamente. Al inicio se había planteado emplear Propionato de Sodio pero no se contaba con dicho aditivo y se empleó la sal de calcio. El panel no mostró desagrado por lo que se quedó fijo en la formulación. En esta etapa se evaluó únicamente el aspecto sensorial. El verdadero efecto del antimicrobiano, en conjunto con las otras barreras, se midió en los ensayos de vida útil acelerada, comparándolos con el control (tortilla común sin aditivar). La formulación mostrada en un Cuadro anterior es entonces la formulación final (FF) de la tortilla desarrollada con vida útil extendida.

Se llevó a cabo un análisis proximal para conocer el contenido nutricional del alimento, evaluando harina de tortilla, una tortilla control y la tortilla desarrollada. Se incluyó la muestra de harina para verificar cuánto contenido se pierde o gana tras la

cocción del alimento. La tortilla control se incluyó para verificar las diferencias entre una tortilla común y la desarrollada. La información se exhibe en un Cuadro. Respecto a la harina, tanto la tortilla control como la desarrollada mostraron un incremento de humedad, relacionado directamente al agua que se emplea para su elaboración. Se mostró una reducción en el contenido de grasa al procesar el producto. Mismo escenario sucede con la fibra cruda y contenido de carbohidratos. Debido a que los valores obtenidos entre la tortilla control y la tortilla desarrollada fueron muy similares se realizó un análisis de varianza de un factor, a manera de evidenciar alguna diferencia significativa. (Ver Cuadro posterior). Únicamente para el contenido de Humedad, Cenizas y Carbohidratos se obtuvo una diferencia significativa, mientras que para los restantes no hubo un cambio evidente. Ello puede tomarse como algo positivo en tanto que la adición de los componentes para alargar la vida útil no interfieren en el aspecto nutritivo del producto original. En el caso de la reducción de humedad y carbohidratos, ello puede deberse a los supresores de actividad de agua y gomas adicionadas. El incremento en cenizas se debe principalmente a la incorporación de gluconodeltalactona y cloruro de sodio. Respecto a este último, es importante mencionar que fue adicionado en una proporción tal que no afectara al consumidor por un exceso de Sodio en el organismo.

Para determinar la vida útil del producto desarrollado se realizaron ensayos de vida útil acelerada. Se trabajó a tres temperaturas; 25, 30 y 37°C. Las mediciones a realizar para estos ensayos fueron actividad de agua y penetración. Para la penetración se esperó a que las tortillas llegaran a una temperatura de 24°C. Se llevaron a cabo mediciones en un período de 5 días cada 24 horas, en donde se fue recabando la información a medida que el producto se deterioraba. Todas las mediciones se reportan en los Cuadros y Gráficos posteriores en la Sección Anexos. Se propuso un parámetro límite. Originalmente se tomó una tortilla a punto de tornarse rígida y doblada por la falta de agua y retrogradación para las mediciones de penetración y actividad de agua. No obstante, a medida que se realizaron los ensayos de vida útil se apreció cómo el empaque retenía la humedad liberada por el producto y evitaba entonces que este se endureciese. El parámetro límite fue entonces reajustado a las condiciones de almacenamiento de la tortilla. A un incremento de actividad de agua y un decremento en la dureza, el producto fue considerado inaceptable.

Se evaluaron dos empaques, siendo el mismo material en ambos casos diferenciándose en su espesor. Se trabajó con bolsas de polietileno de baja densidad (LDPE) de espesor bajo; $25.188 \pm 0.354 \text{g/m}^2$, y con bolsas de mayor espesor, $43.469 \pm 3.315 \text{g/m}^2$. Por observaciones del panel (ver Cuadro e Ilustración correspondiente en la Sección Anexos) el de mayor espesor resultó mejor barrera para la migración de vapor de agua, es decir retuvo la humedad del producto y a la vez no permitió un contacto directo con el ambiente. La ventaja de este empaque es su cierre dentado que permite el consumo parcial del producto y una posterior protección del alimento restante. Mientras que en el otro caso el empaque no era reutilizable, pero sí menos costoso. Por avances en el área de tecnología de empaques, se han desarrollado nuevos materiales que incrementan la vida del producto. En este caso se compararon dos tipos de polietileno ya que representan un costo no elevado. Pero el producto puede almacenarse en otros empaques como los mencionados en los otros alimentos desarrollados (pan tipo semita blanca y mezcla de granos). Se tomó únicamente estas opciones de empaque tomando en cuenta que la inversión inicial para la planta de manufactura del producto no fuera elevada ya que no se necesitaría equipo muy costoso, únicamente un celorio para hacer las tortillas, posiblemente una selladora y el material de empaque. Al tratarse de dos empaques, dos tipos de tortilla, y dos variables a medir ello generó 8 estimaciones distintas. Los datos obtenidos se detallan en el Cuadro en la sección Resultados y Cuadros Anexos.

Para la determinación de vida de anaquel mediante un ensayo de vida útil acelerada, los parámetros de medición para la degradación del alimento deben ser cuidadosamente elegidos. Estos deben influir directamente en el deterioro para poder hacer una estimación adecuada. En un inicio se esperaba hacer mediciones con un texturómetro y medir pegajosidad, dureza, entre otras. Sin embargo, no se contó con el equipo por lo que se limitó a medir los cambios de actividad de agua y penetración. Respecto a este último, las mediciones eran muy variables por lo que se trabajó en réplicas de 6 en distintas secciones de la tortilla para obtener una penetración promedio apropiada. En el caso de la actividad de agua se trabajó en duplicado. En ambos casos se encontraron irregularidades en la determinación de vida útil y en el Coeficiente de Correlación (R) de los gráficos para llegar a la misma, siendo éste inferior a 1 en varios casos. Es por ello que las estimaciones realizadas vía este método no se consideran

confiables. Previendo este escenario se tomaron muestras de la tortilla desarrollada y la tortilla control y se colocaron en un ambiente seco, con sombra a temperatura ambiente, simulando las condiciones en las cuales el producto estaría almacenado. La tortilla control presentó una vida de 2 días en ambos empaques, mientras que la tortilla desarrollada con tecnología de barreras mostró una vida extendida de 2 semanas. Tiempo en el cual comenzó a manifestar atributos de degradación. Es por ello que su vida se considera como óptima en un tiempo de 1 semana, período que se había propuesto inicialmente alcanzando así el objetivo.

Durante los ensayos de vida útil acelerada se observó que la falta de cocción en algunas muestras adelantó la presencia de mohos en la muestra control. Sin embargo lo mismo sucedió con la formulación final y la aparición de moho se dio hasta 15 días después de su manufactura. Se evidenció también una capa brillante que determinó el panel, y puede considerarse como un factor de medición para evaluar el deterioro del producto. En este caso se desconocía de dicho parámetro pero la experiencia del panel lo reveló. De los descriptores derivados se formuló la boleta del perfil sensorial, discutido posteriormente.

Como se mencionó anteriormente, llevado a escala de producción industrial es necesario el uso de un celorio. Ello reduce el contacto entre personal y el producto lo cual reduce a su vez la probabilidad de contaminación microbiana que pudiera comprometer la vida del producto. Así también, es recomendable el uso de harina fresca, es decir recién obtenida y no emplear harina que hubiera sido almacenada por un largo tiempo para contar con un producto con un menor conteo microbiano. Para la presente investigación las tortillas fueron elaboradas de forma manual.

Toda la investigación y desarrollo de un producto es en vano, si el producto no va a recibir cierto grado de aceptación por parte del consumidor. Es por ello que se llevaron a cabo dos ensayos; un perfil sensorial y un grupo focal. Ambos con un grupo de panelistas semientrenados. El primero con el fin de determinar el perfil de aroma, sabor, apariencia y textura de la tortilla original y la tortilla desarrollada con tecnología de barreras. El grupo focal se realizó para medir la aceptación hacia ésta, evaluando posibles cambios en la formulación de ser necesarios. Las guías se incluyen en la sección Anexos.

Iniciando con el perfil sensorial, los gráficos muestran las observaciones del panel semientrenado respecto a la apariencia, aroma, textura y sabor del producto. En el caso de la apariencia, se utilizó una cartilla de color (Ver Ilustración en Anexos) como guía. Se detectó menos homogeneidad en la tortilla desarrollada y un menor grado de coloración. Respecto al aroma, se emplearon diferentes descriptores base y la tortilla fue encajada en cada uno. Se evidencia que el aroma es muy similar en ambas tortillas, incluso la tortilla desarrollada mostró un aroma más similar a una tortilla de maíz que la tortilla control. En el caso de la textura, la tortilla desarrollada mostró una mayor suavidad y elasticidad, y menos quebradiza que la tortilla control. Todos parámetros deseables. Finalmente para el sabor, fue similar en ambos casos, a excepción del descriptor de dulzor, siendo por mucho superior en el caso de la tortilla desarrollada. Este aspecto ya había sido detectado por el panel en la etapa de formulación y se debe exclusivamente a la adición de polioles.

Para el grupo focal se empleó únicamente la tortilla desarrollada y se realizó un conteo (frecuencia porcentual) de las observaciones del panel. Los resultados se muestran en Cuadro específicos. De igual forma que en el perfil sensorial, se evaluó apariencia, textura, olor, y sabor, con la diferencia que los panelistas mencionaban los descriptores. Se obtuvo entonces una lista de descriptores para cada uno de los parámetros evaluados. Destaca un color beige, tamaño adecuado, grosor insuficiente tomando en cuenta las tortillas elaboradas en el área rural, y una cocción apropiada para la apariencia. En el caso de la textura una elasticidad y suavidad adecuada, poca pegajosidad, y se detectó como quebradiza intermedia. Del olor sobresale el olor a tortilla de maíz, poco olor a quemado, y olor a harina de maíz. El panel mostró un agrado general por el aroma de la tortilla. El sabor percibido por el panel fue en su mayoría dulce, por las razones explicadas anteriormente. Al terminar la sesión se preguntó al panel si consumirían el producto, a lo que un 85.7% de los entrevistados respondieron que sí, considerándose como aceptado el producto. Debido a que la tortilla es percibida como dulce, se debe evaluar la posibilidad de remover los polioles de la formulación y sustituirlos por otro aditivo supresor de la actividad de agua que no comprometa el sabor del producto. Otro factor de importancia mencionado por el panel fue que tras ingerir el producto, éste dejaba un resabio amargo en el cielo de la boca. Esto probablemente se deba a la adición de gloconodelta lactona a la tortilla. Se explicó

también al panel la finalidad del producto y que éste debía ser consumido frío. Ningún panelista mostró desagrado ante este hecho dado el escenario de uso del mismo. Imágenes del análisis sensorial se incluyen en la sección Anexos, Ilustración 1.

Es importante mencionar que al contar con componentes de diferente naturaleza, su adición al momento de elaborar la tortilla es de suma importancia. Se incluye una guía breve en la sección Anexos. Las gomas deben adicionarse directamente a la harina en polvo para que ella actúe como dispersor de éstas y así se evite la formación de aglomerados indeseables. En el caso de los polioles, se añaden al agua al ser completamente solubles en ésta, pero añadiendo primero los componentes sólidos ya que en presencia de los polioles, se dificulta la disolución del Cloruro de Sodio. Los solutos no deben adicionarse a la harina ya que no se distribuyen en toda la superficie pudiendo presentarse una tortilla con secciones más concentradas por el cúmulo de un componente, resultado desagradable. Para la elaboración de la tortilla se partió de harina en polvo nixtamalizada libre de aditivos, y no de granos de maíz.

Con el apoyo del componente de Psicopedagogía, Daniela Flores, se elaboró la etiqueta del producto. Ver Figura en la sección Resultados. Se incluye el contenido nutricional derivado del análisis proximal, la vida útil del producto derivada de los ensayos de vida útil y una imagen en donde se señala la forma correcta de consumir el producto. Fue necesario el apoyo de Daniela debido a que se desea presentar de una forma sencilla las instrucciones de uso del producto, que el usuario se sintiera cómodo con ellas y que las comprendiera. Por ello el uso de imágenes y flechas. El contenido restante es para control de inventario de los productores. De descartarse el producto por falta de uso, podría evaluarse la posibilidad de volverlo alimento animal, abono, o darle un uso alternativo similar.

Una Figura posterior muestra la distribución de las barreras añadidas a la tortilla para prolongar su vida útil. Se colocó la tortilla control y la tortilla desarrollada a manera de comparación. Dado que la tortilla control constó únicamente de harina de maíz y agua, su única barrera ante la degradación era en su procesamiento térmico. Al aplicar calor reduce la carga microbiana del alimento, pero no evita o retarda su crecimiento durante el almacenamiento. Así también su textura y color original se pierden al cabo de 24-48h. Para la tortilla desarrollada se cuentan con las barreras descritas.

Nótese cómo el efecto de los preservantes es mayor por la presencia de depresores de actividad de agua y reductores de pH y el sinergismo entre los dos tipos de antimicrobianos empleados. La línea punteada en la actividad de agua se debe a que la tortilla va perdiendo humedad con el tiempo por lo que ésta puede reducirse, aumentando su efecto como obstáculo. Esto último dependerá de la permeabilidad del empaque empleado.

A diferencia del grupo control, en este caso la barrera de calor actúa de mejor forma por contar con barreras que la anteceden. No se incluye por el hecho de no provocar un efecto sobre los microorganismos en la matriz, pero los mejoradores de textura también contribuyen a mantener las propiedades organolépticas de la tortilla y así evitar su degradación. Se mantuvo una suavidad a lo largo de su vida de anaquel, como se aprecia en las observaciones del panel en los Cuadros de la sección Anexos.

El producto elaborado formará parte de un kit que consta de una mezcla de granos, siendo éste el plato principal, la tortilla considerada como el vehículo para la mezcla de granos, y un pan dulce tipo semita considerado como el postre. Se espera que el desarrollo de estos productos sea de utilidad para las comunidades vulnerables a lo largo del corredor seco.

M. CONCLUSIONES

- Utilizando tecnología de barreras fue posible desarrollar una tortilla de vida útil extendida que puede utilizarse en caso de desastres. La vida útil fue de 14 días.
- La evaluación sensorial de la tortilla desarrollada permitió conocer aquellos descriptores que definen a la matriz por sus ingredientes, así como también la aceptación de la misma. La evaluación con el panel entrenado sugiere sustituir los polioles por algún otro aditivo depresor de la actividad de agua.

- Fue posible desarrollar una etiqueta de fácil comprensión para los usuarios que necesiten consumir el producto.

L. RECOMENDACIONES

- Evaluar otros empaques de mayor eficiencia, es decir que actúen como mejores barreras como permeabilidad a humedad o absorbentes de humedad, para ampliar la vida útil del producto.
- Indagar sobre otros aditivos de menor costo e igual función y que no aporten un sabor indeseable a la matriz. Como por ejemplo alginatos, enzimas como la Xilanasa, extractos de amilosa y amilopectina, entre otros.
- Desarrollar otros productos con matrices alimentarias similares como tamalitos, tamales, chuchitos, etc. para que los grupos vulnerables presenten aceptación con más facilidad.
- Evaluar la formulación a nivel industrial, así como también con un panel conformado por habitantes de comunidades en el interior del país.
- Considerar fortificación del producto. Al aplicar la tecnología de barreras fue posible incrementar la vida útil del mismo, pero debido a la malnutrición del país es necesario combinar esta tecnología con otros componentes que proporcionen un mayor valor nutritivo al alimento.
- Considerar otras determinaciones para la medición de vida útil del producto. Por ejemplo acidez, pegajosidad, conteo microbiológico, entre otros. Emplear la actividad de agua no es del todo un parámetro descartable, pero este y todos los parámetros, deben realizarse en triplicado como mínimo para una mayor confiabilidad en las estimaciones.

VIII. Módulo Ingeniería en Ciencias de Alimentos:

Formulación y desarrollo de un pan dulce con vida útil prolongada para incorporarse en el kit de emergencias en caso de desastres

A. INTRODUCCIÓN

Desastres naturales frecuentemente azotan a nuestro país a causa del cambio climático. Con los desastres naturales vienen muchos efectos negativos a la seguridad alimentaria y nutricional del país ya que las comunidades con difícil acceso a alimentos quedan desprotegidas. A causa de todo lo anterior, la Cruz Roja Guatemalteca busca colaborar con la seguridad alimentaria del país haciendo llegar kits con alimentos de emergencia a las comunidades cuando estas han sido afectadas.

En esta línea, el objetivo de este informe es el de presentar una alternativa de alimento al kit de emergencias, un pan dulce con vida útil prolongada que pueda cumplir con el requerimiento calórico necesario para este tipo de raciones, un empaque resistente a contaminaciones microbianas y transporte y, finalmente, una formulación estándar que mejore la retención de agua y promueva la inocuidad del alimento. Para esto se visitaron algunas comunidades de Quiché con el fin de conocer el tipo de pan que más se consumía en la región.

Una vez conociéndose éste se hizo una formulación estándar y se pidió a las comunidades que la consumieran para evaluar su aceptabilidad. Siendo la formulación estándar aceptada, se procedió a trabajar sobre ésta utilizando distintos ingredientes que promovieran la retención de agua así como distintos empaques que contrarrestaran la contaminación microbiana y los daños físicos en el transporte. Por último, con un empaque y formulación definidos se buscó el preservante o mezcla de preservantes que conservaran mejor el pan. Al final se llegó a una formulación que promoviera la retención de agua y redujera la contaminación del pan con mohos y levaduras, así como a un empaque que evitara los daños físicos y el rápido deterioro del mismo.

El alcance de este estudio fue el de obtener un pan dulce con vida útil prolongada no sólo por su matriz alimentaria sino que también por el empaque que lo contiene, además de contar con la aceptabilidad del producto por parte de las comunidades a las que va dirigido. La limitación más grande que se tuvo fue la de la tecnología de empaque, ya que existen formas de empaque que pueden preservar de mejor forma el pan, un ejemplo de esto es el empaque con atmósfera modificada. En este trabajo de graduación se da una breve descripción de la problemática de seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala y luego se presenta el pan dulce con vida útil prolongada como una alternativa de alimento a integrar en el kit de emergencia contra desastres naturales. En la sección de metodología se presentan los distintos análisis que se hicieron al pan para evaluar su mejora en cuanto a la retención de agua y reducción de contaminación microbiana. Finalmente se presentan todos los resultados obtenidos luego de las pruebas, los cuales sustentan la elección de la formulación y el empaque finales.

B. OBJETIVOS

1. General:

- Formular y desarrollar un pan dulce con una vida útil prolongada para incorporarlo en el kit de emergencias en caso de desastres naturales.

2. Específico:

- Proponer una formulación estándar que reduzca la contaminación microbiana y la retrogradación del almidón, así como un empaque adecuado que preserve el pan y facilite su transporte.

C. ANTECEDENTES

1. **Problemática de seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala.** Guatemala es el primer país de América Latina y el Caribe y el sexto a nivel mundial con más desnutrición infantil: un millón trescientos mil niñas y niños menores de cinco años, 49.8%, pasan hambre a diario. Este promedio nacional esconde grandes disparidades; el 65.9% de la población indígena infantil está desnutrida, porcentaje mayor que el país con mayor desnutrición del mundo, Afganistán 59.0% (UNICEF, 2011).

Esta situación alcanza niveles críticos en el área rural, afecta principalmente a niños y niñas menores de 5 años, población escolar y generacionalmente a las mujeres embarazadas y lactantes, y se agrava de manera inaceptable entre la población indígena, particularmente viviendo en pobreza y pobreza extrema (SESAN, 2009).

Por lo anterior, el gobierno de Guatemala creó el pacto “Hambre Cero” con los objetivos de combatir el hambre y promover la seguridad alimentaria y nutricional en los 166 municipios priorizados, reducir en 10% la prevalencia de desnutrición crónica en la niñez menor de 3 años, prevenir y reducir la mortalidad en la niñez menor de 5 años relacionada con la desnutrición aguda y contribuir a la prevención y atención a la emergencia alimentaria y nutricional. Las líneas operativas de este pacto incluyen: provisión de servicios básicos de nutrición y salud, promoción de lactancia materna y alimentación complementaria, educación alimentaria y nutricional, alimentos fortificados, mejoramiento de los ingresos y la economía familiar y agua, saneamiento y vivienda saludable (SESAN, 2012).

Además, UNICEF Guatemala y el Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales (Icefi), han realizado un análisis sobre el costo de erradicar el hambre en Guatemala y reducir desigualdades, proponiendo medidas e intervenciones de corto, mediano y largo plazo. Reducir desigualdades y el hambre infantil en Guatemala en 2012 se traduce en una inversión del 0.33% del PIB, suponiendo un tercio de lo que el país pierde por el hambre anualmente (UNICEF, 2011).

El problema de la desnutrición en sus distintos niveles y tipos tiene un origen multicausal, en donde la inseguridad alimentaria y nutricional que prevalece en el país obedece a problemas estructurales y coyunturales que afectan la disponibilidad, el acceso económico así como el consumo de los alimentos por razones culturales y educacionales que determinan los patrones alimentarios de la población, así mismo el inadecuado aprovechamiento biológico de los alimentos, derivado de las precarias condiciones ambientales, falta de acceso al agua segura, episodios frecuentes de enfermedades infecciosas y diarreicas, y hasta ahora limitado acceso a los servicios básicos de salud (SESAN, 2009).

Los mapas de pobreza, desnutrición crónica y riesgo de inseguridad alimentaria identifican a poblaciones del área rural, en donde predomina la población indígena, especialmente localizada en los departamentos del Altiplano Noroccidental, las Verapaces y los municipios del Área Chortí, del Departamento de Chiquimula (SESAN, 2009).

La desnutrición crónica afecta en el país a uno de cada dos niños y niñas menores de cinco años; en algunos municipios afecta a ocho de cada diez. Este tipo de desnutrición se manifiesta en baja estatura para la edad; sin embargo, de no tratarse en la edad temprana (menores de tres años), afecta de forma irreversible el desarrollo del cerebro y con ello las capacidades de concentración y aprendizaje del niño o la niña. Asimismo afecta la capacidad de relacionarse con otras personas y el rendimiento físico.

Estas condiciones repercuten en la edad adulta, limitando la capacidad productiva y el acceso a un ingreso económico adecuado para el sostenimiento personal y familiar, el aporte a la comunidad y al país en general (SESAN, 2006).

La inseguridad alimentaria y nutricional se da cuando:

- La disponibilidad alimentaria es insuficiente y/o inestable
- La capacidad adquisitiva de la familia es baja

- El comportamiento alimentario es inadecuado
- Las condiciones sanitarias son insuficientes (SESAN, 2006)

2. Efectos de desastres naturales. La ubicación geográfica en que se encuentra localizada Guatemala, permite el suceso frecuente de amenazas naturales de carácter extraordinario como: huracanes, temblores, terremotos, erupciones volcánicas y tormentas tropicales, pues según estudios, el país se encuentra ubicado en la región centroamericana que es considerada a nivel mundial «como una de las regiones con mayor exposición a la ocurrencia de amenazas de origen natural, tanto por su elevada actividad sísmica y volcánica como por encontrarse sobre la trayectoria normal de huracanes » (Ortega, 2004).

De acuerdo con la estrategia internacional para la reducción de desastres, Guatemala es uno de los diez países más vulnerables a desastres naturales. Además, según el informe mundial sobre desarrollo humano anualmente se producen en Guatemala catorce muertes por cada millón de habitantes debido a los efectos de los desastres naturales, más del doble que el promedio mundial (seis). Los daños y pérdidas causados por la tormenta Agatha, ocurrido en 2010, tienen un impacto del 2.4% en el PIB en 2011 ya que el país no se ha logrado recuperar del mismo, siendo más vulnerable a cualquier otro acontecimiento climático (UNICEF, 2011).

Esta situación asociada a la problemática de la pobreza que en la actualidad afecta a más de la mitad de la población guatemalteca, ha permitido tanto la profundización de vulnerabilidad como la potenciación y creación de otras amenazas como lo son las de carácter socio natural y antrópicas que son creadas precisamente por la mala relación existente entre los seres humanos y la naturaleza. Esta problemática en su conjunto permite el riesgo a desastres de estas poblaciones, lo que las ha llevado muchas veces a convertirse en las víctimas principales de sucesos negativos frecuentemente desencadenados como lo son los llamados desastres "naturales", ya que ante esta situación aún el suceso de fenómenos naturales ordinarios como las lluvias, se convierten en sus detonantes principales (Ortega, 2004).

3. Alimentación y nutrición en situaciones de emergencia. La escasez de alimentos en el período inmediato posterior al desastre natural suele deberse a dos causas. Por una parte, la destrucción de los almacenes de alimentos en la zona afectada reduce la cantidad absoluta de comida disponible y, por la otra, la desorganización de los sistemas de distribución puede impedir el acceso a los alimentos, incluso cuando no existe una escasez absoluta. Los desbordamientos de los ríos y las penetraciones del mar suelen deteriorar las reservas de alimentos en los hogares afectados y arruinar los cultivos, interrumpen la distribución y provocan serias penurias locales. La distribución de alimentos, al menos en el corto plazo, suele ser una necesidad importante y urgente (UNICEF, 2010).

Para garantizar la eficiencia de un programa de ayuda alimentaria, los pasos inmediatos a dar son:

- evaluar las provisiones de alimentos disponibles después del desastre.
- determinar las necesidades nutricionales de la población afectada.
- calcular las raciones alimenticias diarias y las necesidades de grandes grupos de población.
- vigilar el estado de nutrición de la población afectada (UNICEF, 2010).

Se entiende por “Alimentación de Emergencia” el suministro de alimentos a personas sin acceso a estos, por catástrofe natural o guerra, por tanto tiempo como sea necesario hasta que sea posible una alimentación normal. Durante este período es imposible planificar las raciones alimenticias desde una perspectiva nutricional. Durante esta “fase caótica”, lo que importa es proporcionar un mínimo de 6.7 a 8.4 MJ (1600 a 2000 Kcal) por persona, por día. Como primer paso de socorro, es necesario distribuir los alimentos disponibles a los grupos de alto riesgo o que parecen sufrir privaciones, en cantidades suficientes para garantizar la supervivencia durante una semana (3 ó 4 kg por persona) (UNICEF, 2010).

No es necesario hacer un cálculo detallado del contenido vitamínico, mineral o proteínico de los alimentos distribuidos en la fase inicial, aunque sí deben ser alimentos

aceptables y apetitosos. Lo más importante es que proporcionen la energía suficiente. (UNICEF, 2010).

Idealmente los alimentos a incluir en las raciones deben ser parte del patrón alimentario de la población, para que estos cuenten con la mayor aceptabilidad. Según las experiencias del INCAP se sugiere que las raciones estén constituidas por:

Un cereal o derivados de cereales, de consumo frecuente, como es el caso del maíz, arroz, pasta o pan y harinas. Un alimento que sea fuente de energía, puede ser aceite, manteca vegetal, azúcar o panela; y un alimento que sea fuente de proteínas, como: carnes, leche, huevo, frijol, u otras mezclas de alto valor nutritivo (INCAP, 2003).

La asistencia alimentaria inmediata después del desastre es propiamente de sobrevivencia. Esta asistencia debe cubrir por lo menos 1500 cal, no debe prolongarse por más de dos semanas, a no ser que los damnificados puedan completarla con alimentos locales a su alcance (INCAP, 2003).

4. Pan. Es un alimento básico que se elabora cocinando una mezcla de harina o grano molido, agua o leche, y otros ingredientes. La harina puede ser de trigo (el grano más utilizado), centeno, cebada, maíz, arroz, papas o soya. Dependiendo de los ingredientes utilizados, el pan puede ser con levadura o ácimo. El primero se hace combinando un agente que produce la fermentación y subida del pan, en general levadura, con el resto de los ingredientes, normalmente azúcar, sal y grasa, además de la harina y el líquido. La levadura actúa en el proceso de fermentación, generando diminutas burbujas de dióxido de carbono, en la mezcla o masa, incrementando su volumen y haciéndola ligera y porosa. Las levaduras químicas, en especial la levadura de cocina, logra la distensión de la masa por la interacción entre carbonatos y ácidos, reduciendo en gran medida el tiempo que requiere la acción de la levadura natural (González, 2004).

El papel estratégico de las importaciones de trigo en la economía de Guatemala se puede dimensionar a partir de la consideración de que, este cereal es la materia

prima para la producción de harina, que a su vez constituye el insumo principal para la panificación y otras industrias alimenticias como las pastas, galletas y otros productos relevantes en la estructura del consumo de la población, en condiciones en las que históricamente el país ha sido un importador neto de trigo, aun en la época durante la cual la producción de este grano constituía una actividad productiva relevante en amplios territorios del altiplano central y occidental del país (Economía, 2009).

El crecimiento de la industria de la panificación, así como también la diversificación y dinamismo de la actividad productiva que utiliza la harina de trigo como materia prima en el contexto de la expansión normal de los mercados domésticos, explican la tendencia incremental, aunque moderada, de los volúmenes importados de trigo por el país, tal como se ha observado a lo largo de los años transcurridos de la presente década (ver Cuadro 1). Desde ese punto de vista, los altibajos de corto plazo que experimentan las compras externas de este cereal podrían atribuirse al manejo de inventarios de la harina producida en el país en función de las expectativas de los agentes importadores en torno a los precios del trigo en los mercados mundiales (Economía, 2009).

Cuadro 56
Importación y exportación de trigo en Guatemala, 2001-2009.

Año calendario	Importación			Exportación		
	Miles de TM	Miles de US \$	Precio medio US \$	Miles de TM	Miles de US \$	Precio medio US \$
2001	408.3	70, 839.8	173.5	5.7	1, 251.0	219.5
2002	472.1	83, 976.2	177.9	2.6	608.8	234.2
2003	427.8	82, 824.1	193.6	0.0	0.0	0.0
2004	445.1	87, 400.1	196.4	4.2	971.5	231.3
2005	488.4	95, 267.6	195.1	2.0	376.7	188.4
2006	451.1	95, 198.7	211.0	0.3	67.5	225.0
2007	493.6	138, 882.4	281.4	1.8	646.4	359.1
2008	473.8	214, 609.5	453.0	1.7	703.3	413.7
2009 *	26.8	9, 094.4	339.3	ns	ns	--

(Economía, 2009)

Cabe mencionar que, una parte significativa de las importaciones de harina de trigo se han realizado mediante la activación y adjudicación de contingentes arancelarios, lo que constituye una medida de política orientada a contrarrestar alzas en el precio de la harina de trigo en el mercado doméstico y de esta forma enfrentar coyunturas alcistas en el precio del pan (Economía, 2009).

Cuadro 57
Volumen y valor de importaciones de harina de trigo 2001-2008

Año	TM	Valor Miles de US \$	Precio medio US \$
2001	1,387	365.8	263.7
2002	4,763	1,598.9	335.7
2003	25,300	8,014.7	316.8
2004	15,973	4,464.9	279.5
2005	13,550	3,927.2	289.8
2006	16,789	5,330.4	317.5
2007	14,964	6,271.8	419.1
2008	15,878	8,661.3	545.5

Fuente: (Economía, 2009)

Históricamente los patrones alimenticios de la población estaban ligados a los ecosistemas y a la disponibilidad de especies nativas, respondiendo a la diversidad cultural y culinaria nacional; sin embargo, el desaparecimiento de dichas especies y los cambios en los patrones de consumo hacen que la variedad y la calidad nutritiva de la ingesta se reduzca, tal como demuestran las encuestas realizadas que reportan que apenas cinco productos son consumidos por más del 75% de las familias: pan dulce, tortilla de maíz, frijol, huevos y tomate. Al considerar los productos usados por más del 65% de hogares, a los señalados debe agregarse azúcar, arroz, carne de res y pollo (FAO, 2005).

5. Ingredientes básicos en la elaboración del pan:

- *Harina:* Es eminentemente un creador de estructura responsable de la envoltura o costra del pan. Debido a que sus componentes principales son almidón y proteínas, tienen propiedades absorbentes de agua en algunas etapas de la

preparación, la harina actúa también como un ingrediente secante (Abascal, 2005).

- *Azúcar:* Es el principal saborizante que se agrega durante la panificación y su función es proporcionar un sabor dulce al producto final. Parte del azúcar añadido es rápidamente consumida por la levadura, y de esta forma se produce la fermentación. El azúcar presente en la masa proporciona el color café al pan durante el horneo, ya que ocurre la caramelización de los azúcares residuales que se encuentran en la corteza de la masa después que la misma ha fermentado (Abascal, 2005). También actúa acentuando el aroma, el color de la superficie del pan así como el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial y retrasando el proceso de endurecimiento (Abascal, 2005).
- *Grasas:* Pueden ser de origen vegetal como aceites y margarina o de origen animal como la manteca de cerdo y/o mantequilla. Su función principal es dar humedad a la masa, también proporciona una mayor vida de anaquel al producto al inhibir la pérdida de agua y de sustancias volátiles como los saborizantes.

Durante la panificación, estas actúan como emulsionantes, confiriéndole a la masa mayor estabilidad (Abascal, 2005).

- *Sal:* Actúa principalmente sobre la formación del gluten ya que la gliadina es menos soluble en agua con sal, obteniéndose así mayor cantidad de gluten y una masa más compacta haciéndola más fácil de trabajar. También regula la fermentación, ayuda al sabor y retrasa el crecimiento de microorganismos fermentativos secundarios. Por su higroscopicidad ayuda en la duración y estado de conservación del pan (Abascal, 2005).
- *Agua:* Es un disolvente. Participa en la formación del gluten, mantiene y determina la consistencia de la masa, hace posible el desdoblamiento de la

levadura, es solvente de la sal y el azúcar y hace posible la acción de las enzimas (Abascal, 2005).

- *Levadura:* Es un componente biológico que se añade a la masa para que se de el proceso de fermentación y que así se desarrolle la estructura apropiada del pan. Además imparte esponjosidad. Para trabajar necesita de humedad, azúcar y minerales (Abascal, 2005).

6. Proceso de elaboración del pan:

- *Amasado:* La harina se mezcla con agua, levadura, sal, y los demás ingredientes hasta obtener una masa homogénea. Durante el amasado el gluten adquiere su consistencia elástica, debido a la acción del agua sobre las proteínas (Abascal, 2005).
- *Fermentación:* Por acción de la levadura se forma CO₂ que hincha la masa. La elasticidad de la masa es responsable de que este gas quede retenido dentro de la masa, formándose pequeñas burbujas en su seno (Abascal, 2005).
- *Horneado:* La acción del calor, evapora el agua y esta toma consistencia firme (Abascal, 2005).

En Guatemala el tipo de pan más consumido y conocido es el pan dulce y el pan francés. El pan dulce o de manteca se puede encontrar en dos variedades que son: el pan redondo, que se conoce con los nombres de besitos, conchas, molletes, sheca, etc., así como el pan dulce tostado que se puede encontrar como hojaldras, champurradas, etc. (Abascal, 2005).

7. Conservantes en panificación. Las dos mayores consideraciones de la vida de anaquel son el crecimiento microbiológico y la pérdida de atributos sensoriales como el endurecimiento. Muchos países no cuentan con empaques apropiados o instalaciones de almacenamiento para extender la vida de anaquel y la calidad del pan. Las pérdidas económicas debido a esta contaminación llegan a ser muy grandes por los desperdicios. Además la alta actividad de agua del pan (0.85-0.95) complica aún más su conservación. Existen diversos métodos para inhibir el crecimiento microbiano y el endurecimiento como lo son las atmósferas modificadas, irradiación, congelación, y preservantes (ácidos acético, fumárico, sórbico y propiónico o sus sales de potasio y calcio). En el estudio realizado con pan pita Herald 2008, el tratamiento del pan con preservantes extendió su vida de anaquel 5 días más comparado con el tratamiento control.

La acción inhibidora del propionato puede ser un resultado de la acumulación del perseverante en las células del hongo. En las células del hongo, el propionato se disocia en agua para formar iones de propionato. Los iones de propionato reaccionan con el agua para formar ácido propiónico. La toxicidad del ácido propiónico está relacionada con la inhabilidad de los hongos de metabolizarlo. Esta acción inhibe el crecimiento de hongos (Herald, 2008).

En otro estudio de vida útil de pan utilizando acidulantes y sus sales, pudo comprobarse que el uso de 0.20% de ácido láctico y 0.20% de propionato de calcio en la formulación, presentó las mejores características sensoriales en el pan, y fue la más efectiva contra la contaminación microbiana (Tarar *et al*, 2010). Un estudio similar se realizó en pan utilizando propionato de calcio y lactato de calcio y variando la temperatura de almacenamiento del pan concluyendo que la adición al pan de estos dos preservantes con 0.8g y 14°C mostró mayor calidad del mismo, con propiedades fisicoquímicas mejoradas y una vida útil prolongada (Lohano *et al*, 2010)

Por otra parte, en un estudio realizado con pan con atmósferas modificadas y el uso de sorbato de potasio se concluyó que la formulación más exitosa fue la expuesta a

100% CO₂ y 0.15% de sorbato de potasio para inhibir el crecimiento de mohos y levaduras y prolongar la preservación del mismo (Degirmencioglu *et al*, 2011).

a. **Envejecimiento del pan.** Durante el almacenamiento de los productos de panificación se produce un fenómeno denominado envejecimiento, el cuál se manifiesta en un deterioro de la calidad del pan, con base al monitoreo de ese deterioro se determina cual es la vida útil y de anaquel de un producto. Los cambios que ocurren por el envejecimiento afectan: el peso, la humedad, el volumen, la textura, el contenido de almidón resistente y las características sensoriales.

Durante el envejecimiento, el almidón cambia lentamente a temperaturas inferiores a 55°C, se transforma de una estructura amorfa a una estructura cristalina; la consecuencia posterior, con menor humedad que al principio, es el rápido endurecimiento y encogimiento de los gránulos de almidón fuera de la estructura del gluten, estos cambios se conocen como retrogradación.

Para retardar el envejecimiento del pan se pueden utilizar diversos materiales de empaque, usualmente fabricados a partir de películas plásticas ya que su costo es generalmente más económico que otros materiales como el enlatado, vidrio y cartón; además, sus características físicas de resistencia mecánica, apariencia y barrera a los gases, permiten su uso en un gran número de productos (Beltrán, 2007).

b. **Retrogradación del almidón.** El almidón se encuentra en mayor proporción en los productos de panificación. Este hidrato de carbono ha sido parte fundamental de la dieta del hombre, con una doble perspectiva: como hidrato de carbono digerible y no digerible. Como sustancia de reserva alimenticia predominante en las plantas, el almidón proporciona del 70 al 80% de las calorías consumidas por los humanos. Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos, la amilosa y la amilopectina y se diferencia de todos los demás hidratos de carbono en que en la naturaleza se presenta como partículas llamadas gránulos (Rodríguez Vega, 2000).

Durante el procesamiento de los alimentos el almidón sufre cambios debido a la aplicación de humedad y altas temperaturas. Para fines nutricionales, algunos científicos clasifican al almidón como glucémico y resistente. Los almidones glucémicos o digeribles son aquellos que son degradados hasta glucosa por enzimas del tracto digestivo; los almidones resistentes escapan de la digestión en el intestino delgado, pero que son fermentados en el colon por la microflora bacteriana (Rodríguez Vega, 2000).

La mayoría de almidones contienen entre un 15 y un 30% de amilosa y el resto por amilopectina, ambos se disponen formando una estructura semicristalina en los gránulos de almidón, lo que los hace insolubles en agua y difíciles de atacar por las amilasas; sin embargo, al calentar en presencia de agua, hay una distorsión de las cadenas polisacáridicas, adquiriendo una conformación al azar, que provoca hinchamiento del almidón y engrosamiento de la matriz envolvente, proceso conocido como gelatinización, y al estar gelatinizadas son fácilmente atacables por las enzimas digestivas; sin embargo, al enfriar comienza un proceso de recristalización, denominado retrogradación que es muy rápido para la amilosa y es muy lento (varios días) para la amilopectina; este último es el fenómeno responsable del endurecimiento del pan (Castillo, 2006).

Entre los factores extrínsecos que influyen en la digestión del almidón se encuentra:

- El grado de masticación
- El tiempo de tránsito intestinal
- La concentración de amilasa y otras enzimas digestivas
- El pH
- La cantidad de almidón y la presencia de otros componentes de la dieta que pueden influir en la digestión (Castillo, 2006).

8. Polipropileno y poliestireno como materiales de empaque. El polipropileno es un material de alta memoria, al doblarse éste tiende a recobrar la forma original. En película es un material altamente transparente, con gran resistencia a la punción y a la

tensión, pero con baja resistencia al rasgado. El polipropileno bi-orientado (PP/BOPP) en forma de película es más económico y con altas propiedades de transparencia, barrera a la humedad, buena barrera contra gases y aromas, lo que permite una mayor vida de anaquel en los productos de panificación. No cambia sus características de protección en climas extremos, tiene estabilidad dimensional, baja electrostática, deslizamiento adecuado y rasgado uniforme, puede sellarse térmicamente y es inocuo.

Otro material es el poliestireno (PS) el cual se utiliza para fabricar artículos rígidos a partir de láminas del material por un proceso de termo formado, este material es duro, resistente a la tensión, de buena estabilidad y aislamiento térmico e inocuo. Los materiales de empaque más utilizados en panificación son las bolsas de PP y las cajas rígidas de PS (Beltrán, 2007).

D. MARCO TEÓRICO

1. **Descripción del pan dulce y su proceso.** El pan es un producto horneado que contiene levadura y se elabora a base de harina de trigo, manteca, azúcar y sal. Posee corteza dorada que puede ser suave o crujiente y miga blanca en forma de panal. El proceso incluye las siguientes etapas:

El mezclado de los ingredientes, la fermentación de los azúcares en la masa para que los gases producidos hagan crecer el producto, y el horneado para fijar la estructura y textura de la masa, así como para desarrollar el sabor, aroma y color característico de los productos (FAO, 2006).

Los principios de conservación del pan dulce son:

- La destrucción de las enzimas y levaduras del producto, por el calor del horneado, así como de los microorganismos que lo contaminan, y
- La eliminación del agua de la corteza para inhibir el crecimiento de mohos (FAO, 2006).

a. Materia prima e ingredientes del pan dulce

- Harina suave
- Sal
- Azúcar
- Levadura
- Polvo de hornear
- Agua
- Manteca vegetal
- Conservante: Propionato de calcio y sorbato de potasio
- Gomas o lecitina de soya
- Fibra de trigo

2. Propionato de calcio como conservante. El Propionato de Calcio es el conservante más usado en panes en otros países por la misma razón por la cual es el conservante más usado en USA y en Canadá. Este es altamente efectivo contra los hongos del pan, no es riesgoso para los humanos, y contribuye muy poco o nada en el sabor cuando se usa en proporciones normales. Así como en USA o en Canadá, el nivel de propionato de calcio utilizado depende de las prácticas sanitarias, condiciones de almacenamiento, y requerimientos regulatorios (Lallemand, 1996).

En Europa las regulaciones de la Comunidad Económica Europea (EEC) limitan el uso de propionato de calcio a 0.5% base harina para los productos en los que está permitido. En el Sureste de Asia, los niveles de uso pueden ser mucho más altos ya que las condiciones son más favorables para el desarrollo de organismos contaminantes (Lallemand, 1996).

En Guatemala, el Reglamento Técnico Centroamericano limita el uso de este conservante a 1000mg/kg para todos los productos a base de harina o almidones (RTCA, 2005).

3. Sorbato de potasio como conservante. El ácido sórbico y sus sales tienen una actividad de amplio espectro contra los mohos y levaduras, pero son menos activos

contra las bacterias. La acción antimicrobiana del ácido sórbico fue descubierta independientemente en los Estados Unidos y Alemania en 1939, y desde la mitad de 1950 los sorbatos han sido usados de manera incremental como preservantes. Los sorbatos generalmente han sido encontrados superiores a los benzoatos para la preservación de margarina, queso, pan, y pasteles. El ácido sórbico y sus sales de potasio son usadas en bajas concentraciones para controlar el crecimiento de mohos y levaduras en productos como quesos, pescado, carne, frutas frescas, vegetales, bebidas de frutas, alimentos horneados, pepinillos, y vinos. Se recomienda el uso de 0.13-0.27% (con respecto al peso del producto) de sorbato de potasio en productos de panadería. Se utiliza principalmente para inhibir el crecimiento microbiano (Shibamoto y Bjeldanes, 2009). Además en el Reglamento Técnico Centroamericano se limita el uso de este preservante a 2000mg/kg para todos los productos de panificación (RTCA, 2005).

4. Hidrocoloides utilizados en la industria de panificación. Los hidrocoloides son polisacáridos solubles en agua con alto peso molecular. Como pueden funcionar a concentraciones muy bajas, su uso puede ayudar a reducir los costos y sus propiedades los hacen disponibles para su uso en una amplia variedad de aplicaciones en la industria de alimentos. Estos son capaces de mejorar la textura de los alimentos, retardar la retrogradación del almidón, mejorar la retención de humedad y resaltar la calidad total de los productos durante el almacenamiento (Koksel, 2009).

La función de las gomas es muy sensible a la aplicación. Su funcionalidad se ve afectada por muchos factores, tales como de naturaleza química de la goma, temperatura, pH, concentración, tamaño de partícula, presencia de otros iones inorgánicos, y agentes quelantes. Las gomas son utilizadas en la industria de panificación primordialmente para mejorar la humedad final del producto (Koksel, 2009).

Las gomas muchas veces absorben su peso en agua. Sin embargo, el incremento de la absorción total de agua de la masa debido a la adición de goma es relativamente pequeño porque las gomas son usadas en concentraciones bajas (típicamente desde 0.01% a 0.5% en una base total de formula). El agua adicional puede ser insignificante,

pero la sensación viscosa en la boca que las gomas retienen aún después del horneado puede ser percibida como un beneficio incremental en la humedad del producto. Las gomas pueden hacer la corteza del pan gomosa y elástica. Esto puede ser percibido como suave y fresco a niveles lo suficientemente bajos, y también tan fuerte y masticable a niveles altos.

El efecto suavizador de los hidrocoloides debería de ser atribuido a su capacidad de retención de agua, un posible inhibidor de la retrogradación de la amilopectina (Koksel, 2009):

- **Goma Xanthan.** La goma Xanthan es un polisacárido derivado de *Xanthomonas campestris*, una bacteria comúnmente encontrada en las hojas de plantas de la familia de la col. La goma Xanthan tiene una columna vertebral de β -D-glucosa, pero cada segunda unidad de glucosa está unida a un trisacárido consistente en manosa y ácido glucurónico. Las soluciones con Xanthan despliegan propiedades reológicas únicas y una excelente estabilidad mecánica, química y enzimática, solubilidad en agua caliente y fría, viscosidad de solución alta a concentraciones bajas. La goma xanthan es usada como un agente de engrosamiento o como un estabilizador en las aplicaciones alimenticias. Además, es usada para mejorar la calidad y extender la vida útil de panes horneados en hornos convencionales (Koksel, 2009). Según el Reglamento Técnico Centroamericano la concentración de este polisacárido en pan no debe de exceder el 0.5% (RTCA, 2012).
- **Goma Guar.** La goma guar se usa principalmente como agente espesante con viscosidad en función de la temperatura. Puede usarse en una amplia gama de productos, ya que permanece estable en un rango de pH entre 3-11. Presenta la ventaja de ser soluble en frío. Al calentarse, si los tratamientos térmicos son fuertes, pierde en parte su viscosidad. Es poco sensible a los efectos mecánicos y tiene buena resistencia a los ciclos de congelación-descongelación. Presenta muy buena estabilidad cuando los productos se almacenan a temperatura ambiente.

Existe un sinergismo entre la goma guar y la goma xantana. También puede encontrarse compatibilidad junto con almidones, proteínas, goma arábiga, agar, alginato, carragenato, goma karaya, goma garrofn, pectinas, metilcelulosa y carboximetilcelulosa. La aplicación en alimentos se encuentra en: queso fresco, queso fundido, helados, salsas, aderezos, bebidas, productos de panadería y pastelería (Cubero, 2002).

- **Fibra dietética insoluble.** Las fibras dietéticas insolubles consisten en material de células de plantas, de las cuales la celulosa es un componente importante. Las fibras de celulosa están hechas de numerosas microfibrillas, que proveen fuerza. Estructuralmente, las microfibrillas tienen una alta área superficial y el espacio capilar entre las fibrillas trabaja como una “esponja” y puede atrapar agua y aceite. Existen distintos tipos de fibras como: de bamboo, avena, soya, trigo y madera. La funcionalidad técnica depende del largo de la fibra. Dependiendo de la planta fuente así como del procesamiento de la fibra, la longitud de la fibra puede variar de 30 a 1000µm. La absorción de agua aumenta de acuerdo al aumento de la longitud de la fibra. Un gramo de fibra puede ser capaz de absorber 10 gramos de agua (Platz, 2001).
- **Lecitina de soya.** El término lecitina es usado hoy en día para referirse al material obtenido tras desgomar los aceites vegetales crudos y secando las gomas hidratadas. El fosfolípido específico formalmente llamado lecitina es ahora referido como olinafosfatídica. La lecitina consiste no sólo de una mezcla de fosfolípidos pero también de triglicéridos y otros compuestos no fosfolípidicos removidos del aceite en el proceso del desgomado. La composición de la lecitina de soya presenta sustancias comunes como triglicéridos, ácidos grasos, pigmentos, esteroides, esteroles, esteroles glicosídicos y ésteres, tocoferoles, y carbohidratos (Riaz, 2006).

Cuadro 58
Rango reportado de componentes de lecitina de soya.

Componente	%
Fosfatidilcolina	19-21
Fosfatidiletanolamina	8-20
Inositolfosfatidos	20-21
Otros fosfátidos	5-11
Aceite de soya	33-35
Esteroles	2-5
Carbohidratos libres	5
Humedad	1

(Riaz, 2006)

Cuadro 59
Algunos componentes menores de la lecitina de soya.

Componente	Cantidad
Tocoferol	1.3 mg/g
Biotina	0.42 µg/g
Ácido fólico	0.60 µg/g
Tiamina	0.115 µg/g
Riboflavina	0.33 µg/g
Ácido panoténico	5.59 µg/g
Piridoxina	0.29 µg/g
Niacina	0.12 µg/g

(Riaz, 2006)

5. Instalaciones y equipo para elaboración de pan dulce

a. Instalaciones. Si desea elaborarse una receta grande de pan dulce debe contarse con un local lo suficientemente grande para albergar las siguientes áreas: recepción de materia prima y pesados, producción (mezclado, formado, fermentación, horneado), empaque, bodega de almacenamiento y distribución, laboratorio de control de calidad, oficinas administrativas, servicios sanitarios y vestidor. La construcción debe ser en bloc repellado con acabado sanitario en las uniones del piso y pared para facilitar la limpieza.

Los pisos deben ser de concreto recubiertos de losetas o resina plástica, con desnivel para el desagüe. Los techos de estructura metálica, con zinc y cielorraso. Las

puertas de metal o vidrio polarizado y ventanales de vidrio polarizado también. Se recomienda el uso de cedazo en puertas y ventanas (FAO, 2006).

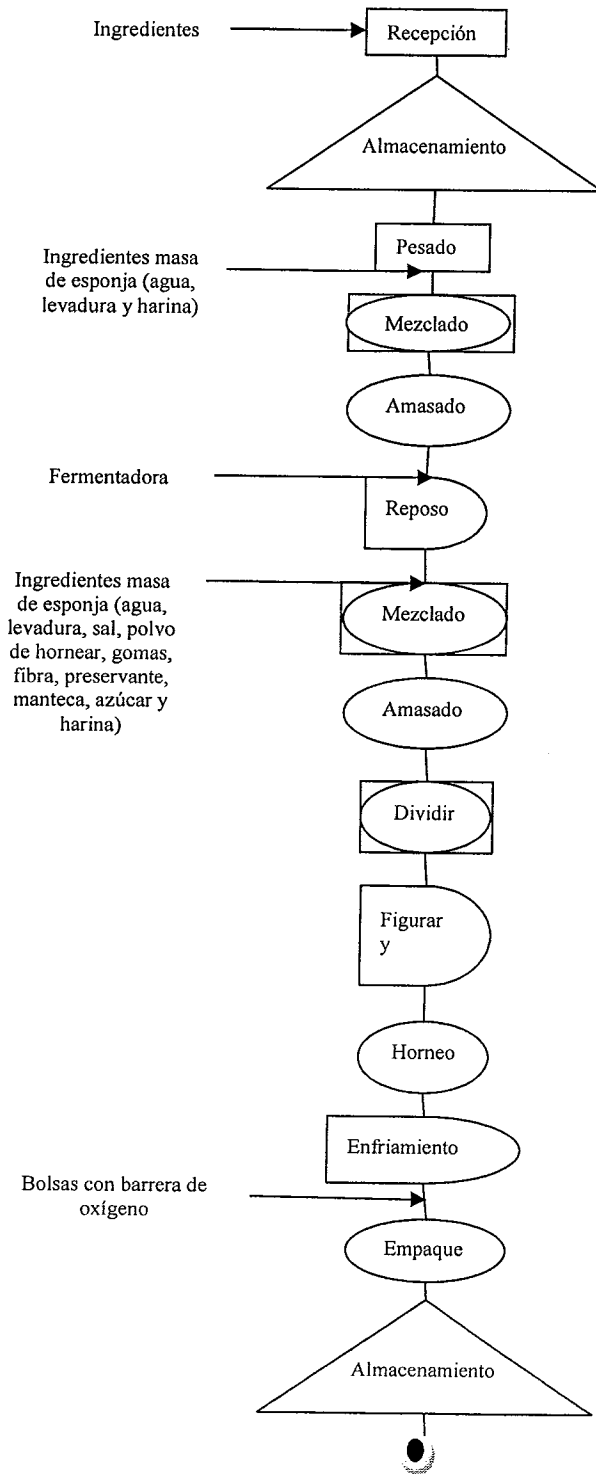
b. Equipo

- Batidora eléctrica
- Bandejas metálicas para hornear
- Reloj o cronómetro
- Termómetro digital (especial para alimentos)
- Balanzas (0-10 Kg. y de 0-100 Kg.)
- Horno y fermentadora
- Estantes para enfriado (clavijeros)(FAO, 2006)

Diagrama 8
Proceso de elaboración de pan dulce con larga vida útil

No.	Actividad	Descripción	Dimensión (oz)	Tiempo (min)	Temp. (°F)	△	□	○	⇒	◻	◻
	Recepción de materia prima	Se reciben los ingredientes					*				
	Almacenamiento	Se almacenan los ingredientes en un lugar fresco				*					
	Pesado	Se pesa cada uno de los ingredientes		20			*				
	Mezclado masa esponja	Se hace la masa de esponja		5					*		
	Amasado	Se mezclan bien los ingredientes para crear una masa compacta		10				*			
	Reposo masa esponja	Se deja reposar el tiempo necesario para fermentación		15						*	
	Mezclado masa de pan	Se incorpora la masa de esponja a los demás ingredientes de la masa de pan		5					*		
	Amasado	Se mezclan bien los ingredientes para tener una masa uniforme		10				*			
	Dividir	Se dividen los pedazos de masa según el tamaño de pan deseado	1.5	10						*	
0	Figurar y reposar	Se da la forma a los pedazos de masa de acuerdo al tipo de pan		20					*		*
1	Horneo	Se pone a calentar la masa para obtener el producto final		20	375			*			
2	Enfriamiento	Se dejan enfriar los panes para no tener problemas con el empaque		10						*	
3	Empaque	Todos los panes se guardan en bolsas con barrera de oxígeno y se sellan		15					*		
4	Almacenamiento	Todos los panes empacados son guardados en lugar fresco				*					

Diagrama 9
Elaboración de pan dulce



c. Descripción del proceso

- Procedimiento masa esponja:
 - Mezclar la harina con la levadura y el agua.
 - Integrar poco a poco la harina.
 - Dejar reposar por 15 minutos en fermentadora industrial o a ambiente en una bolsa oscura sellada.

- Procedimiento masa de pan:
 - Mezclar la harina con los ingredientes.
 - Mezclar hasta disolver el azúcar y la sal.
 - Incorporar la harina poco a poco.
 - Amasar de 10 min para tener una masa compacta.
 - Dejar reposar la masa por 10 min.
 - Dividir.
 - Figurar.
 - Hornear.
 - Enfriar y empacar (FAO, 2006).

d. Vida de anaquel

- **Empaque: Polipropileno, poliestireno y polietileno.** Los materiales de empaque idóneos son el papel suave y las bolsas de celofán o polietileno que muchas veces se fabrican especialmente para pan. Las bolsas generalmente se amarran con un nudo en lugar de sellarlas con calor. No se recomienda empacar pan caliente en bolsas de plástico porque el vapor se condensa dentro de las bolsas, lo que humedece el producto e induce el crecimiento de mohos. El peso de la unidad de pan está determinado por el peso de la pieza de masa, el que debe mantenerse uniforme en todas las horneadas (Beltrán, 2007).

Por lo general, el pan dulce se almacena en las siguientes condiciones: sin empaque (se), en bolsa de poliestireno (ps) las cuales se cierran de la misma

manera que se acostumbran a comercializar y en bolsa de polipropileno (pp) selladas herméticamente con selladora térmica; bajo las mismas condiciones de temperatura y de humedad relativa ($t = 23^{\circ}\text{C}$, $hr = 46\%$) durante un periodo de 7 días para luego evaluar el peso, volumen y humedad del pan (Beltrán, 2007).

Luego se hacen las evaluaciones fisicoquímicas de peso con balanza analítica, volumen por el método modificado de desplazamiento de semillas y de contenido de humedad utilizando una balanza de humedad (Beltrán, 2007).

El polietileno está formado por polimerización del gas etileno. No lleva aditivos tóxicos y hay dos tipos:

- Polímero de baja densidad (PEBD):
 - Muy flexible
 - Difícil de imprimir
 - Fácil de sellar

- Polímero de alta densidad (PEAD)
 - Resistente a la flexión
 - Fácil de imprimir (CordonBleu, 2011)

Por su parte, el polipropileno tiene permeabilidad muy baja al vapor de agua y oxígeno, no funde por debajo de los 160°C , los moldeados presentan una superficie brillante y es útil para envasar galletas, bizcochos, etc. (CordonBleu, 2011).

El poliestireno es un plástico rígido transparente, puede contener radicales libres (epóxido de estireno), que se han asociado al riesgo de cáncer. Además posee baja permeabilidad al oxígeno, alta permeabilidad al vapor de agua, se utiliza en potes y bandejas para productos lácteos (yogurt) y margarinas y es reciclable (CordonBleu, 2011).

6. Requerimientos de materiales de empaque para productos de panificación. El pan y el bollo, generalmente pierden humedad a la atmósfera al poseer 85-90% de humedad relativa en equilibrio. El material de empaque para pan a prueba de vapor de agua es necesario para prevenir que la superficie del pan se humedezca y enmohezca. La protección es más que todo requerida contra la manipulación y el polvo. También el uso de un empaque impermeable al vapor de agua llevaría a una condensación interna, empañamiento y consecuentemente al crecimiento de mohos. Los materiales recomendables son preferentemente los de papel encerado con permeabilidad al vapor de agua y fáciles de sellar con calor, celofanes a prueba de humedad o HDPE (polietileno de alta densidad) de calibre 15, etc. Además del papel encerado, los filmes de plástico usados para empacarlos son LDPE (polietileno de baja densidad) y polipropileno (PP). Los pasteles y otros artículos tienen requerimientos similares a los del pan y adicionalmente, el empaque debería de ser rígido para protegerlos contra los daños físicos. Los contenedores termoformados de poliestireno (PS) y acetato de celulosa son generalmente usados (Goyal, 2006).

Ejemplo de bolsa con barrera de oxígeno:

- *CRYOVAC COX008B 50um propiedades:*
- Grosor total: 50 micrones.
- Rendimiento: 48.67 g/m²
- Velocidad de transmisión de oxígeno: <5 cc/m²/día a 23°C y 0%HR.
- Velocidad de transmisión de vapor de agua: <1.0 gms/100 ó pulg/día a 37°C y 100%HR.
- Fuerza de sellado: >18 N/25mm
- Largo: +/-3 MM
- Ancho: +/-3 MM
- Condiciones de almacenamiento: 25°C. 50-60%HR máximo por un año.
Mantener en un lugar fresco y seco, tratar de no abrir el empaque antes de utilizarlo (cryovac, 2011).

7. Análisis proximal. El análisis proximal se define como la determinación del porcentaje de los principales componentes de un alimento, esto es humedad, proteína cruda, grasa cruda, cenizas, fibra cruda y carbohidratos totales (Morales, 2004).

8. Preparación de la muestra. Para poder determinar la composición proximal de un alimento, este se debe reducir a un tamaño de partícula apropiado para ser trabajado en el laboratorio. La trituración mecánica, mezclado, agitación o cualquier mecanismo físico que pueda hacer la muestra lo más homogénea posible puede ser utilizado para este fin (Morales, 2004).

La trituración, que reduce el tamaño de la partícula, ayuda a reducir la variabilidad en el peso y tamaño de las partículas. Ninguna parte de la muestra debe ser descartada, ya que con esta podemos estar descartando componentes de concentración importante y de esta forma caer en un análisis erróneo (Morales, 2004).

- **Humedad:** La humedad es el contenido de agua que contiene un material. El agua es uno de los constituyentes mayoritarios en los alimentos y está unido a otros constituyentes por fuerzas químicas o físicas de diversa naturaleza y diversa magnitud. La humedad es un factor importante en la calidad, preservación y resistencia al deterioro de los alimentos. La determinación de la humedad es necesaria para expresar los resultados de determinaciones analíticas sobre bases uniformes. El agua existe principalmente en tres formas:
 - Solvente o medio de dispersión.
 - Adsorbida por la superficie interna o externa o por finos capilares por medio de la condensación capilar.
 - Agua de hidratación (Morales, 2004).

El agua es solvente para compuestos solubles como azúcares, aminoácidos y ácidos carboxílicos. Los compuestos que no se disuelven se dispersan en el agua, entre los que se encuentran las proteínas, gomas y polisacáridos (Morales, 2004).

Los dos métodos más comunes para la determinación de humedad de un alimento son el secado directo y la codestilación. En el secado directo la presencia de otras sustancias volátiles o de reacciones químicas relacionadas a la formación de agua o a alguna otra sustancia volátil pueden dar falsos resultados. Los métodos estándar para la determinación de humedad por secado al horno estipulan que se deben secar las muestras a una cierta temperatura ya sea por un tiempo específico o hasta alcanzar un peso constante (Morales, 2004).

El agua libre es la más fácil de remover pero es necesario considerar ciertos puntos críticos tales como: la temperatura de secado, tamaño de partícula, vacío, la formación de costra en la superficie, el área de superficie de la muestra, etc. Afectan el grado de humedad que será posible remover de los alimentos (Morales, 2004).

- **Ceniza:** La ceniza de un alimento representa su residuo inorgánico, después de que la porción orgánica y otras sustancias volátiles han sido oxidadas y evaporadas. La ceniza frecuentemente puede servir como medida de la adulteración de los alimentos. Cuando compuestos orgánicos o inorgánicos son descompuestos o sometidos a altas temperaturas (500-600°C) el residuo remanente es la ceniza.

Este residuo consiste en óxido y sales que contienen aniones como fosfatos, cloruros, sulfatos y además tiene cationes como sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro y manganeso (Morales, 2004).

- **Grasa cruda:** La grasa es un término que se utiliza para referirse a la mezcla cruda de materiales liposolubles presentes en la muestra. El contenido lipídico puede incluir triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos, fosfolípidos, esteroides, ácidos grasos libres, vitaminas liposolubles, pigmentos carotenoides, clorofila, etc. (Morales, 2004).

Los métodos comúnmente usados para determinar grasa son: extracción en húmedo y extracción en seco. Existen varios métodos gravimétricos para la

determinación de grasa y lípidos. Los factores que influyen sobre el método específico de extracción de grasa incluyen la polaridad de los solventes de extracción, el pretratamiento de las muestras, y la reextracción o procedimiento de lavado. Los solventes típicos incluyen éter dietílico anhidro, éter de petróleo y cloroformo-metanol (Morales, 2004).

El tamaño de partícula, la humedad de la muestra y la formulación pueden afectar el proceso de extracción. Por ejemplo, el contenido de humedad de un producto y el tiempo de extracción pueden ser influenciados por la cantidad de lípidos removidos del producto o muestra. Aparentemente a menor tamaño de muestra es más íntimo el contacto del solvente con el lípido de la misma, incrementando la eficiencia de la extracción. Los métodos de extracción con éter dietílico remueven las grasas por medio de un reflujo continuo de éter a través de la muestra por 12-78 horas. Después de la extracción, el solvente se evapora bajo vapor de nitrógeno y la grasa residual se determina por procedimientos gravimétricos (Morales, 2004).

- **Proteína cruda:** Generalmente, las muestras que no son complicadas de analizar, es decir, que no contienen concentraciones elevadas de compuestos nitrogenados no proteicos deben analizarse por una simple determinación del porcentaje de nitrógeno y haciendo la suposición que este nitrógeno fue el resultado de la digestión de las proteínas. Este procedimiento da el contenido de proteína cruda en los alimentos y se conoce como el método de Kjeldahl. El principio del método se basa en que la muestra es digerida en ácido sulfúrico en presencia de un catalítico. El nitrógeno de las proteínas y de otros constituyentes es convertido a sulfato de amonio. El amonio se titula en un ácido estándar después de que el destilado se ha vuelto alcalino por medio de una destilación. El porcentaje de nitrógeno es calculado y el resultado es convertido a proteína cruda por la multiplicación con un factor, usualmente 6.25 (Morales, 2004).

Ya que los miliequivalentes de nitrógeno en la muestra de proteína equivalen a los miliequivalentes de NH_3 , el porcentaje de nitrógeno se puede obtener utilizando la siguiente fórmula

$$\% \text{ nitrógeno} = \frac{(\text{ml ácido} \times N \text{ del ácido}) \times 1.4}{g \text{ muestra}}$$

El peso de nitrógeno de la muestra puede ser convertido a proteína utilizando el factor apropiado basándose en el porcentaje de nitrógeno en la proteína. Para convertir los gramos de nitrógeno a gramos de proteína, existe un factor común de 6.25 (100/16) (Morales, 2004).

- **Fibra cruda:** La fibra cruda es una medida de la cantidad de componentes de origen vegetal que se encuentran en un alimento. Estos componentes son resistentes a las enzimas digestivas del hombre y químicamente se encuentran representados por la suma de los polisacáridos que no son almidones ni lignina (Morales, 2004).

Los métodos para la determinación de la fibra se dividen en métodos gravimétricos y métodos enzimáticos-químicos. Los métodos gravimétricos se basan en pesar el residuo que queda después de una solubilización enzimática o química de los componentes que no son fibra (Morales, 2004).

- **Carbohidratos totales:** Los carbohidratos se presentan en las frutas y vegetales como una reserva de almacenamiento además de presentarse en las semillas, raíces y tubérculos. Los carbohidratos son los más abundantes en los alimentos y la fuente de energía más económica (Morales, 2004). Estos se dividen en dos grandes grupos: azúcares simples y compuestos. Esta división se basa en el número de azúcares que son obtenidos cuando son hidrolizados (Morales, 2004).

Los métodos para la determinación de los carbohidratos se dividen en métodos cualitativos y métodos cuantitativos: Los métodos cualitativos se realizan cuando se hace necesario identificar que carbohidrato en particular está presente en los alimentos antes de realizar un análisis cuantitativo. Por su parte, los métodos cuantitativos

conlleven: ensayos de reducción, refractometría, polarimetría y densitometría (Morales, 2004).

E. JUSTIFICACIÓN

La posibilidad de un desastre de cualquier índole en Guatemala es potencialmente grande, ante todo por el alto grado de vulnerabilidad social, institucional y ecológica que presenta el país. Así mismo, Guatemala cuenta con altos índices de pobreza y hay muchas comunidades bajo estas condiciones que son vulnerables ante estos desastres que trae el continuo cambio climático. Por lo general, estas comunidades se ven afectadas principalmente en el acceso a los servicios básicos como lo son alimentos y el agua potable. En consecuencia, es necesario crear mecanismos de rápida respuesta ante estos desastres para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional de nuestro país.

Este megaproyecto se plantea contribuir a la seguridad alimentaria en caso de una emergencia provocada por desastres naturales. En esta misma línea, la elaboración de alimentos de preparación mínima con vida útil prolongada, puede contribuir a la prevención de la malnutrición y al fortalecimiento de la respuesta rápida de alimentos a las comunidades afectadas. Se trabajaron tres alimentos a integrar en el kit de emergencias en caso de desastres naturales de la Cruz Roja Guatemalteca, los cuales son ampliamente consumidos por las comunidades de Quiché y Sololá principalmente. Los alimentos son: tortilla de maíz, mezcla de arroz y frijol y, finalmente, pan dulce.

El pan de harina de trigo forma parte de la dieta diaria del guatemalteco y si bien no representa el cereal que se consume en mayor cantidad, su consumo es frecuente y tiende a incorporarse cada vez más en la dieta habitual. Con esto en mente se buscó crear un pan dulce, aceptado por las comunidades, que tuviera una vida de anaquel más prolongada con un empaque resistente a la contaminación microbiana y física, al transporte. Sin ninguna duda, el involucramiento con las comunidades, el conocimiento del tipo de alimentos que más consumían y la ayuda de la Cruz Roja Guatemalteca

fueron pilares importantes para el desarrollo de este alimento, su estudio brindando y su integración al kit de alimentos de emergencia en caso de desastres naturales.

F. METODOLOGÍA

1. Fijación de objetivos deseados para el nuevo producto. Este nuevo producto es un pan dulce con vida útil prolongada que busca colaborar con la seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala, aportando las calorías necesarias, principalmente en los casos de desastres naturales. Este alimento se incorporará en el kit de emergencias en caso de desastres naturales, en la categoría raciones de sobrevivencia. Va dirigido a todas las comunidades que han sido afectadas por algún desastre natural y que reciben ayuda de la Cruz Roja Guatemalteca en caso de emergencias. Los beneficios de este producto son que es un alimento con el que las comunidades están familiarizadas, que posee un empaque resistente que lo protege de la contaminación microbiana y facilita su transporte, y que es un alimento con aditivos especiales que le permiten prolongar su vida útil. El objetivo principal de este producto es fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional de las comunidades afectadas tras un desastre natural, mediante el aporte de energía necesario para cubrir la categoría de raciones de sobrevivencia con una matriz alimentaria diversa y con la adición de aditivos especiales y un empaque resistente que le permiten al producto extender su vida útil, ser inocuo y fácil de consumir.

La realización de este producto es importante ya que es un alimento distinto a los que ya existen en el kit de emergencias. Suple la necesidad de un alimento de sobrevivencia con una vida útil prolongada.

2. Generación de ideas

- *Necesidades:*
 - Seguridad alimentaria y nutricional
 - Alimentos de larga duración
 - Empaque fácil de transportar
 - Alimentos inocuos

- Alimentos con los que las comunidades estén familiarizadas
- *Posibilidades.* Al inicio se plantearon los alimentos más consumidos por las comunidades o alimentos que pudieran aportar suficiente energía para ser considerados como alimentos de sobrevivencia. Se pensó en: galletas, barras energéticas, tortillas, pan, frijol, arroz, atoles de maíz, etc. Al final se eliminaron las posibilidades de las galletas y barras energéticas debido a que este tipo de alimentos ya se incluyen en el kit de emergencias. Luego se eliminó la idea de los atoles debido a la dificultad de transportarlos y el elevado costo de su empaque. Por último se concluyó que se podía trabajar con una tortilla, un pan dulce y una mezcla de arroz y frijol, trabajando en la prolongación de la vida útil de estos productos.

En la fase individual se seleccionó el pan dulce debido a que no se ha trabajado mucho con este y no se ha contemplado antes en el kit de emergencias.

Se hizo una evaluación de los tipos de pan que más se consumían en las comunidades y se concluyó que se consume más pan dulce que pan salado. El tipo de pan que se encontró fue un pan tipo sheca, sólo que un poco más insípido y de apariencia más sólida y clara. De esta forma decidió realizarse una formulación base de un pan tipo "semita blanca" para realizar una evaluación sensorial con las comunidades en Quiché. La semita blanca es un pan dulce de harina de trigo con manteca, levadura y polvo de hornear.

Al final se obtuvieron buenas opiniones del pan como "buena textura" y "sabor agradable" con la sugerencia de eliminar el anís de la formulación. De esta manera se trabajó con esta formulación base sin anís, ya aprobada por las comunidades, para mejorar su vida útil mediante la incorporación de distintos preservantes, aditivos y el uso de tecnología de barrera.

Tamizado de ideas o conceptos de producto

- **Tecnología:**
 - **Maquinaria:**
 - Horno industrial
 - Fermentadora industrial
 - Mezcladora KitchenAid
 - **Materiales:**
 - Fibras (Se utilizará fibra de trigo)
 - Lecitina de soya
 - Goma Xanthan y Guar
 - Preservantes (Propionato de calcio, sorbato de potasio)
 - Empaque: bolsa con barrera de oxígeno, ziploc y bolsa de vacío.

3. Desarrollo de conceptos o productos

a. FASE 1

- **Formulaciones:**
 - Pan tipo "Semita blanca".
 - Pan tipo "Semita blanca" con gomas y fibra.
 - Pan tipo "Semita blanca" con lecitina de soya y fibra.
- **Empaque:**
 - Bolsa ziploc.
 - Bolsa de vacío.
 - Bolsa con barrera de oxígeno.
- **Formulaciones con empaque:**
 - 3 panes tipo "Semita blanca" (duplicado) = 6 panes
 - 3 panes tipo "Semita blanca" con goma y fibra (duplicado) = 6 panes tipo "Semita blanca" con gomas y fibra.
 - 3 panes tipo "Semita blanca" con fibra y lecitina de soya (duplicado) = 6 panes con fibra y lecitina de soya.
 - Total: 18 panes

- **Mediciones:**

- Diferencia de peso (cada 2 días) por dos semanas para evaluar la retención de agua y el empaque.
- Análisis sensorial (color, olor, textura, sabor)
- Hacer 6 panes más (1 sin nada, 1 con gomas y fibra, 1 con lecitina y fibra) para medir la penetración en el día 0 y 15.

b. **FASE 2.** Ya que se tiene escogido el mejor empaque y formulación de acuerdo a la pérdida de peso y penetración, se hacen otras 3 distintas formulaciones para determinar que preservante o combinación de preservantes son los que más tiempo de vida útil proporcionan:

- 1 pan dulce con propionato de calcio.
- 1 pan dulce con propionato de calcio y sorbato de potasio.
- 1 pan dulce sin preservante.

- **Medición de mohos y levaduras:** Semana (1, 2, 3 y 4). En total son 12 panes.
 - Seleccionar la mejor formulación con preservante según el resultado de mohos y levaduras y la prueba sensorial. Medir a la formulación final:
 - Vida de anaquel acelerada: Ecuación de Arrhenius.
 - Textura: Texturómetro.
 - Humedad: Balanza de humedad.
- **Prueba sensorial:** Escala hedónica, preferencia y grupo focal. Elaborar panes según el número de panelistas.
- **Medición de calorías:** Bomba calorimétrica.

4. **Formulaciones:**

a. **FASE 1:**

Cuadro 60
Formulaciones para evaluar retención de agua, base harina.

Ingrediente	Formulación (%)		
	Control	Gomas	Lecitina de soya
Harina Suave	100.00	100.00	100.00
Azúcar	31.25	31.25	31.25
Sal	0.78	0.78	0.78
Agua	45.31	45.31	45.31
Levadura	4.69	4.69	4.69
Manteca vegetal	15.62	15.62	15.62
Polvo de hornear	2.34	2.34	2.34
Goma Xanthan	-	0.66	-
Goma Guar	-	0.33	-
Fibra de Avena	-	1.00	1.00
Lecitina de soya	-	-	0.40

Cuadro 61
Masa de esponja para todas las formulaciones fase 1 y 2

Masa de esponja	Porcentaje
Agua	35.71
Harina	25.00
Levadura	33.33

b. FASE 2:

Cuadro 62
Formulaciones con preservante, base harina.

Ingrediente	Formulación (%)		
	Control	Propionato de calcio	Propionato de calcio y sorbato de potasio
Harina Suave	100.00	100.00	100.00
Azúcar	31.25	31.25	31.25
Sal	0.78	0.78	0.78
Agua	45.31	45.31	45.31

Continuación
Cuadro 62

Ingrediente	Formulación (%)		
	Control	Propionato de calcio	Propionato de calcio y sorbato de potasio
Levadura	4.69	4.69	4.69
Manteca vegetal	15.62	15.62	15.62
Polvo de hornear	2.34	2.34	2.34
Goma Xanthan		0.66	0.66
Goma Guar		0.33	0.33
Fibra de Avena		1.00	1.00
Propionato de calcio		0.32	0.32
Sorbato de potasio		-	0.10

5. Evaluación de conceptos o productos

Puntos de control en el proceso:

Los puntos de control son:

- El mezclado y el amasado para obtener una masa sin grumos. Control de tiempo, temperatura y cantidad de ingredientes.
- Temperatura y tiempo en la fermentadora: si la masa fermentada se sube demasiado, el pan se colapsa al meterlo al horno; si sube muy poco, el pan es pequeño, denso, duro y la miga no tiene textura en forma de panal.
- La temperatura y el tiempo de horneado que controlan el sabor, color y la corteza, así como la textura de la miga y de la corteza. Por ende, es esencial controlar la temperatura del horno y el tiempo de horneado (FAO, 2006).

6. Prueba sensorial de escala Hedónica. La prueba hedónica puede ser usada para hacer comparaciones de preferencia. Las pruebas de preferencia por lo general buscan que se seleccione una muestra en relación a otra. La escala hedónica es la escala más utilizada para estudios de preferencia con adultos y es la que presenta 9 puntos que van desde la opción me desagrada muchísimo hasta la opción me agrada muchísimo. Para el público infantil o de poca escolaridad suele utilizarse una escala de caritas. Al final se realiza un análisis estadístico de varianza para interpretar los resultados (Denise, 2009).

7. Prueba de preferencia pareada: En esta prueba se le presentan al panelista dos muestras codificadas y se le pide que cual de las dos muestras prefiere y para que se más representativa se le puede pedir que exponga sus razones sobre la decisión tomada (Alarcón, 2005). Este tipo de prueba se aplica a panelistas sin entrenamiento e incluso poco nivel educativo. Permite hacer series de diferencias pareadas. Al ser una prueba de preferencia pareada sólo existen dos códigos, con dos posibles secuencias de servido elegidas al azar: AB, BA. Las dos muestras deben mostrarse simultáneamente (Domínguez, 2007).

Ventajas:

- Fácil de organizar
- No produce fatiga en el panelista
- Fácil de realizar
- El análisis estadístico es rápido
- No requiere repetición (Alarcón, 2005).

Desventajas:

- Se obtiene poca información
- Alta probabilidad de error
- Magnitud de preferencia
- La razón de la preferencia no se conoce (Alarcón, 2005).

8. Análisis de datos. Los datos pueden ser analizados por uno de los siguientes métodos estadísticos: distribución binomial, chi cuadrada y distribución normal (Domínguez, 2007).

a. Distribución binomial. Una forma rápida de conocer si los panelistas prefieren el Producto A en lugar del Producto B es verificando la Tabla "Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad" si el número de aciertos es mayor al número de aciertos mínimos de acuerdo al número de panelistas (Domínguez, 2007).

Por ejemplo: estamos aplicando una prueba de preferencia pareada a un grupo de 80 panelistas con la finalidad de evaluar entre dos tipos de empanadas ("A" y "B"), cuál es la preferida. Tenemos definido previamente usar una prueba de dos colas, a un nivel de significancia del 5% ($p=0.05$). Después de aplicar la prueba encontramos que 65 de ellos prefieren la empanada "A" y 15 la empanada "B". Al observar la tabla de número de aciertos encontramos que se requiere al menos 50, 52 y 56 personas (a un nivel de significancia de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente) que se inclinen por uno de los productos para decir que existe una diferencia de preferencia. Por lo tanto decimos que el producto "A" fue significativamente más preferido que el producto "B" ($p<0.001$) (Domínguez, 2007).

b. Grupo focal: El grupo focal es un tipo especial de entrevista grupal que se estructura para recolectar opiniones detalladas y conocimientos acerca de un tema particular, vertidos por los participantes seleccionados (Nava, 2005).

Esta técnica permite organizar grupos de discusión alrededor de una temática, la cual es elegida por el investigador. Además, se obtienen respuestas a fondo sobre lo que piensan y sienten las personas de un grupo de forma libre y espontánea, guiados por un facilitador o moderador. En el trabajo con grupos focales, se requiere de procesos de interacción, discusión y elaboración de acuerdos dentro del grupo acerca de unas temáticas que son propuestas por el investigador (Nava, 2005).

Así, una de las características esenciales de los grupos focales es la participación dirigida y consciente, las conclusiones producto de la interacción y la elaboración de acuerdos entre los participantes (Nava, 2005).

El trabajo con los grupos focales permite sondear el sentimiento y la opinión de la gente, reunir información cualitativa sobre aspectos poco explorados que de otra manera no se podría obtener, descubrir tendencias de opinión y comportamiento, probar, en grupos de población, instrumentos como encuestas y entrevistas; así como identificar interrogantes y expectativas sobre servicios por parte de grupos sociales bien determinados. La información recopilada es cualitativa, por lo que de ninguna manera

se pretenden generalizaciones o extraer datos cuantitativamente representativos (Nava, 2005).

Para la realización de un grupo focal, se trabaja con tres figuras cruciales que constituyen el equipo de investigación: un facilitador, un relator y un auxiliar operativo. Cada persona tiene funciones bien acotadas que realizan antes, durante y después de la entrevista grupal y que son complementarias (Nava, 2005).

La sesión grupal se desarrolla bajo una guía de preguntas previamente elaborada y consensada entre el equipo de investigación. Es a partir de la elaboración del guión de temáticas y preguntas, que se inicia el grupo focal, pudiendo así la exploración sistemática del tema de interés. El tamaño ideal para que una sesión de grupo focal funcione es de entre 6 y 10 integrantes. Esto con la finalidad de que se tenga un control de los miembros que conforman el grupo y, al mismo tiempo, no sea tan pequeño, pues no se permitiría la interacción, la participación y el intercambio de experiencias entre los miembros, ya que se pretende lograr la mayor participación posible de todos, sin presiones de ningún tipo y favorecer la atención durante la reunión (Nava, 2005).

c. Análisis proximal:

Cuadro 63
Métodos utilizados para el análisis proximal.

Determinación	Método
Humedad	Secado en horno de aire (AOAC 925.10)
Proteínas	Kjehldahl modificado (adaptación de AOAC 979.09)
Lípidos	Extracto etéreo (AOAC 4.5.01)
Cenizas	Método directo con mufla (AOAC 32.1.05)
Fibra cruda	Método gravimétrico (AOAC962.09)

Estos análisis se realizaron en el laboratorio del CECTA de la UVG.

- o **Humedad:** Metodología AOAC No. 925.10. Es un método gravimétrico que se basa en la desecación de la muestra durante 8 horas en cápsulas de aluminio,

utilizando un horno con circulación de aire y trampa de ácido sulfúrico. La muestra debe de tener un peso conocido entre 1 y 2 gramos para que la humedad pueda ser extraída de una manera eficiente (Morales, 2004).

Humedad (%) = $\{(g \text{ de porción de ensayo antes del secado} - g \text{ de porción de ensayo después del secado}) / g \text{ de porción de ensayo antes del secado}\} \times 100$.

- **Ceniza:** Metodología AOAC 32.1.05. Método gravimétrico, que utiliza entre 1 y 2 gramos de muestra; esta última es sometida a un proceso térmico a 600°C durante 2-4 horas. El método se basa en la descomposición de la materia orgánica por medio del proceso térmico y la determinación del contenido de materia inorgánica o ceniza (Morales, 2004).

Cenizas (%) = $((\text{Peso final crisol} + \text{harina} - \text{Peso inicial crisol}) / (\text{Peso muestra})) \times 100$.

- **Proteína cruda:** Metodología adaptación de AOAC 979.09. Método que determina la cantidad de nitrógeno presente en 0.25 gramos de muestra. El método consiste en someter la muestra a un proceso catalítico, del cual se genera sulfato de amonio. Este último es titulado por medio de un ácido estándar, dando como resultado la cantidad de nitrógeno presente en la muestra. Luego dependiendo del alimento en análisis se utiliza un factor de conversión para determinar la cantidad de proteína presente en el alimento (Morales, 2004).
- **Grasa cruda:** Metodología extracto etéreo AOAC 4.5.01. Método gravimétrico que se basa en la extracción del contenido graso de una muestra (1-10g), utilizando éter dietílico. La muestra es sometida a un proceso de reflujo, por espacio de 12 horas, en las cuales el alimento está en contacto con el solvente. Luego por un proceso de evaporación el solvente es retirado, dejando libre el contenido graso del alimento (Morales, 2004).

Grasa (%) = $((\text{Peso de recipiente con grasa} - \text{Peso de recipiente}) / (\text{Peso muestra})) \times 100$.

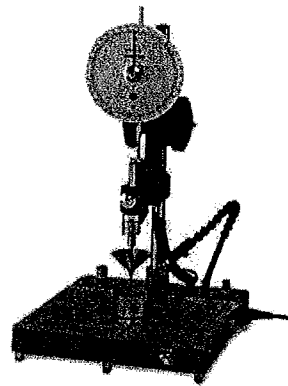
- **Fibra cruda:** Método gravimétrico que se basa en la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones

específicas. Se pesa 1g de muestra y se hace digestión con 200mL de ácido sulfúrico (1.25%). Se hierva la mezcla durante 30min y se lava hasta neutralizarla con agua destilada. Luego se lleva a digerir con NaOH (1.25%) por 30min y se vuelve a lavar hasta neutralizar. Se coloca en crisoles previamente tarados y se mete en el horno (70°C) toda una noche. Se pesa la muestra restante y posteriormente se lleva a la mufla a 550°C por 2 horas para finalmente dejarla enfriar y tomar el peso final (ICPCH, 2003).

- Fibra cruda (%) = $((\text{Peso de crisol después del horno} - \text{Peso de crisol inicial}) / (\text{Peso de muestra})) * 100$.
- Fibra (%) = $((\text{Peso de crisol después de mufla} - \text{Peso de crisol después de horno}) / (\text{Peso de muestra})) * 100$.
- Fibra Total (%) = Fibra (%) – Fibra cruda (%).
- **Carbohidratos:** Estos se calculan a partir de los resultados de análisis de los demás componentes (Morales, 2004).
Carbohidratos (%) = $100 - (\% \text{Proteína} + \% \text{Cenizas} + \% \text{Humedad} + \% \text{Grasa})$.
- **Textura:** La textura es un atributo importante que afecta al proceso y manipulación y determina la vida útil y la aceptación de un producto por parte de los consumidores. Hay básicamente dos sistemas de caracterización que son el análisis sensorial y el análisis instrumental. La finalidad del texturómetro es definir uno o más ensayos que permitan la substitución de la evaluación sensorial humana como herramienta para evaluar texturas (CENTA, 2010).
- **Firmeza:** Con el texturómetro se tomó un pan dulce con propionato de calcio y sorbato de potasio y otro sin ningún preservante introduciendo el equipo a una velocidad de 10mm/s y una distancia de 20mm con sonda cilíndrica de 6mm, se tomaron los datos de fuerza de penetración (g), con sus respectivas gráficas. Se realizó una prueba cada dos días por diez días (Lainez, 2006).
- **Penetración:** La textura del producto terminado se medirá indirectamente con un penetrómetro. Este es un equipo diseñado para el análisis de penetración de materiales sólidos y semisólidos, se emplea para determinar la consistencia de cosméticos y productos alimenticios. La prueba consiste en liberar manualmente un émbolo con un peso predeterminado sobre la superficie del producto por un

tiempo pre establecido. Su dial de lectura de 120 mm de diámetro tiene divisiones cada 0.1 mm. (Sánchez, 2012).

Figura 40
Penetrómetro



(Sánchez, 2012)

d. Análisis microbiológico: En la calidad microbiológica del pan se evaluará únicamente la presencia de mohos y levaduras. El recuento se realiza al producto cada semana durante un mes, luego cada cuatro días durante dos semanas para determinar el tiempo de vida útil. Para el recuento se emplea láminas Petrifilm de mohos y levaduras, las que contienen un medio de cultivo listo para usar. El uso de estas placas facilita un análisis rápido, solo se requiere preparar la muestra en dilución 1:10, pesando 10 gramos de la superficie del pan y diluyéndolo en 90 ml. de agua peptona estéril, se inoculó 1 ml de la dilución de la muestra en la placa, se incubó las placas a temperatura ambiente (22 – 25°C.) por 5 días, para posteriormente realizar la lectura en la placa (Sánchez, 2012).

Cuadro 64.
Metodología de análisis microbiológico

Determinación	Método	Límite
Recuento de mohos y levaduras	AOAC 997.02 – Película rehidratable seca (Método Petrifilm™)	50 UFC/g

(NOM-147-SSA1-1996, 1996)

e. Pérdida de peso: La pérdida de peso se determinó pesando el pan después de la cocción y luego de dos semanas de estar almacenado a temperatura ambiente, lo cual tiene una correspondencia con la retención de agua del producto (Milde, 2009).

f. Vida de anaquel acelerada: Los métodos acelerados de estimación de la vida de anaquel de alimentos se basan en la aplicación de los principios de la cinética química sobre el efecto que las condiciones ambientales como temperatura, presión, humedad, gases de la atmósfera y luz, tienen sobre la velocidad de la reacción (Ocampo, 2003).

Los métodos acelerados para la determinación de la durabilidad son útiles para reducir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se está determinando la vida de anaquel de productos no perecederos. Se basa en someter el producto a condiciones de almacenamiento que aceleren las reacciones de deterioro, las cuales se denominan condiciones de abuso, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno o contenidos de humedad altos (Ocampo, 2003).

La variable que más afecta la velocidad de las reacciones de deterioro es la temperatura; los métodos que aceleran el deterioro por efecto de ésta se basan en el cumplimiento de la ley de Arrhenius; la ecuación para calcular el efecto de la temperatura sobre la vida media es:

$$T_s = t_o * e^{-\frac{E_a}{R} \cdot \left[\frac{1}{T_D} - \frac{1}{T_s} \right]}$$

Donde: t_s es el tiempo de vida de anaquel a la temperatura T_s , T_o es el tiempo a la temperatura T_o , R es la constante de los gases ideales, y E_A es la energía de activación para la reacción de deterioro (Ocampo, 2003).

G. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo de este proyecto fue el de prolongar la vida útil de un pan dulce a integrar en el kit de emergencias en caso de desastres de la Cruz Roja Guatemalteca. En Guatemala los tipos de pan más consumidos son el pan dulce y el pan francés, pero en este caso se optó por elaborar un pan dulce luego de visitar algunas comunidades en Sololá y Quiché en donde se pudo concluir que las personas consumían principalmente granos básicos como arroz y frijol, tortillas y pan, además de otros alimentos complementarios no tan relevantes. Con esta información se trabajó en el desarrollo de tres distintos productos tratando de extender su vida útil para un desastre natural. El primer producto fue una mezcla de arroz y frijol, el segundo producto fue una tortilla de maíz y el tercer producto, estudiado en este informe, fue un pan dulce.

Como el pan más consumido por las comunidades de los departamentos de Sololá y Quiché es el pan dulce tipo sheca, se elaboró y presentó a las comunidades una formulación base para determinar su aceptabilidad.

Cuadro 65
Percepción inicial del pan dulce

Atributo	Comentario	Aceptación
Textura	Suave, apropiada	Sí
Color	Amarillo-café adecuado para el tipo de pan	Sí
Olor	Agradable, a trigo dulce	Sí
Sabor	Dulce, mucho anís	Sí

Como puede observarse en el cuadro anterior, todas las personas de la comunidad aceptaron la formulación base de pan dulce. Opinaron que la textura era adecuada, suave y apropiada para un pan de este tipo. Además dijeron que el color y olor eran agradables con un olor a pan recién horneado y un color uniforme en la corteza. En cuanto al sabor, las personas opinaron que era dulce agradable pero mencionaron que no les agradaba el sabor a anís, por esto se decidió quitarlo de la formulación y hacer un pan más parecido al tipo "semita blanca".

Con los resultados del análisis sensorial se procedió a seleccionar esta formulación base sin anís para trabajar sobre ella en la búsqueda de prolongar la vida útil. Como primer paso, se investigó sobre los factores que más deterioran el pan con el tiempo. Se encontró en la literatura que el pan es afectado principalmente en su textura y en su inocuidad. Un fenómeno muy conocido en el pan es la retrogradación del almidón que hace que se pierda agua y el pan se ponga duro luego de un tiempo definido. Por otro lado, la actividad de agua que pueda tener el pan, el contacto con el ambiente y la cantidad de levadura que no haya sido consumida pueden incidir en el deterioro microbiológico del mismo presentándose los mohos y levaduras. Tomando en cuenta lo anterior se decidió buscar ingredientes que favorecieran la retención de agua en el pan y retardaran la aparición de mohos y levaduras. Además, tomando en cuenta la importancia que tiene el oxígeno en el deterioro del pan, al promover que el pan se humedezca y las reacciones enzimáticas y biológicas se incrementen, se procedió a buscar distintas opciones de empaque que preservaran de mejor manera el mismo.

El proyecto fue dividido en dos fases principales: en la primera fase se buscó atacar el problema de la retención de agua en el pan y; en la segunda fase se buscó atacar el problema de los mohos y levaduras.

En la primera fase se propuso la lecitina de soya, las gomas guar y xanthan, y la fibra como ingredientes que ayudan a la retención de agua. La lecitina de soya ha sido muy utilizada en panificación para mejorar la extensibilidad y elasticidad de las masas. Además ayuda a mejorar el volumen, la estructura de la corteza, la suavidad del pan, la estabilidad de la fermentación de las masas con levadura y, a través de su interacción

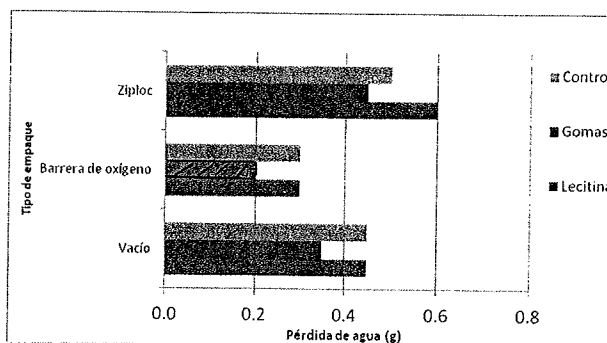
con los almidones en la harina, la retención de agua que retarda el envejecimiento. Por su parte las gomas se usan en panificación para aumentar la retención de agua durante el horneado y almacenamiento y así extender su vida de anaquel. La goma xanthan y guar inhiben la sinéresis y retrogradación. Con esto en mente, decidió elaborarse dos distintas formulaciones y un control: la primera con lecitina de soya y fibra y, la segunda con gomas y fibra. Así mismo se buscaron opciones de empaque tomándose en cuenta: bolsa de vacío, bolsa ziploc y bolsa con barrera de oxígeno. Las distintas formulaciones fueron empacadas en cada una de las bolsas de empaque propuestas para determinar la capacidad de retención de agua por pérdida de peso durante 15 días. Además se determinó la penetración del pan como medida de textura al inicio y final para observar y analizar las diferencias.

Cuadro 66
Pérdida de agua en dos distintas formulaciones y el control

Empaque	Pérdida de agua (g)		
	Lecitina	Gomas	Control
Vacío	0.4	0.3	0.5
Barrera de oxígeno	0.3	0.2	0.3
Ziploc	0.6	0.4	0.5

Gráfico 18

Selección de empaque y formulación para retención de agua luego de 15 días.



Como puede observarse en la tabla y gráfico anteriores, luego de 15 días pudo observarse que la combinación de empaque y formulación que menos agua perdió fue la de bolsa con barrera de oxígeno y formulación de gomas con fibra con solamente 0.2g perdidos. En general también pudo observarse que los valores de pérdida de agua también fueron menores para el empaque con barrera de oxígeno para las dos distintas formulaciones y el control, con un máximo de pérdida de 0.3 gramos. Por su parte, la formulación con gomas y fibra perdió menos peso que la formulación con lecitina y fibra para los tres distintos empaques, siendo su valor más alto de pérdida de agua de 0.5g.

Se midió la penetración de los panes al inicio, en el día 7, y al final en el día 15, los datos obtenidos evidenciaron que a pesar de que los valores de penetración en el pan fueron muy similares para todas las formulaciones, tanto al inicio como al final, la formulación que mantuvo más su suavidad (mayor retención de agua) fue la formulación con gomas y fibra con un valor de penetración al final de 11.7mm en el empaque con barrera de oxígeno, únicamente 0.5mm más abajo que el valor obtenido al inicio de 12.2mm. Esto demuestra que se mantiene bastante bien la textura del pan al no endurecerse tan rápido.

Por su parte, enfocándose sólo en el empaque con barrera de oxígeno, puede observarse que en el caso de la formulación con lecitina de soya la penetración disminuyó en 1mm y en la formulación control en 1.5mm, evidenciándose el endurecimiento más pronunciado del pan.

Cuadro 67
Penetración en muestras de pan luego de 15 días

Inicio/final	Tipo de bolsa	Penetración (mm)		
		Gomas	Lecitina	Control
Inicio (7 días)	Ziploc	12.1	11.7	11.0
	Con barrera de Oxígeno	12.2	12.0	11.3
	De vacío	13.2	11.5	11.7
Final (15 días)	Ziploc	10.9	10.2	9.2
	Con barrera de Oxígeno	11.7	11.0	9.8
	De vacío	11.1	10.9	9.5

Adicionalmente a las determinaciones de pérdida de peso y penetración, se hizo un análisis sensorial de las dos distintas formulaciones y el control para observar las diferencias y analizarlas.

Cuadro 68.
Evaluación sensorial de formulación control, gomas y lecitina de soya.

Parámetro	Lecitina	Gomas	Control
Textura	Suave	Suave, poco húmeda	Suave, un poco húmeda
Sabor	Muy dulce	Dulce agradable	No muy dulce
Color	Amarillo-café intenso	Amarillo-café	Amarillo intermedio
Olor	A harina integral, caramelo	A harina integral	A harina integral, un poco de humedad

Como puede observarse en el Cuadro 14, las variaciones de textura fueron muy pocas en los tres tipos de pan, sin embargo, pudo percatarse un color amarillo más intenso y un sabor y olor más dulces en la formulación con lecitina de soya, lo cual no es tan malo para la aceptación general del pan aunque sí contribuye a que se prefiera la formulación con gomas y fibra ya que las comunidades no están tan acostumbradas a

un sabor tan dulce en el pan y con un color tan intenso. Además en general, pudo percibirse que la formulación con gomas se sentía menos húmeda que la formulación con lecitina, lo cual también es un factor favorable a escoger debido a la importancia de este parámetro en la vida útil del pan.

Una vez concluida la primera fase del proyecto, se procedió a trabajar sobre la formulación y empaque escogidos: goma xanthan, guar y fibra en bolsa con barrera de oxígeno. Para retardar la contaminación microbiana del pan dulce se buscaron distintos preservantes, siendo los más utilizados en panificación el propionato de calcio y el sorbato de potasio que inhiben la propagación de microorganismos como bacterias y hongos en los productos horneados. Se procedió a realizar dos distintas formulaciones con estos y un control determinando el crecimiento de mohos y levaduras por un período de tiempo de 1 mes a temperatura ambiente.

Como se puede ver en Cuadro 15, la formulación que mejor resultados obtuvo luego de la determinación de mohos y levaduras fue la de propionato y sorbato ya que aunque se comportó de forma muy parecida a la formulación con sólo propionato, obtuvo valores más bajos de levaduras tanto en la segunda semana como en la tercera y cuarta. Ambas formulaciones con preservantes demostraron que sí inhiben el ataque de mohos y levaduras al compararlas con el control sin preservante, sin embargo, la formulación con sorbato inhibe de mejor forma el crecimiento de levaduras. Pudo concluirse que la utilización de estos preservantes permite extender la vida útil del pan hasta al menos dos semanas, en donde su rango de mohos y levaduras es menor a 50UFC/g, tal y como lo estipula el Reglamento Técnico Centroamericano. Luego de este tiempo el pan ya no es apto para el consumo. Este tiempo de vida es un resultado positivo en la determinación de la vida útil del pan ya que según los datos de INCAP, la asistencia alimentaria inmediata después del desastre es propiamente de sobrevivencia, por lo que no debe prolongarse por más de dos semanas.

Cuadro 69
Medición de mohos y levaduras de formulaciones con preservante

Semana		Dilución	Control		Propionato		Propionato y sorbato	
			UFC/g	Aceptable	UFC/g	Aceptable	UFC/g	Aceptable
1	Mohos	10,000	<10	Sí	<10	Sí	<10	Sí
	Levaduras		<10	Sí	<10	Sí	<10	Sí
2	Mohos	10,000	<10	Sí	<10	Sí	<10	Sí
	Levaduras		50,000	No	50	Sí	20	Sí
3	Mohos	10,000	<10	Sí	<10	Sí	<10	Sí
	Levaduras		90,000	No	50,000	No	<50000	No
4	Mohos	1,000	400,000	No	200,000	No	100,000	No
	Levaduras		300,000	No	90,000	No	200,000	No

Cuadro 70
Análisis proximal de formulaciones con preservante.

Componente	(%)		
	Propionato	Sorbato y Propionato	Control
Humedad	13.29	14.50	16.80
Cenizas	5.58	5.47	3.18
Proteína	8.66	8.15	8.79
Grasa	9.78	9.34	9.00
Fibra	0.46	0.85	0.46
Carbohidratos	62.68	62.55	62.23

Se realizó un análisis proximal de las dos formulaciones con preservante contra el pan control sin preservante ni gomas para evaluar como la adición de estos pudo afectar la composición nutricional del producto final. Como se puede observar en el Cuadro 16, ambas formulaciones con preservante obtuvieron datos de humedad, cenizas, proteína, grasa, carbohidratos y fibra muy similares a los del pan control, sin embargo, los contenidos de humedad y fibra variaron ligeramente en el pan control.

En el caso de la humedad, el pan control tiene un mayor porcentaje con 16.80%, mientras que el pan con sorbato y propionato tiene únicamente 14.50% y el pan con propionato 13.29%, esto puede deberse más que todo a las condiciones bajo las cuales fueron elaborados los panes durante el tiempo previo al análisis. Los datos de humedad variaron ligeramente de una formulación de preservante a otra, más lo hicieron de mayor manera en el pan control debido a que este no cuenta con la fibra de trigo que atrapa el agua libre en el alimento. El pan con sorbato y propionato obtuvo un valor más alto de fibra con 0.85%, un poco lejos de los otros dos porcentajes de 0.46% pertenecientes al pan dulce con propionato y al control, esto pudo deberse a que el secado de la muestra extraída de la formulación con sorbato no fue efectivo quedando bastante muestra húmeda en el crisol pesado al final.

En cuanto al contenido de carbohidratos también puede percibirse que la formulación con propionato y sorbato fue la que obtuvo un menor porcentaje con 62.55% aunque en general, puede concluirse que el uso de estos preservantes no afecta significativamente la composición nutricional del alimento, lo cual era un resultado esperado ya que el objetivo del proyecto es únicamente alargar la vida útil del pan, más no cambiar sus características sensoriales o nutricionales.

Se realizó un análisis sensorial a las dos formulaciones con preservante y al control para evaluar la aceptabilidad, preferencia y percepciones más específicas de los consumidores ante este pan dulce con vida útil prolongada. Se hizo una prueba de aceptabilidad, una de preferencia y un grupo focal con 24 panelistas. Al inicio se les pasó una hoja con algunas preguntas sobre lo que ellos esperaban de las características sensoriales de un pan dulce.

Se hizo un análisis de calorías a las dos formulaciones con preservantes para determinar si ambas cumplían con el mínimo de energía requerido para las raciones de emergencia brindadas a las comunidades en caso de desastres. Ambas muestras fueron analizadas según los resultados del análisis proximal obteniendo los siguientes datos:

Cuadro 71
Calorías en formulaciones con preservante

Muestra	Calorías (cal/g)
Pan con propionato	180.28
Pan con propionato y sorbato	177.27

Según los datos de INCAP, las raciones de alimentos de asistencia inmediata no deben ser menores de 1500 calorías por lo que al observar los resultados de cal/g de la tabla anterior para las dos formulaciones con preservante, puede observarse que ambas pueden llegar a cumplir con este requerimiento, si se consumen en conjunto con los demás alimentos del kit. Consultando también la tabla de composición de alimentos del INCAP puede corroborarse que este pan dulce si cumple con lo estipulado en la tabla para un pan dulce guatemalteco de un peso aproximado de 50g.

Cuadro 72
Atributos sensoriales esperados en un pan dulce

Pregunta	Respuesta
Homogeneidad del color	Corteza y miga
Aroma a fermentado	Aroma ácido
Frescura del pan	Textura
Sabor a mantequilla	Intermedio

En el Cuadro 18, la mayor parte de las personas esperan que la homogeneidad del color se presente tanto en la corteza como en la miga del pan y que la frescura del pan se percibe en la textura del mismo, por lo que debe prestarse mucha atención a la operación de horneado, en el proceso de elaboración del pan dulce, para adquirir uniformidad en el color y una textura agradable al consumidor. Por otro lado, todos los panelistas indicaron que el aroma fermentado se percibía como un aroma ácido y que el sabor a mantequilla debía ser intermedio, por lo que la fermentación de la masa de esponja no debe exceder el tiempo estipulado de 15 minutos para no afectar el aroma y sabor de la masa. Además, a pesar de que es un pan dulce, la formulación debe contar

con un porcentaje de manteca no muy elevado para no caer en un sabor demasiado mantequilloso o grasoso que pueda desagradar a las personas que lo consumen.

Cuadro 73
Prueba de aceptabilidad entre los dos tipos de pan con preservantes y el control

	Puntaje	Descripción	Significancia
Apariencia	4	Me gusta levemente	No
Sabor	3	Me gusta un poco	Sí, entre la muestra de propionato y control
Textura	4	Me gusta levemente	Sí, entre la muestra de propionato y control

En la prueba de aceptabilidad pudo concluirse que la mayor parte de panelistas tuvieron una aceptación por las tres muestras en cuanto a los atributos de apariencia, sabor y textura. Sin embargo, en el caso del sabor y la textura si hubo una diferencia significativa entre las muestras unos y tres concernientes al pan con propionato de calcio y al pan control sin preservante ni gomas. Haciendo uso de los resultados obtenidos en el grupo focal, puede concluirse que la diferencia significativa entre una muestra y la otra en cuanto al sabor, se debió a que la muestra control presentó un sabor menos dulce y más amargo que la muestra con propionato de calcio, por lo que los panelistas dieron puntajes variados. Por otro lado, la diferencia significativa entre los puntajes de la muestra con propionato de calcio y la muestra control fue debida a que, según los resultados del grupo focal, la primera muestra era más esponjosa y tenía menos miga que la segunda muestra. Es decir, la muestra control tenía una textura más arenosa y dura que la muestra con propionato de calcio, por lo que los panelistas no sentían las muestras totalmente iguales.

Cuadro 74
Prueba de preferencia pan dulce con preservantes

Muestra	Preferencia	Significancia (<0.05)
Propionato	15	No
Propionato y sorbato	9	

En la prueba de preferencia, 15 panelistas seleccionaron la muestra con propionato de calcio y únicamente 9 la muestra con propionato de calcio y sorbato de potasio, esto pudo deberse a que, según los resultados del grupo focal, la muestra con propionato de calcio presentó un sabor un poco más dulce y un color más uniforme que la muestra con propionato de calcio y sorbato de potasio, sin embargo, como puede observarse en el Cuadro anterior, esta diferencia no es significativa ya que al analizar los resultados con la prueba binomial de dos extremos, la significancia es de $0.307 > 0.05$ por lo que, a pesar de que los panelistas escogieron la muestra con propionato de calcio, puede decirse que ambas formulaciones presentan características sensoriales muy similares que son aceptadas por los consumidores. Haciendo referencia a este último enunciado, debe mencionarse que en el grupo focal se preguntó a todos los panelistas si comprarían alguno de estos panes, a lo cual todos contestaron que sí lo comprarían y consumirían sin excepción para las tres muestras: propionato de calcio, propionato de calcio y sorbato de potasio y control.

Las pruebas sensoriales tanto de aceptabilidad como de preferencia fueron realizadas con un panel entrenado de la Universidad del Valle de Guatemala ya que la comunidad ya había aceptado la formulación base (pan control) y se esperaba que las dos formulaciones con preservante no presentaran ninguna diferencia significativa tal y como lo evidenciaron los resultados. En adición a esto, se buscaba que el panel entrenado diera a conocer características específicas encontradas en cada una de las formulaciones con preservante y su preferencia por alguna para así escoger la más adecuada para el consumo de las comunidades enfrentando un desastre. Todos los resultados anteriores permiten concluir que se logró el objetivo del proyecto, ya que al añadir gomas, fibra y preservantes a la formulación original del pan dulce, éste no cambió sus atributos sensoriales pero sí alargó su vida útil al retardar el crecimiento microbiano y el endurecimiento del pan.

Como puede observarse en anteriormente, al determinar la vida útil del pan dulce, por el método de vida de anaquel acelerada, este dio como resultado un máximo de 22 días de acuerdo a al dato de humedad límite de 11% en donde el pan deja de ser aceptable por ponerse seco y arenoso. Esto va de la mano con el dato de textura que

presentó una vida útil de 18 días en donde el pan pierde su firmeza y se desmorona. Como puede verse en gráficos anteriores tanto la humedad como la textura fueron disminuyendo de forma uniforme con el paso de los días a las cuatro distintas temperaturas. Esto permite concluir que todas las características sensoriales del pan se van perdiendo de la misma forma con el tiempo aunque las condiciones de almacenamiento sean distintas.

Cuadro 75
Vida útil del pan dulce

	Humedad	Textura	Mohos y levaduras
t (días)	22.37	18.66	10.00

Gráfico 19

Variación de humedad en vida de anaquel acelerada

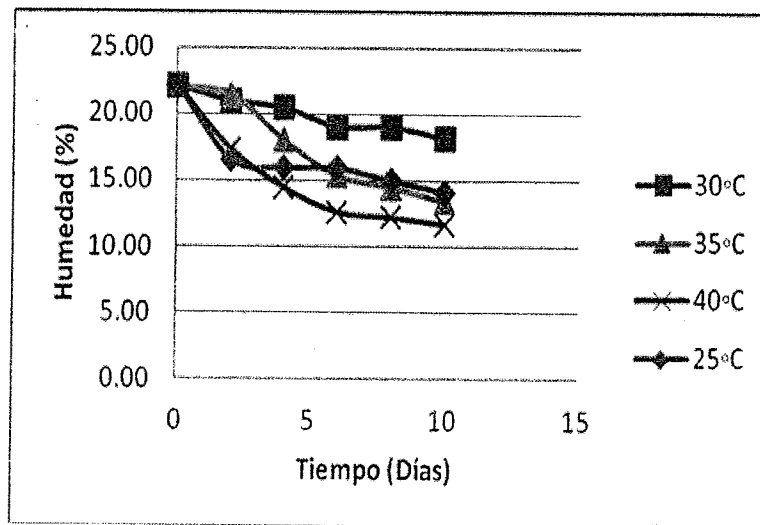
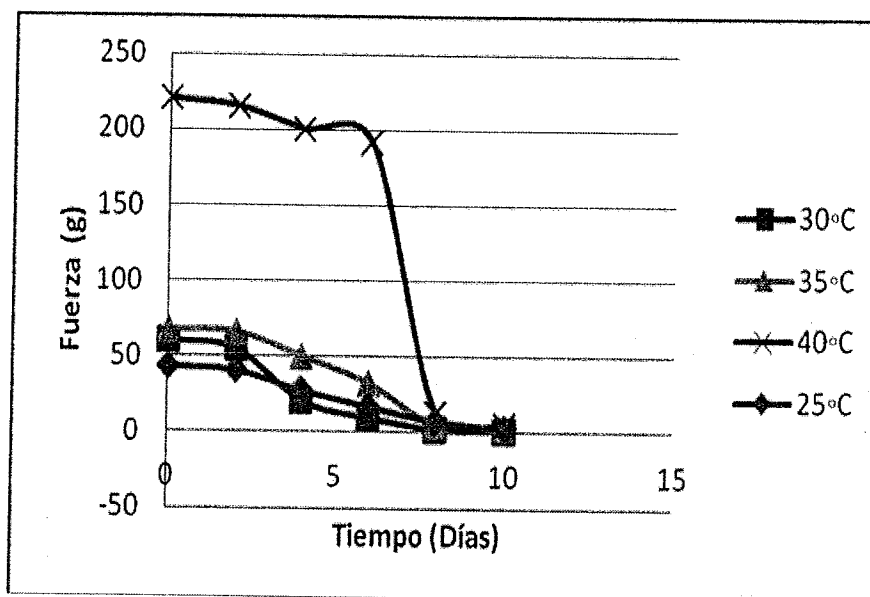


Gráfico 20
Variación de textura en vida de anaquel acelerada.



Cuadro 76
Medición de mohos y levaduras en vida de anaquel acelerada

Día		UFC/g			
		25°C	30°C	35°C	40°C
4	Propionato y sorbato	<10	<10	<10	<10
	Control	<10	<10	<10	<10
6	Propionato y sorbato	<10	<10	<10	<10
	Control	<10	<10	<10	<10
10	Propionato y sorbato	<10	<10	<10	<10
	Control	<10	<10	<10	<10

En el Cuadro 76 se puede observar que el análisis de vida de anaquel acelerada también se realizó en base a la aparición de mohos y levaduras en el pan dulce. En este caso no se pudo calcular un tiempo específico de vida útil debido a que los resultados

no variaron con el tiempo. Sin embargo, el resultado obtenido de ausencia de mohos y levaduras en este tiempo a las distintas temperaturas de almacenamiento permite concluir que el pan puede llegar a extender su vida útil con la adición de preservantes al reducir de gran manera los mohos y levaduras. Si se toman en cuenta los resultados de vida útil en base a los parámetros de humedad y textura, así como el resultado de mohos y levaduras de esta formulación a temperatura ambiente puede decirse finalmente que la vida útil del pan dulce es de 10 días en donde se conservan las características sensoriales así como en donde hay ausencia de cualquier tipo de contaminación microbiológica.

Luego de estos 10 días hasta aproximadamente 18 días, el pan sigue manteniendo su firmeza y esponjosidad aunque ya se tiene el problema de la aparición de levaduras, lo cual no es aceptable para que el consumidor lo ingiera.

Cuadro 77
Costo total unitario de pan dulce con vida útil prolongada

Costo total unitario	Q. 1.36
-----------------------------	---------

Al realizar un análisis de los costos de materia prima e insumos utilizados en la elaboración del pan dulce con vida útil prolongada, se concluye que el costo total unitario de cada pan es de Q. 1.36 lo cual es un precio muy similar al precio que las personas pagan en la comunidad por el pan dulce Q.1.00. Esto es muy beneficioso no sólo para la comunidad que consumiría un pan de mejor calidad, sino que también para la Cruz Roja Guatemalteca, quien sería encargada de producirlo y distribuirlo en las comunidades afectadas por un desastre natural. El producto también presentaría una pequeña etiqueta como la que se muestra en la Ilustración 3, en donde se enlistarían todos los ingredientes, su peso y se especificarían las instrucciones de uso.

Figura 41
Etiqueta pan dulce con vida útil prolongada.



Cuadro 78
Características del pan dulce con vida útil prolongada

Peso (g)	Diámetro (cm)	Volumen (cm ³)	Altura (cm)
48.3	5	67.5	3

Al final se obtuvo un pan dulce con vida útil prolongada, y las características delineadas en el Cuadro 24. El peso obtenido del pan es similar al peso del pan consumido actualmente por las comunidades, el cual es de 56g. Aunque este peso es menor, el diámetro es el mismo y la altura es mayor al ser un centímetro más grande, esto probablemente debido al uso de una mejor calidad de levadura y un horneado más controlado.

Las dimensiones del pan dulce en general son adecuadas no sólo porque cumplen con lo esperado por la comunidad, sino que también porque encajan bien en el empaque de 6x8" con barrera de oxígeno.

H. CONCLUSIONES

1. En la determinación de retención de agua en el pan, el empaque con barrera de oxígeno y la formulación con gomas y fibra fue la seleccionada en cuanto a la menor pérdida de peso a lo largo de dos semanas.

2. En la determinación de mohos y levaduras de las distintas formulaciones con preservante pudo determinarse que la formulación con propionato y sorbato es la más adecuada al inhibir de mejor forma el crecimiento de los mismos, ya que el pan no presentó contaminación microbiana hasta los 10 días.
3. Al medir las calorías de las dos formulaciones con preservante pudo determinarse que ambas cumplen con lo estipulado en los datos de INCAP para todas las raciones alimentarias de asistencia inmediata.
4. La mayor parte de los panelistas evaluados prefirieron la formulación con propionato de calcio en lugar de la formulación de propionato de calcio y sorbato de potasio, sin embargo, esta preferencia no fue significativa concluyéndose que ambas tienen características sensoriales muy parecidas.
5. La vida útil del pan dulce con vida útil prolongada es de 10 días en donde no se presenta ningún tipo de contaminación microbiana y se mantienen las características sensoriales óptimas del producto.
6. El costo total unitario de este pan dulce es de Q.1.36 lo cual es muy beneficioso para la Cruz Roja Guatemalteca, encargada de elaborarlo y distribuirlo, ya que es un precio muy similar al que pagan en la comunidad Q.1.00, con la variante de contar con un producto de mayor calidad en cuanto a su composición y empaque.

I. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda medir la textura del pan dulce con un texturómetro desde el inicio de los análisis de selección de empaque y formulación con alta retención de agua.

2. Se recomienda hacer pruebas de vida útil del pan dulce con un empaque con atmósfera modificada para reducir aún más la cantidad de oxígeno disponible y así inhibir de mejor forma el crecimiento microbiano y la pérdida de agua.

IX. Módulo de psicopedagogía:

Material educativo y de consulta para propiciar el conocimiento de los productos nutricionales y de la práctica de conductas de desarrollo sostenible, que contribuyan a la disminución de riesgos y potenciales desastres

A. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO

El Megaproyecto “Seguridad Alimentaria y Nutricional en la Reducción de Riesgo ante Desastres ocasionados por el Cambio Climático” es un Modelo de Trabajo Profesional de estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) en colaboración con el consorcio Partners for Resilience (PfR). Dicho consorcio es una alianza de organizaciones no gubernamentales holandesas que cooperan con el objetivo de fortalecer la resiliencia de comunidades vulnerables, para disminuir los riesgos ante desastres aumentados, los efectos del cambio climático y la degradación del medio ambiente.

La colaboración de la UVG con el consorcio PfR consiste en proponer y desarrollar productos alimenticios aceptados y conocidos por las comunidades del Corredor Seco del país, como parte de la seguridad alimentaria y nutricional de las mismas. Así como proponer prácticas de desarrollo sostenible que contribuyan a la disminución de riesgos y potenciales desastres. Para lograrlo, se cuenta con la participación de estudiantes de las carreras de Ingeniería en Ciencias de Alimentos, Ingeniería Agroforestal, Licenciatura en Nutrición y Licenciatura en Psicopedagogía. Los estudiantes del megaproyecto tienen a su cargo un módulo con objetivos específicos y comparten uno general.

La intervención del Módulo de Psicopedagogía es de carácter de apoyo y complementario a los otros módulos. Dicho apoyo se brinda desde el entendido que, si bien la interacción con el consorcio y las comunidades tiene como eje transversal la educación, la atención a la diversidad cultural y la formación de personal, la misma no tiene como objetivo principal el aspecto psicopedagógico per se.

El módulo de psicopedagogía tiene a cargo la planificación, el diseño y la elaboración de pautas de observación y material educativo para dar a conocer los aspectos relevantes de los productos que elaboran los otros módulos y en función de sus requerimientos. Asimismo, se toma en cuenta el grupo a quien va dirigido el producto en cuestión.

B. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las comunidades del Corredor Seco de Guatemala, experimentan de forma aumentada, las consecuencias de los desastres a causa del cambio climático y/o ecosistemas afectados debido a sus condiciones geográficas, las vías de acceso, la inseguridad alimentaria y la falta de instrucción de los miembros de las mismas. El Megaproyecto se enfoca en el diseño de un modelo de sostenibilidad relacionado con el componente de seguridad alimentaria frente al cambio climático, como elemento en la reducción de riesgos, cuyo eje transversal es la educación. Para aportar a la solución de esta situación, los estudiantes, integrantes de los módulos de Ingeniería en Ciencias de Alimentos, Ingeniería Agroforestal y Licenciatura Nutrición diseñan productos alimenticios y prácticas de desarrollo sostenible.

El módulo de la Licenciatura en Psicopedagogía, con base en la información proporcionada por los demás módulos, tiene como objetivo dar a conocer los métodos de elaboración, los beneficios de los productos nutricionales diseñados en pro de la seguridad alimentaria para que los elaboren y consuman. También favorecer el proceso de la implementación de las prácticas de conductas de desarrollo sostenible, atendiendo la necesidad de aprendizaje que las comunidades del Corredor Seco requieren. Se proyecta fortalecer la capacidad de desarrollar prácticas de conductas de desarrollo sostenible que contribuyan a la disminución de riesgos y potenciales desastres así como los procedimientos necesarios para su implementación.

C. JUSTIFICACIÓN

La colaboración del consorcio Partners for Resilience (PfR) es a través del intercambio de conocimiento, soporte técnico, construcción cooperativa de capacidades, incidencia y diálogo político así como de la implementación en el conjunto. El modelo contempla el trabajo basado en las áreas de desempeño previstas por la UVG para la carrera de Licenciatura en Psicopedagogía al integrar las funciones pedagógicas y psicológicas de instituciones, programas y proyectos relacionados con la educación; atender las diferencias individuales de los miembros de la comunidad educativa; seleccionar y formar personal docente y diseñar, orientar, implementar y evaluar procesos educativos. Por esto, el módulo de Psicopedagogía, ayuda a que la educación sea un eje transversal en el Megaproyecto. Apoya en que existan materiales educativos de los productos nutricionales y las prácticas de conductas de desarrollo sostenible.

D. OBJETIVOS

1. Objetivo general del Megaproyecto. Contribuir en el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria de poblaciones vulnerables de Guatemala a causa del cambio climático, a través de la gestión mejorada de los recursos, alimentos y procesos por medio de la prevención y la creación de estrategias que refuercen la seguridad alimentaria y nutricional así como el desarrollo sostenible.
2. Objetivos generales del módulo de Psicopedagogía
 - Planificar material educativo, guías, videos educativos (material audiovisual) y pósters acorde a los requerimientos de los módulos de alimentos, agroforestal y nutrición para la divulgación y dar seguimiento a la información.
 - Diseñar material educativo para productores intermediarios, guías, videos educativos (material audiovisual) y pósters en función de las características del grupo.

- Elaborar material educativo, guías, videos educativos (material audiovisual) y pósters tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuente el Megaproyecto.
- Apoyar la producción de conocimiento de los integrantes de los demás módulos, a través de la elaboración de pautas de observación y la ejemplificación de métodos de obtención de datos como observación, descripción y examen crítico.

3. Objetivos específicos del módulo de Psicopedagogía

- Elaboración de pautas de observación para el diagnóstico de necesidades de las comunidades para la obtención de información.
- Diagnosticar el nivel educativo del grupo a quien se dirija el material educativo como base para la planificación del mismo.
- Respetar las diferencias socioculturales de las comunidades para el diseño de los materiales requeridos.

E. MARCO CONTEXTUAL

La intervención del módulo de Psicopedagogía en el Megaproyecto toma en cuenta, no sólo el área física donde los demás módulos llevan a cabo la investigación necesaria para el diseño de los productos y modelo de sostenibilidad, sino también la información que se desea brindar en relación a los mismos una vez elaborados. Así como ofrece información relacionada al consorcio Partners for Resilience, pues sus disposiciones condicionan la intervención de los estudiantes del Megaproyecto con las comunidades del Corredor Seco del país. Se especifican las características del área, los objetivos de cada módulo por indicarse en ellos el producto que se da a conocer a través del material educativo diseñado por el módulo de Psicopedagogía y los organismos holandeses colaboradores del consorcio PFR.

1. **Departamentos del Corredor Seco de Guatemala.** El corredor Seco de Guatemala está conformado por los departamentos de Jalapa, El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa, Santa Rosa, Izabal y Baja Verapaz (Asociación Educca, 2011). En el mapa del anexo 1, se marca también Quiché por ser un departamento vulnerable con el que trabaja el consorcio PFR (Veldman, 2011).

2. Comunidades y Municipios visitados por el equipo del Megaproyecto

a. **Comunidad “El Volcán”.** Esta comunidad pertenece a la región 1 del Municipio de Camotán del departamento de Chiquimula, al Noroeste del país en la región Chortí. Se ubica a 11 kilómetros de la cabecera municipal de Camotán y a 15 de la departamental, de los cuales 7 km están asfaltados y el resto son de terracería. Según Elena Esquivel, lideresa de la comunidad, en “El Volcán” hay alrededor de 280 personas entre las cuales hay dos maestros. Cuenta con una escuela de párvulos y una de primaria, y los niños asisten regularmente a estudiar. La mayoría de adultos de la comunidad tiene una escolaridad de segundo grado de primaria, muchos de ellos lograron este nivel gracias al programa de alfabetización transmitido por Radio Chortí en 1968 (E. Esquivel, comunicación personal, 30 de septiembre de 2011).

El terreno de la comunidad posee un área con bosque húmedo sub tropical, cuenta con varias quebradas y vertientes, de las que la más importante es la quebrada Agua Fría que atraviesa la comunidad de norte a sur. Su topografía se caracteriza por un terreno de alta pendiente, con un suelo con altos niveles de filtración de agua. Ya que pertenece a la zona nororiental del país, junto a la mayor parte del departamento de Zacapa y sectores de los departamentos de El Progreso, Jalapa y Jutiapa, su factor climático condicionante es el efecto de sombra pluviométrica que ejercen las sierras De Chuacus y De Las Minas, pues, a lo largo de toda la cuenca del Río Motagua, las elevaciones son menores o iguales a 1,400 metros sobre el nivel del mar. Dicho factor le representa a la región un clima cuya característica principal es la deficiencia de lluvia, siendo la región del país donde menos llueve, con marcado déficit la mayoría del año y con los valores más altos de temperatura. En esta región se manifiestan climas de

género cálido con invierno seco, variando su carácter de semiseco sin estación seca bien definida hasta seco. La vegetación característica es el pastizal (INSIVUMEH).

En esta comunidad el Megaproyecto se enfoca en mejorar aspectos nutricionales, planificar bosques energéticos y cultivos alimenticios, manejar los suelos para prevenir la erosión de los mismos y el desarrollo de productos alimenticios de consumo directo y vida útil extensa a incorporar en un kit de emergencias en caso de desastres. El módulo de Psipedagogía se encarga del diseño de pautas de observación tipo encuesta para la recolección de información y del diseño de póster (que en su oportunidad será una etiqueta) sobre el consumo de los productos alimenticios, como instructivo de uso.

b. Caserío Pasaquijuyup. Este caserío cuenta con alrededor de 1500 habitantes y está ubicado a 180 km hacia el suroccidente del país, y pertenece a dos aldeas: la aldea Xejuyup del municipio de Nahualá y la aldea Tzamjuyub del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, ambos del departamento de Sololá. Su topografía, junto a la de Huehuetenango, El Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Chimaltenango, Guatemala y sectores de Jalapa y las Verapaces se clasifica como meseta y altiplano. Las montañas definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1,400 metros sobre el nivel del mar, generando diversidad de microclimas, son regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable. Las lluvias son poco intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre, en los meses restantes estas pueden ser deficitarias, en cuanto a la temperatura en diversos puntos de esta región se registran los valores más bajos de país (INSIVUMEH).

El enfoque de trabajo del Megaproyecto en este caserío es enseñar a las amas de casa buenas prácticas de recolección y almacenamiento de agua, el desarrollo de productos alimenticios de consumo directo y vida útil extensa a incorporar en un kit de emergencias en caso de desastres y el diseño de bosques energéticos. Por su parte, el módulo de Psicopedagogía diseña pósters que ilustran cómo debe recolectarse y almacenarse el agua para su análisis fisicoquímico, para el personal del consorcio PfR, que se encargan de dicho proceso en esta área.

c. Municipio de Sacapulas. Este municipio pertenece al departamento de El Quiché, está ubicado a 140 km al suroccidente del país y su población estimada para el 2012 es de 47,348 según la Estimación de la Población por Municipio del Periodo 2008-2020 hecho por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2008). Si bien en la región de El Quiché existen climas que varían de templados y semifríos con invierno benigno a semicálidos con invierno benigno, en Sacapulas el clima es, generalmente cálido, de carácter húmedo y semiseco con invierno seco (INSIVUMEH).

El Megaproyecto trabaja directamente con personal del Centro de Salud y de la Municipalidad de Sacapulas, como apoyo a las necesidades diagnosticadas por la Cruz Roja. De ahí que la intervención en este municipio cubre brindar información y capacitar al personal del Centro de Salud para evitar la contaminación cruzada de alimentos y propiciar las buenas prácticas de manufactura, de modo que se evite la contaminación de la comida que elaboran y dan a los niños internos víctimas de desnutrición crónica. Asimismo, se planifica la implementación de un vivero forestal en terreno municipal y la organización de plantaciones energéticas y que eviten la erosión de ciertos terrenos en el municipio. El módulo de Psicopedagogía diseña el material audiovisual modelativo del lavado de manos pertinente para evitar la contaminación de alimentos y diseña un póster para promover la inocuidad de los alimentos.

3. Módulo de Ingeniería en Ciencias de Alimentos: Formulación y desarrollo de un producto alimenticio de consumo directo y vida útil extensa a incorporarse en kit de emergencia en caso de desastre

a. Objetivos específicos

- 1) Formular y desarrollar un producto enfocado a adultos con buenas características sensoriales y nutricionales que se pueda consumir con facilidad a la hora de un desastre.
- 2) Producir un alimento nutricionalmente equilibrado tipo ración/snack que formará parte de un kit que se brindará en caso se presente un desastre natural en comunidades de extrema pobreza ubicadas en el Corredor Seco del País.

- 3) Optimizar los recursos hídricos en las comunidades impactando positivamente en la seguridad alimentaria.

4. **Módulo de Ingeniería Agroforestal:** Proyecto de Reforestación con Fines Energéticos para la Reducción a la Vulnerabilidad por el Cambio Climático

a. Objetivos específicos

- Dar a conocer la importancia que representan los bosques en la habitabilidad de las comunidades.
- Diseñar un plan de manejo para bosques de rápido crecimiento para consumo energético.
- Diseñar un vivero forestal con el fin de producir las plantas necesarias para las plantaciones requeridas anualmente.
- Promover una visión económica, ecológica y social sostenible sobre los bosques, con el fin de evitar la tala de bosques para la siembra de cultivos.
- Promover la utilización de sistemas agroforestales como técnicas de conservación de suelos, diversificación de productos e incremento de rendimiento por área.

5. **Módulo de Licenciatura en Nutrición:** ¿Existirán cambios en el patrón dietético y en las prácticas dietéticas en las comunidades al implementar huertos a nivel familiar?

a. Objetivos específicos:

- Realizar una evaluación nutricional de las madres y niños menores de 5 años para establecer parámetros antropométricos y dietéticos.
- Determinar el patrón dietético de algunas de las comunidades del Corredor Seco de Guatemala, a través de un instrumento de frecuencia de consumo a las madres.

- Determinar los hábitos alimenticios de algunas de las comunidades del Corredor Seco de Guatemala, a través de una encuesta de evaluación de hábitos a las madres.
- Implementar huertos a nivel familiar usando recursos y materiales locales.
- Establecer cambios en el patrón dietético y los hábitos alimenticios de las madres, antes y después de la implementación de huertos a nivel familiar, utilizando la prueba de ranking con signos de Wilcoxon.
- Apoyar y complementar otros componentes del megaproyecto

6. Consorcio Partners for Resilience. El consorcio Partners for Resilience es una alianza de cinco organizaciones no gubernamentales holandesas que cooperan con la intención de fortalecer la resiliencia en comunidades, alrededor del mundo, en las que las consecuencias de los desastres a causa del cambio climático y/o los ecosistemas afectados, se incrementan debido a las condiciones geográficas, accesibilidad e inseguridad alimentaria. En el caso de Guatemala, PfR se interesa en el fortalecimiento de la resiliencia de las comunidades del Corredor Seco del país, con el objetivo de reducir el impacto de amenazas naturales sobre los medios de vida de comunidades vulnerable de esa región. Las organizaciones que colaboran son:

- a. Cruz Roja Holandesa (CRH), es dentro del Movimiento de la Cruz Roja una de las primeras Sociedades Nacionales que inició con la implementación de programas de Reducción de Riesgos ante Desastres y Adaptación al Cambio Climático (Veldman, 2011).
- b. CARE Nederland, es la agencia líder dentro CARE Internacional en el tema de Reducción de Riesgos ante Desastres (Veldman, 2011).
- c. Cordaid, es la agencia líder dentro Caritas en el tema de Reducción de Riesgos ante Desastres. Tiene una red fuerte en el campo con el enfoque a estrategias para los medios de vida (Veldman, 2011).
- d. Red Cross / Red Crescent Climate Centre (RCCC), es el centro de conocimiento para asuntos relacionados al cambio climático dentro del Movimiento de la Cruz Roja (Veldman, 2011).

- e. Wetlands International (WI), es la exclusiva organización enfocada en el uso sostenible de humedales. Tiene una extensa experiencia en construcción de comunidades resilientes a través de la restauración de servicios de sistemas ecológicos y la integración de este tema en riesgos ante desastres (Veldman, 2011).

F. MARCO TEÓRICO

Con la intención de respaldar la intervención psicopedagógica en el Megaproyecto, a continuación se describen y detallan términos metodológicos utilizados, términos técnicos específicos relacionados con los objetivos del Consorcio Partners for Resilience, que a su vez condicionan las acciones del Megaproyecto

1. Diferencias esenciales entre el trabajo de campo y la fase de recolección de datos. Según González Rey (2000), el trabajo de campo presupone la participación activa del investigador no sólo ante las decisiones de carácter metodológico que debe asumir frente a las necesidades que aparecen en la investigación, sino en el desarrollo de las ideas que conducen al cuerpo teórico dentro del cual van a adquirir sentido las diversas experiencias del momento empírico. Siendo esto lo que Soto-Lesmes y Durán (2010) consideran determinante de la calidad de los datos en que se basan los hallazgos, el análisis y las conclusiones de la investigación, así como un elemento integrador del proceso de investigación que permite realizar una lectura de la realidad más específica. De ahí la diferencia con la mera recopilación de datos, en la que el investigador tiene un papel pasivo, que con frecuencia se identifica con la aplicación de instrumentos; pues, en la mayoría de los casos, ni siquiera se da a ésta la posibilidad de registrar observaciones imprevistas que puedan ser relevantes para la calificación de los instrumentos aplicados.

Los mismos autores coinciden en que el trabajo de campo está orientado esencialmente a la construcción de sistemas de relaciones capaces de producir información en sus propias dinámicas, no sólo frente a las acciones metodológicas del investigador, es decir, que trasciende el acceso al dato. Aspecto que le diferencia del acopio de datos en psicología, que ha tenido carácter instrumental, sea a través de

pruebas psicométricas o de aplicación de experimentos, a lo que cabe destacar la afirmación de González Rey (2000):

«...el trabajo de campo es un proceso abarcador, dentro del cual adquiere significado la información nueva, imprevista en el momento de definición del problema. La recolección de datos es un proceso en el que sólo entran aquellos datos que fueron definidos a priori como significativos en relación con el problema a estudiar.»

Si bien González afirma que «el trabajo de campo no está constreñido por ningún tipo de problema ni de hipótesis, y representa una entrada al campo de estudio dentro del cual se irán configurando diferentes opciones para la construcción de problemas que surgen en estrecha relación unos con otros» (2000:65), Sautu, citado por Di Virgilio y colaboradores, señala que hay tres elementos presentes e interrelacionados en todo proceso de investigación social: teoría, objetivos y metodología. Los tres deben estar articulados entre sí y que no es posible afrontar una investigación sin tener presente su estrecha relación. Esta afirmación apunta a que en el trabajo de campo se hace necesario contar con una metodología en relación a la producción de conocimiento y no descarta la utilización de instrumentos para ello. Al respecto, Astramovich (2011) indica que los métodos de evaluación de necesidades, utilizados por consejeros investigadores y practicantes por varias décadas, contribuyen con la recolección de información y puede ayudar a los profesionales en consejería en varias especialidades a identificar necesidades críticas de las poblaciones a quien proveen sus servicios.

En general, la evaluación de necesidades se refiere al proceso evaluativo de obtención e interpretación de datos acerca de la necesidad de programas y servicios. Con frecuencia sirve como fundamento sobre el que las organizaciones toman decisiones acerca de dónde invertir sus recursos y a qué población enfocar sus servicios. Adicionalmente, la información arrojada por la evaluación de necesidades puede ayudar a las organizaciones e individuos a priorizar sus servicios y refinar los programas existentes para llenar las necesidades de varias poblaciones. En otras palabras, es un instrumento que reduce la diferencia entre el trabajo de campo y la recolección de datos como la conceptualiza González Rey (2000:65) «el trabajo de campo sigue la ruta singular de los sujetos estudiados en los contextos que se

expresan, los cuales intenta abarcar el investigador. Mientras que la recolección de datos separa al investigador, como entidad objetiva, del sujeto productor del dato; el primero aparece sólo como quien "recoge" los datos.»

Erford (2008) citado por Agramovich, 2011, distingue la evaluación basada en datos, de la evaluación basada en la percepción de las necesidades. Una evaluación basada en datos se refiere primordialmente a datos existentes como medio objetivo de identificación de necesidades de la población o cliente. Por el contrario, la evaluación basada en la percepción de las necesidades utiliza encuestas y grupos focales para identificar las necesidades subjetivas de las poblaciones o clientes. Ultimadamente, utilizar los dos métodos, evaluación basada en datos y evaluación basada en la percepción de las necesidades, puede proveer información crítica a las organizaciones y profesionales de la consejería para informar sobre el planeamiento y la entrega de sus servicios de consejería.

2. Indicador. En la investigación cualitativa y el trabajo de campo, a diferencia de la investigación cuantitativa, a la información que se recolecta no se le llama dato, sino indicador. Esta es, según González Rey (2000: 74) «...para designar los elementos que adquieren significado gracias a la interpretación del investigador, es decir, que su significación no es asequible de forma directa a la experiencia, ni aparece en sistemas de correlación. » Por lo tanto se le concede al desarrollo de indicadores, necesariamente, al desarrollo de conceptos y categorías nuevas, que permiten conceptuar las cuestiones y procesos que aparecen en el curso de la investigación y que no se pueden conceptuar en los marcos rígidos y a priori de ninguna hipótesis o teoría general.

3. Producción de conocimiento. Bryman y Burgess citados por Corbetta (2003), afirman que en la investigación cualitativa hay que hablar, más que de "técnicas" o de "fases", de un "proceso" de investigación: «la investigación cualitativa no puede reducirse a técnicas específicas ni a una sucesión de estados, sino que, más bien consiste en un proceso dinámico que une problemas, teorías y métodos; en consecuencia, "el proceso de investigación no es una secuencia definida de procedimientos que siguen un diseño nítido, sino una confusa interacción entre el

mundo conceptual y el empírico, en la que la deducción y la inducción se realizan al mismo tiempo.» Por lo tanto, en la investigación cualitativa, a través de métodos y deducciones se recopilan datos que al ser interpretados por el investigador serán los indicadores que lleven a la creación de más datos e indicadores que a su vez darán pie a la producción de conocimiento.

La afirmación que hace González Rey (2000) «...aunque históricamente, la producción de conocimientos ha estado referida a los procesos de inducción y deducción [...], continúan representando procesos ordenados y regulares que expresan una secuencia lineal, dirigida a la legitimación de una afirmación, ya sea del dato empírico, como la inducción, o de la relación entre proposiciones teóricas, como la deducción», se complementa con la que Romanos de Tiratel (2010) hace «...la epistemología social, disciplina propuesta como marco teórico para entender la metodología y los fundamentos del conocimiento, especialmente en lo referido a sus límites y valides, propicia la idea de la construcción social del conocimiento científico.» En otras palabras, la producción de conocimiento es el resultado de la interpretación y del hecho de dar sentido social a los indicadores arrojados por una investigación. Pues, como indica Romanos de Tiratel (2010) desde esta perspectiva se pueden estudiar las dimensiones sociales del conocimientos, lo que implica sumergirse en la determinación de los efectos de la investigación científica sobre la vida humana y sobre los valores y las relaciones sociales. Aunque no es de extrañar que también pase a la inversa, que se puedan percibir los efectos de las relaciones y lo valores sociales sobre la investigación científica.

Además, de acuerdo a las reflexiones de Romanos de Tiratel, se toma la producción de conocimiento como una expresión amplia y abarcadora, porque, con frecuencia se genera conocimiento sin que haya habido una intencionalidad expresa de efectivizar una indagación científica. Es entonces que González Rey (2000) indica que el término "Lógica Configuracional" define los complejos e irregulares procesos intelectuales comprometidos con la construcción teórica y desarrollo del conocimiento en la investigación cualitativa sobre la subjetividad de la misma.

4. Lógica configuracional. La lógica configuracional, como la define González Rey (2000) es un proceso que no tiene sólo carácter lógico, como la inducción y la deducción, que son formas lógicas de seguir dos realidades de naturalezas diferentes: la empírica y la proposicional conceptual, y el argumento que da Guevara (2010) para la incorporación de esta metodología en la investigación coincide. Él afirma que durante la investigación cualitativa el hecho de pensar de forma compleja es pertinente cuando hay necesidad de articular, relacionar, contextualizar, donde no se puede reducir la realidad ni a la lógica ni a la idea, porque se busca algo más que lo sabido por anticipado. Por lo tanto, según el autor se debe pasar del lenguaje de la lógica formal, que es lineal, casual y predecible, al de la lógica configuracional que no es lineal, interconecta información y experiencias, es tomada como imprecisa y no es predecible, para lograr la producción de conocimiento.

Además, Guevara (2010) vincula la lógica configuracional a la producción de conocimiento a través de la hermenéutica como parte de una nueva racionalidad, que conlleva la interpretación y el significado de entender el sentido sobre algo o de algo. Según afirma, la hermenéutica es todo acto de conocer que conlleva un acto interpretativo. A partir de estas ideas, tiene sentido detallar las características de la lógica configuracional que enumera González (2000) partiendo del entendido de que ésta integra de forma simultánea las construcciones del pensamiento del investigador con los hechos de la realidad estudiada, los que aparecen en forma de datos y de indicadores:

Es un concepto en desarrollo, que tiene como objetivo significar los complejos procesos que acompañan la producción teórica del investigador en el curso de una investigación;

- Es un proceso complejo, irregular y plurideterminado implicado con las necesidades intelectuales del investigador ante la realidad compleja que construye;
- La emergencia de un nuevo elemento o idea en el proceso de construcción del conocimiento, puede implicar cambios esenciales en la

cualidad del mismo: momentos actuales del proceso no vienen linealmente determinados por momentos anteriores;

- Combina de múltiples formas, la información procedente del objeto con las ideas del investigador que se generan en el proceso, configurando ambas importantes síntesis de naturaleza teórica:
- No presenta un proceso consciente e intencional del investigador, sino un proceso donde el investigador de forma creativa organiza la diversidad de lo estudiado y de sus ideas, en “ejes” de producción teórica que encuentran continuidad en la construcción teórica de lo estudiado.

5. Evaluación. Según el Diccionario de la Real Academia Española en su 21 edición, Evaluación es el efecto de evaluar, y Evaluar es: Señalar el valor de algo; Estimar, apreciar, calcular el valor de algo; y Estimar los conocimientos, aptitudes y rendimientos de los alumnos. Sin embargo, el Ministerio de Educación de Guatemala, ofrece una definición más amplia de Evaluación y fácil de aplicar en el proceso de construcción de conocimiento en las comunidades del Corredor Seco del País:

«... es la valoración de los procesos de enseñanza aprendizaje mediante el diálogo entre los participantes del hecho educativo para determinar si los aprendizajes han sido significativos y tienen sentido y valor funcional. Además lleva a la reflexión sobre el desarrollo de las competencias y los logros alcanzados» (USAID, MINEDUC. Herramientas de Evaluación en el Aula).

Asimismo destaca que la Evaluación es una herramienta que permite (USAID, MINEDUC. Herramientas de Evaluación en el Aula. 2005: 13): Ayudar al crecimiento personal de los y las estudiantes por medio de la guía y orientación que se les proporciona dentro del proceso de aprendizaje.

Valorar el rendimiento de los y las estudiantes, en torno a sus progresos con respecto a ellas y ellos mismos. Detectar dificultades de aprendizaje. Detectar, así

mismo, los problemas en el proceso de enseñanza y en los procedimientos pedagógicos utilizados en cara a mejorar la calidad educativa.

6. Educación para adultos.

a. ¿Cómo aprenden los adultos? «Aquéllos que tienen una mejor percepción, como los que se oponen a llevar a repetir los mismos esquemas, son quienes reflejan lo que han hecho y la forma cómo lo hicieron» (Medina Fernández, 2005:70). Esta reflexión determina la forma como se comportarán los adultos en el futuro, y esto, en su oportunidad, se refiere a la experiencia y al cambio. Con el tiempo, los adultos llegan a ser mejores de lo que normalmente han sido si son capaces de sentir y reflejar sus propias experiencias.

Respecto a la educación de adultos Brusilovsky y Cabrera (2008) apuntan a la necesidad de cambiar el concepto de flexibilidad, que regularmente es entendida como una adecuación a las necesidades y condiciones de vida particulares de los adultos, por el de desregularización. Esto es partiendo de que ciertas concepciones, desde finales del siglo XIX y comienzos del XX, presentadas por ciertos sectores conservadores consideran la educación como un medio para contribuir a la transformación de la sociedad a través de la formación política y científica, del desarrollo de su autonomía intelectual y de su capacitación para enfrentar situaciones de injusticia a través del empoderamiento que significa el ser un adulto educado. Medina Fernández (2005), en armonía con esta afirmación, señala que los educadores juegan un papel muy importante al proporcionar el conocimiento para ayudar a los adultos en la reflexión de su realidad, enmarcando sus experiencias al escuchar cuidadosamente con el propósito de brindar puntos de vista calificados dentro de su experiencia, y a través de la creación de oportunidades para que los adultos logren diferenciar experiencias y generalizar lo aprendido a través de ellas.

b. Estilos de aprendizaje. El término estilos de aprendizaje, según Ana Robles (s.f.) en su publicación en línea al respecto, se refiere a que cuando se quiere aprender algo cada persona utiliza su propio método o conjunto de estrategias. Estas estrategias utilizadas, muchas veces conscientes del aprendiz, varían según lo que desee aprender, así cada uno tiende a desarrollar preferencias globales. Esas preferencias o

tendencias a utilizar más unas determinadas maneras de aprender que otras constituyen el estilo de aprendizaje.

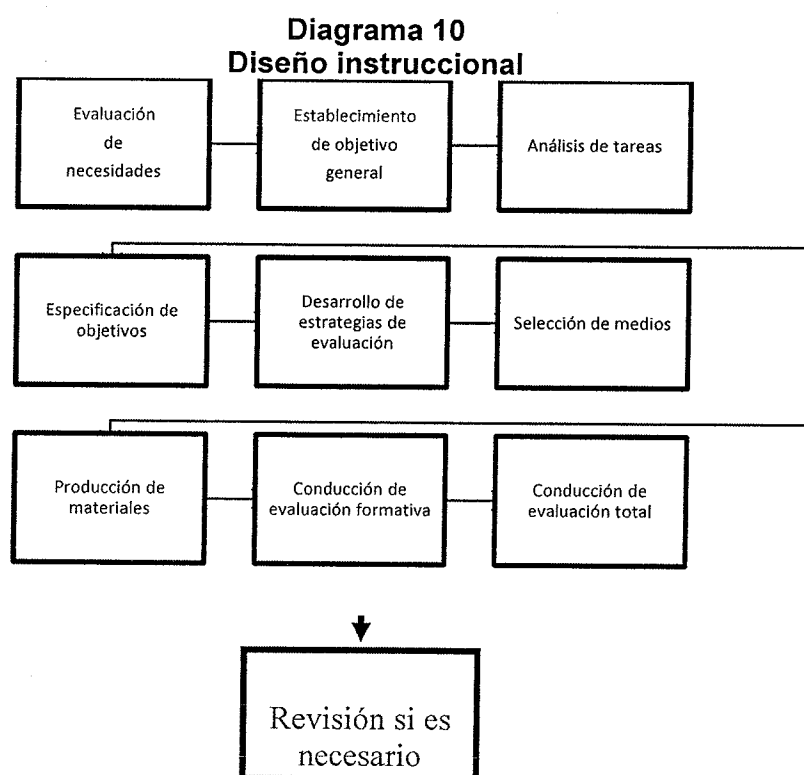
Puesto que no es ninguna novedad que todos aprenden diferente y a distinta velocidad, estas diferencias en el aprendizaje son el resultado de muchos factores, como por ejemplo la motivación, el bagaje cultural previo y la edad. Por lo mismo, Medina Fernández (2005) afirma, respecto a los estilos de aprendizaje de los adultos, que «Algunos encuentran más fácil aprender en contextos comunitarios o de pequeños grupos, otros de actividades de aprendizaje individualizadas o más anónimas, algunos otros haciendo cosas y experimentando (con los consecuentes fracasos), mientras que otros requieren asesoría y pequeños avances. »

Brusilovsky y Cabrera (2008) señalan que dado que la educación para adultos, especialmente en apoyo de la democracia, es voluntaria y multifacética, es probable que quienes encuentran apropiado un determinado enfoque seleccionen un programa ajustado a él. Para el efecto, en un programa diseñado con la intención de llegar a un gran número de adultos, se requerirá incorporar una variedad de métodos y herramientas que les permita a las personas aprender de manera más efectiva.

7. Diseño instruccional. «El diseño instruccional es el arte y ciencia aplicada de crear un ambiente instruccional y los materiales, claros y efectivos, que ayudarán al alumno a desarrollar la capacidad para lograr ciertas tareas. El diseño instruccional es la ciencia de creación de especificaciones detalladas para el desarrollo, implementación, evaluación, y mantenimiento de situaciones que facilitan el aprendizaje de pequeñas y grandes unidades de contenidos, en diferentes niveles de complejidad» (Mortis, Rosas y Chairez, 2012).

Las mismas autoras señalan que el diseño instruccional, como disciplina, es la rama del conocimiento relacionada con la investigación y la teoría sobre estrategias instruccionales y el proceso de desarrollar e implementar esas estrategias. Es la disciplina del diseño instruccional interesada en prescribir métodos óptimos de instrucción, al crear cambios deseados en los conocimientos y habilidades del estudiante. Esta afirmación y la de Paul Saettler, citado por Mergel (1998), coinciden, pues ambas aceptan que la tecnología educativa ha impactado al conductismo, y su

importancia como metodología. Asimismo, Saettler, identifica seis áreas que mostraron mayor impacto del conductismo en la tecnología educacional: el movimiento de objetivos conductistas; la fase de la máquina de enseñanza; el movimiento de la instrucción programada; la aproximación de la instrucción individualizada; el aprendizaje asistido por computadora y la aproximación de sistemas para la instrucción. Siendo ésta última se enfoca en lo que Mortis, Rosas y Chairez (2012) señalan importante del diseño instruccional como proceso es el desarrollo sistemático de los elementos instruccionales: el uso de las teorías del aprendizaje y las teorías instruccionales para asegurar la calidad de la instrucción, incluyendo el análisis de necesidades de aprendizaje, las metas y el desarrollo materiales y actividades instruccionales, evaluación del aprendizaje y seguimiento. Puesto que la mayoría de los sistemas son muy parecidos a un diagrama de flujo según Saettler citado por Mergel (1998), por haber pasos por los que el diseñador se mueve durante el desarrollo de la instrucción, a continuación se muestra el sistema de diseño instruccional estándar propuesto por él:



En concordancia con este diagrama de flujo, Rodríguez y Arbey (2012) sugieren que el concepto, diseño instruccional, por sí mismo es un tanto desconocido y cuya implementación se ha caracterizado más por ser el resultado de la labor empírica, que de la fundamentación en teorías, sistemas y modelos reconocidos en el medio académico regional y global. Por lo mismo, aunque algunas instituciones poseen lineamientos que rigen la creación del nuevo material de instrucción que producen, carecen de documentos en los que éstos se sustenten tanto epistemológica como estructuralmente. En consecuencia de esta situación, tanto el concepto de diseño instruccional como el trabajo de los diseñadores instruccionales no es claro y se presta a confusiones. De ahí que los autores, considerando y aludiendo a la creencia de que el papel del diseñador instruccional se limita, a la estructuración de los contenidos o a la corrección de estilo del material educativo y, en otros casos, al diseño gráfico y multimedial, que algunas veces puede ser cierta aunque sólo de manera parcial, proponen tomar el diseño instruccional como parte de un proceso más complejo, argumentando los siguientes aspectos:

a. Por su epistemología: importante señalar que el diseño instruccional es un campo interdisciplinario, entendido éste como un trabajo indagatorio que establece cuotas de conocimiento similar o análogo sobre un objeto de estudio que previamente no había sido delimitado por alguna de las disciplinas convocadas. Es así como la pedagogía, la didáctica, la lingüística, el diseño y la tecnología confluyen en el trasfondo epistemológico del diseño instruccional.

b. Porque este campo interdisciplinario contribuye con la misión, la visión y el enfoque pedagógico de las instituciones. La construcción de un material didáctico es el resultado de las decisiones que el equipo proponente toma, en diálogo con la orientación pedagógica de la institución a la que pertenece, su manera de concebir la didáctica y la docencia, y en última instancia, la respuesta a la pregunta sobre quiénes son y cómo aprenden sus estudiantes.

c. Porque al ser implementado conforma un sistema. En atención a la pregunta anterior -cómo aprenden los estudiantes-, entre otras razones, los diversos modelos de

diseño instruccional tienen un denominador común: el partir del análisis de sus necesidades formativas.

Además, se considera valiosa la afirmación que hacen Rodríguez y Arbey (2012), que permite, en conjunto con el diagrama de flujo señalado anteriormente, tener una visión clara de cómo el diseño instruccional es, por sí mismo, un proceso: «... una vez identificadas dichas necesidades y trazadas las metas u objetivos de aprendizaje, el esfuerzo se centra en la construcción de un mecanismo por el cual se puedan lograr esas metas y objetivos. El mecanismo incluye: identificar las situaciones o estrategias de aprendizaje, la manera como se mediarán el conocimiento, el diseño y/o planeación de actividades formativas y sumativas y la estructuración de los contenidos, entre otros. La organización y escritura de la instrucción, y el peso que gane cada uno de los elementos anteriores en el espacio formativo, dependen del modelo o modelos de diseño instruccional y de las teorías de aprendizaje que sustenten la construcción del material educativo. Una vez obtenido el producto, que comúnmente denominamos módulo o curso, se implementa y se somete periódicamente a evaluación. Grosso modo, un sistema instruccional abarcará los siguientes procesos interrelacionados: análisis, diseño, materialización (construcción o desarrollo), implementación y evaluación.»

d. Porque responde a una teoría de aprendizaje. Existen modelos de inspiración conductista, constructivista, cognitivista y conectivista, pero el análisis de las diversas realidades nos permite aseverar que la mayoría son de tendencia ecléctica, y que encontrar un modelo que se centre solamente en una teoría de aprendizaje es casi imposible. A lo sumo impera un enfoque pedagógico, pero éste siempre entra en relación con elementos de otras perspectivas que lo complementan.

e. Porque ejercer el diseño instruccional requiere trabajo en equipo y competencias interdisciplinarias complejas. A lo anterior se suma la necesidad de estar al día en los avances provenientes de la lingüística y sus esfuerzos por comprender cómo se interactúa, se escribe y se lee en las dinámicas de las comunidades letradas del siglo XXI; asimismo, con la comprensión de los nuevos lenguajes que se gestan a la par con la sofisticación de la tecnología, con la comprensión del enfoque semántico que

asume el diseño gráfico, con los descubrimientos sobre cómo funciona el cerebro y cómo aprende el ser humano en la era digital, entre otros.

El diseño instruccional, va mucho más allá de la corrección de estilo y la organización gráfica del contenido dicen Rodríguez y Arbey (2012), a lo que Saettler, citado por Mergel, añade el objetivo de comunicación y transferencia de conocimientos hacia quien aprende en la forma más eficiente y efectiva posible. Esta es una labor plena de retos y alerta a las innovaciones, por lo que Siemens (2008) citado por Rodríguez y Arbey (2012), adjudica a los diseñadores instruccionales el rol de "intermediarios del conocimiento". Título que describe con precisión la intervención del módulo de psicopedagogía en el Megaproyecto.

7. Psicopedagogía. Rama de la psicología que se ocupa de los fenómenos de orden psicológico para llegar a una formulación más adecuada de los métodos didácticos y pedagógicos (DRAE, 1992).

De acuerdo a la visión de la Universidad del Valle de Guatemala, es una carrera que se ofrece como una carrera de tipo terminal para las y los estudiantes que han concluido la carrera de profesorado especializado en Educación Especial, Problemas de Aprendizaje o Problemas Auditivos, cuyos objetivos son:

- Formar profesionales con una visión interdisciplinaria de los procesos educativos, que integren los enfoques pedagógicos, psicológicos y de la neurociencia cognitiva que explica la conducta humana.
- Aportar a la calidad en el proceso educativo, por medio del apoyo directo a los educandos, la formación de docentes, así como la orientación de padres de familia.
- Promover la calidad del proceso educativo.
- Formar recursos humanos que brinden un servicio de calidad en el área psicopedagógica.
- Aplicar conocimientos psicológicos y pedagógicos a la educación.
- Lograr la interdisciplinariedad de la psicología, pedagogía, neurociencia cognitiva y de la conducta humana.

- Formar profesionales capaces de evaluar, planear, diseñar y ejecutar programas de profesionalización docente.

8. Resiliencia. Capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas (DRAE, 1992).

«La resiliencia designa la capacidad humana de superar traumas y heridas. Las experiencias de huérfanos, niños maltratados o abandonados, víctimas de guerras o catástrofes naturales, han permitido constatar que las personas no quedan encadenadas a los traumas de toda la vida, sino que cuentan con un antídoto: la resiliencia. No es una receta de felicidad, sino una actitud vital positiva que estimula a reparar daños sufridos, convirtiéndose, a veces, hasta en obras de arte» (Martínez y Vásquez-Bronfman, 2006).

9. Consejería Comunitaria o Consejería de Grupos. Como lo indican Hershenson, Power y Waldo (1996) en su libro *Community Counseling: Contemporary Theory and Practice*, la consejería comunitaria es una práctica amplia y profesional que busca brindar ayuda, realizar tareas y/o alcanzar metas en una situación de grupo, cuyas metas son:

- Mejorar la calidad de vida de las personas que no tiene problemas o desórdenes mentales serios.
- Facilitar las transiciones en épocas de desarrollo del grupo como tal, volviéndose un foro en donde se presenta información y destrezas para enfrentar mejor cada etapa de la vida.
- Prevenir problemas potenciales en el ambiente del grupo.
- Remediar, dando y buscando tratamiento y soluciones a los problemas identificados a través del apoyo de los miembros del grupo, de modo que los que han pasado por una situación específica puedan ayudar a quienes pasen por algo similar.

- Rehabilitar permitiendo que las personas logren ajustarse a sus discapacidades de largo plazo, presentando técnicas para enfrentarla con entereza y optimismo.
- Llevar a la acción, organizándose para lograr tareas que mejoren la seguridad, ajuste y desarrollo de los miembros de la comunidad.

Entre las modalidades de consejería comunitaria que Blanco (1993) establece, es el Modelo de Acción Social el que más se aproxima a la situación del megaproyecto. Este modelo propone que la ideología, la conciencia, la comunicación y el lenguaje son los instrumentos a través de los cuales la definición social se hace accesible a los seres humanos incorporándose subjetivamente como conciencia. Asimismo, afirma Blanco (1993), que la intervención desde este modelo supone la implicación activa de los participantes, pues la investigación tiene lugar en condiciones naturales y reales, basada en un marco teórico definido con una visión histórica del fenómeno estudiado que debe ser responsable y socialmente útil en sus posibles aplicaciones. Además, este modelo intenta corresponder a los sujetos participantes, mientras sea posible, con información, resultados e idea útiles.

Lo anterior se ajusta al modelo de grupos de Tarea o de Trabajo que establecen Hershenson, Power y Waldo (1996) que son, generalmente, comités, organizaciones comunitarias, grupos de discusión, círculos de estudio y/o aprendizaje que se reúnen para alcanzar metas definidas de trabajo, dinámica que se lleva a cabo con las comunidades con las que interviene el megaproyecto.

10. Rapport. En concordancia con el modelo propuesto por Blanco (1993) y según lo establecido por Gladding y Newsome (2004) las intervenciones comunitarias deben iniciarse con actividades en las que se propicie que los integrantes de la comunidad se sientan respetados, cómodos, apoyados y escuchados. Según los autores «Para que esto pase, los consejeros necesitan apartar sus propias agendas y enfocarse exclusivamente en la comunidad». A este proceso se le llama rapport, y se establece y mantiene por los consejeros que están genuinamente interesados en aceptar a los individuos de la comunidad con la que trabajan.

Al respecto Jerome M. Sattler (2008) indica que el éxito de cualquier procedimiento de evaluación depende del rapport que se establezca con el sujeto de intervención, que en el caso del megaproyecto es la comunidad, pues la meta es crear una atmósfera que permita la apertura de la misma sin temor a ser juzgada o criticada. Asimismo, indica el autor que durante el curso de la intervención ocurren cambios en sentimientos y actitudes, por lo que es necesario estar alerta a la manera en la que los miembros de la comunidad responden y adaptar las técnicas de intervención de acuerdo con esto para mantener un clima abierto y de confianza. Entonces recomienda las siguientes acciones para facilitar el rapport:

- Hacer que la intervención sea una empresa conjunta entre el consejero investigador y la comunidad.
- Prestar toda la atención a los miembros de la comunidad durante la primera interacción.
- Transmitir el deseo de escuchar y de confianza.
- Proporcionar tranquilidad y apoyo.
- Escuchar de manera abierta y sin censura.
- Hablar de modo lento y claro, de una manera tranquila, objetiva, amistosa y aceptante.
- Interrumpir sólo cuando sea necesario.
- Utilizar un tono cálido y expresivo.
- Mantener una postura natural, relajada y atenta.
- Mantener contacto visual apropiado.
- Hacer preguntas mesuradas.
- Determinar apropiadamente el momento de hacer preguntas y comentarios.
- Preguntar nombres para tratar a los miembros de la comunidad por estos y pronunciarlos correctamente.
- Vestir apropiadamente.

Estas acciones, según Sattler (2008) transmiten interés y respeto hacia la comunidad. Además de lo cual, aconseja citando a Gorden (1975), el lenguaje que se utilice debe ser adecuado para la edad, género y educación de la comunidad, guiando, con preguntas concretas y fáciles de entender, las respuestas particulares que se espera de los miembros de la misma. Gladding y Newsome (2004) citan a Bolton (1979) afirmando que una manera de establecer el rapport es llevando a cabo actividades rompehielo. Este tipo de actividades propician la observación de la comunidad durante situaciones no coercitivas en las que pueda haber juegos involucrados. Indican también que los miembros de la comunidad se abran al consejero y tomen la iniciativa de hablar de sus necesidades y perspectivas.

11. Cambio climático. Para mucha gente, la expresión “cambio climático” significa la alteración del clima del mundo que los humanos estamos causando al quemar combustibles fósiles, la tala de bosques y otras prácticas que incrementan la concentración de los gases invernadero en la atmósfera. Esto está en línea con la definición oficial de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, o UNFCCC, por sus siglas en inglés, que el cambio climático es el cambio que puede ser atribuido “directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y la cual se suma a la variabilidad del clima natural observado a lo largo de periodos comparables de tiempo” (ISDR, 2008).

Sin embargo, los científicos con frecuencia utilizan el término para cualquier cambio en el clima, ya sea por cambios naturales del clima o por causas humanas. En particular, El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático o IPCC por sus siglas en inglés (Intergovernmental Panel on Climate Change), define el cambio climático como “un cambio en el estado del clima que puede ser identificado...por cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste por un extendido periodo, típicamente décadas o más”. Según la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, I S D R por sus siglas en inglés (International Strategy for Disaster Reduction) es relevante e importante tener estas dos definiciones en mente al hablar de cambio climático (ISDR, 2008).

G. MARCO LEGAL

A continuación se exponen las políticas nacionales de seguridad alimentaria y nutricional que dictan las acciones a tomar en relación a los objetivos del Megaproyecto.

1. Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Ésta brinda los lineamientos a seguir para que Guatemala mejore las condiciones que permitan superar la inseguridad alimentaria y nutricional. Fue aprobada en el año 2001 y promueve la creación del Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria Nutricional como ente responsable de la coordinación intersectorial, para reducir los índices de hambre, la pobreza y la desnutrición en Guatemala, además de ser un medio para alcanzar los objetivos de Desarrollo del Milenio para el 2015, siendo el objetivo de esta política «erradicar la extrema pobreza y el hambre »(FAO, 2005).

Mediante el Acuerdo Gubernativo No. 278- 98, el Estado de Guatemala se compromete a mejorar las condiciones alimentarias de la población. En dicho Acuerdo se da el mandato explícito al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) de «Atender los asuntos concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria forestal e hidrobiológica, así como aquellas que tienen por objeto mejorar las condiciones alimentarias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional» (Reglamento Orgánico interno del ministerio de agricultura, ganadería y alimentación). La Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN) se basa en la Constitución Política de la República de Guatemala, específicamente en el Artículo 2: Deberes del Estado, el cual garantiza la vida, la seguridad y el desarrollo integral de la persona. Así mismo en la Sección séptima: Salud, Seguridad y Asistencia Social, y se fundamenta en el Artículo 94: Obligación del Estado, sobre salud y asistencia social. “El Estado velará por la salud y la asistencia social de todos los habitantes. Desarrollará, a través de sus instituciones, acciones de prevención, promoción, recuperación, rehabilitación, coordinación y las complementarias pertinentes a fin de procurarles el más completo bienestar físico, mental y social”. También el Artículo 99: Alimentación y nutrición, especifica que: «El Estado velará porque la alimentación y nutrición de la población reúna los requisitos mínimos de salud. Las instituciones especializadas del Estado deberán coordinar sus

acciones entre sí o con organismos internacionales dedicados a la salud, para lograr un sistema alimentario nacional efectivo» (FAO, 2005).

2. Compromisos internacionales asumidos por Guatemala para la búsqueda de una Política de Seguridad Alimentaria efectiva:

- 1990: Cumbre Mundial a favor de la Infancia.
- 1992: Conferencia "Acabando con el Hambre Oculta".
- 1992 Convenio de Diversidad Biológica Río de Janeiro.
- 1996: Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial.
- 1996: Código de Conducta para la Pesca Responsable, FAO.
- 2000: Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad en Biotecnología, Montreal.
- 2001: Declaración de Roma las Metas del Milenio.
- 2002: Codex-Alimentarius (Guatemala forma parte del Codex-Alimentarius desde 1963, pero este fue modificado en el 2002).

El Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional, VISAN, y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), organizaciones gubernamentales, amparan también la legislación a favor de todos aquellos niños y niñas de Guatemala que aún no cuenten con los servicios básicos de salud nutricional, en vista de la necesidad alimentaria evidente de una buena parte de la población infantil del Corredor Seco del País.

H. MARCO METODOLÓGICO

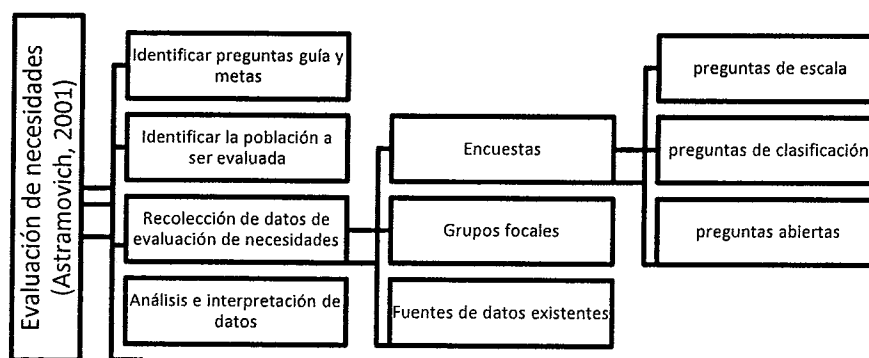
Tomando en cuenta que las soluciones que se ofrecen a las comunidades del Corredor Seco van acorde a sus necesidades comunes, la obtención de información depende de investigaciones cuantitativas y cualitativas. La intervención del módulo de Psicopedagogía, tomada como apoyo técnico del eje educativo del Megaproyecto, no dependió directamente de la información obtenida en las comunidades. Sin embargo, se

relacionó con la producción de conocimiento de los otros módulos, planeando actividades rompehielo que propiciaron el establecimiento de un buen rapport con la comunidad y proporcionando recursos facilitadores de proceso de obtención de información según los requerimientos de cada módulo, ya que en algunos casos se hizo necesario el análisis de las situaciones para identificar las necesidades inmediatas y priorizarlas al contextualizarlas según la especialidad de cada módulo. A continuación se detallan los aspectos en los que el módulo de psicopedagogía intervino y cómo se desarrolló el megaproyecto desde la visión educativa del mismo.

1. **Obtención de información.** El megaproyecto se llevó a cabo siguiendo el modelo propuesto por Randall Astramovich (2011) en combinación con procedimientos, modelos y métodos escogidos por cada uno de los módulos para la creación del producto que diseñaron a partir de la información arrojada por la evaluación de necesidades realizada. En el siguiente esquema se expone el modelo de cuatro etapas de Astramovich (2011) y más adelante se detallan sus etapas con la intención de demostrar el proceso de recolección de información a través de pautas de observación.

Diagrama No. 11

Evaluación de necesidades, Randall Astramovich



La recolección de datos e indicadores se llevó a cabo a través de observación, pautas de observación tipo encuesta y entrevistas abiertas llevadas a cabo durante las visitas de campo por parte de los integrantes del Megaproyecto. En esta etapa del

proceso la intervención psicopedagógica se enfocó en establecer el rapport con las comunidades visitadas a través de la modificación del vocabulario técnico correspondiente a la especialidad de cada módulo, según las características socioculturales de las comunidades. Asimismo se tomó en cuenta la información que el consorcio PfR proporcionó en relación con su intervención con las comunidades del Corredor Seco del país. La información, análisis, observaciones y notas de campo fueron registrados, de forma digital, por parte de los módulos que los necesitaron para llevar a cabo su intervención.

El análisis de la información obtenida de las entrevistas se compartió y analizó por los integrantes del Megaproyecto, por medio del método de “Lógica configuracional”, para establecer el diagnóstico de necesidades que tomará en cuenta: Nivel educativo, reacción de la comunidad ante intervenciones de capacitación y educativas; percepción ante ayuda recibida y desempeño de la comunidad durante desastres naturales y hambruna (en combinación o por separado); dinámicas sociales y familiares; hábitos alimenticios y de cocina; aspectos que la comunidad considera prioritarios. En esta etapa el módulo de Psicopedagogía intervino ayudando a organizar y vincular datos, sin embargo la información obtenida fue de utilidad directa para los otros módulos.

En función del diagnóstico, se establecieron las prioridades comunitarias y la viabilidad de la participación del Megaproyecto con la intención de incidir en el fortalecimiento de resiliencia y la seguridad alimentaria. A partir de lo cual, los demás módulos diseñaron los productos previamente planteados para las comunidades (en lo que no tuvo participación el módulo de Psicopedagogía).

2. Evaluación de necesidades o pautas de observación. Respecto a la organización y gestión del trabajo de campo y la recolección de datos con pautas de observación y encuestas, Callejo (2001), comenta que el trabajo científico consta de tres niveles: epistemológico, metodológico y tecnológico. Y que los instrumentos en cuestión están en el tercer nivel, el tecnológico, que no es menos importante pero está, definitivamente, condicionado por los otros dos niveles. También señala que es importante tomar en cuenta que sin prácticas, técnicas e instrumentos de investigación no hay sociología empírica.

Partiendo de lo anterior, se consideró conveniente tomar en cuenta el modelo de cuatro etapas que propone Astramovich (2011) para conducir una evaluación de necesidades. Este diseño utiliza dos métodos de obtención de información, evaluación basada en datos y evaluación basada en la percepción de las necesidades:

a. Etapa uno: Identificar preguntas guía y metas. Es la primera etapa porque el planteamiento de las preguntas guía efectivas puede ayudar a enfocar la evaluación en orden de proveer la más útil información y sirven para identificar las metas específicas para la evaluación de necesidades. Sin metas ni propósitos claros, la evaluación de necesidades puede generar datos no claros o no aplicables al proceso. La evaluación de necesidades debe ser realista en su alcance para ser exitosamente implementada. Por lo tanto, generar algunas preguntas guía y metas ayuda a mantener el proceso enfocado y manejable.

b. Etapa dos: Identificar la población a ser evaluada. Varios grupos interesados pueden tener necesidades percibidas de diferente manera y la recopilación de tantas perspectivas como sea posible puede ayudar a asegurar que todas las voces sean escuchadas. Encontrar las convergencias entre las necesidades de varios grupos o comunidades puede ayudar a priorizar servicios.

c. Etapa tres: Recolección de datos de evaluación de necesidades. Idealmente, la recolección de información para la evaluación de necesidades, debería venir de la percepción basada en medidas como de datos objetivos o archivados. Los métodos de recolección de datos deben estar enfocados a responder las preguntas guía y dirigidos a las metas de la evaluación. Tres medios esenciales para la recolección de datos de evaluación de necesidades incluyen encuestas, grupos focales (focus group) y fuentes de datos ya existentes.

- Encuestas. Ofrecen una forma eficiente de recolectar información de evaluación basada en la percepción de las necesidades. En general, deben ser simples de completar y tan breves como sea posible mientras se reúnen los datos

necesarios. Las encuestas pueden incluir preguntas demográficas, preguntas de escala, preguntas de clasificación y preguntas abiertas. El tipo específico de preguntas utilizadas estará basado en las preguntas guía y metas de la evaluación de necesidades. La información demográfica obtenida permite identificar necesidades únicas de los subgrupos que podrían no ser reflejadas en los hallazgos generales.

- 1) Las preguntas de escala pueden ser útiles para determinar niveles de acuerdos o desacuerdos respecto a tópicos particulares o niveles de interés o importancia de servicios particulares. Asignarle números a cada punto de la escala, permite que los resultados puedan ser analizados cuantitativamente con medias y porcentajes.
 - Las preguntas de clasificación pueden se utilizan para priorizar las necesidades de poblaciones específicas. Los resultados de este tipo de pregunta ayudan a hacer frente a las mayores necesidades expresadas.
 - Las preguntas abiertas proveen información más individualizada y rica acerca de las necesidades. Con frecuencia una serie de preguntas de escalas o clasificación es seguida de una pregunta abierta para permitir la colaboración del participante.
 - Grupos focales o Focus groups. Es un medio para obtener datos de necesidades basados en la percepción de las mismas que involucra conducir grupos focales estructurados. En este enfoque alrededor de cinco a diez participantes de una población determinada participan en una sesión de obtención de información guiada por un facilitador. Una ventaja de estos grupos es el diálogo que puede ocurrir mientras el facilitador procesa las respuestas a las preguntas que se plantean al grupo. Mientras emergen temas durante la discusión, el facilitador del grupo focal registra las perspectivas de los miembros y provee un resumen de los hallazgos clave.

- Fuentes de datos existentes. Además de las necesidades basadas en la percepción, con frecuencia, se utilizan datos existentes como medio para identificar más objetivamente las necesidades de las poblaciones. En última instancia, mediante el análisis de los datos existentes junto a la obtención de información basada en la percepción de necesidades, se alcanza una perspectiva más amplia sobre las necesidades de las poblaciones a atender.
- Etapa cuatro: Análisis e interpretación de datos. El análisis cuidadoso de los datos puede incluir la desestimación de los resultados de varios grupos demográficos. Estos resultados pueden ayudar a enfocar especial cuidado a las minorías.

Aunque Callejo (2001) no se declara en contra de utilizar instrumentos para la recolección de datos, admite que al estar en el tercer nivel de la investigación, el tecnológico, con frecuencia se deja de lado el planteamiento de su grado de conveniencia en la realidad social. De ahí que propone el cuidadoso trabajo reflexivo de esta realidad plasmada en los instrumentos, de modo que más que instrumentales sean tecnológicos.

Astramovich (2011) coincide, de alguna manera, afirmando que los hallazgos de la evaluación de necesidades tienen importantes implicaciones para la misión de un programa y los servicios específicos ofrecidos. En relación con la reflexión de Callejo hecha en el párrafo anterior, es en la traducción de las necesidades identificadas en los instrumentos de observación, a metas y objetivos específicos donde se observa cuán conveniente es su uso. De esta forma, con una traducción acertada, que los programas pueden monitorear los resultados de sus servicios y evaluar si las necesidades son apropiadamente satisfechas.

3. Planificación del material educativo. Una vez que cada módulo, de Ingeniería en Ciencias de Alimentos, Ingeniería Agroforestal y Licenciatura en Nutrición, diseña el producto que propone, en conjunto con el módulo de Psicopedagogía y en función de lo dispuesto para su producto, se dispone qué material educativo es el más

favorable para propiciar el dar a conocer su producto. En algunas ocasiones es necesaria la elaboración de varios tipos de material educativo y/o de consulta, si el módulo encargado del producto lo requiere por la forma en que planea presentarlo.

Después de elegir el material educativo más apropiado para cada producto, el módulo diseñador procede a brindar al módulo de Psicopedagogía, la información necesaria para la planificación y diseño del material elegido. Dichos planificación y diseño del material educativo toman en cuenta los requerimientos especificados por cada módulo, como a quién debe ir dirigida la información, preferencias por cantidad de contenido gráfico y necesidad de combinación de materiales entre otras.

4. Descripción del material educativo. Entre las propuesta de intervención psicopedagógica se consideran recursos fáciles de manipular, de larga duración, de fácil reproducción y con el enfoque sociocultural del personal intermediario a quien van dirigidos. Como estrategia de acción, se toma en cuenta la combinación de características comunales y de proyecto, para la elección del material.

Entre el material educativo y de consulta que se propone para dar a conocer los métodos de elaboración y los beneficios de los productos nutricionales y de las prácticas de conductas de desarrollo sostenible están los pósters o displays y material audiovisual como videos ilustrativos o tutoriales.

Pósteres o "Displays". Como lo afirma Burgaleta, (2011), «El póster es un resumen gráfico de un trabajo de investigación, en el cual únicamente se desatacan los aspectos más importantes, que constituyen una modalidad práctica, eficiente y moderna de comunicación. Sus propósitos son informar, persuadir y promover el aprendizaje. Ofrece información concluida de un estudio ya realizado, basada en imágenes como estrategia efectiva.» Además de la información que transmite, dice Burgaleta (2011), que presenta la venta de que puede ser utilizado como apoyo en presentaciones orales, posibilitando la interacción entre un instructor y su audiencia. Asimismo, este autor señala los que considera lineamientos básicos para su elaboración, con los que coinciden Lozano y Ruiz Campillo (1996):

- Su contenido debe corresponder a un proyecto o investigación.
- Debe ser visualmente atractivo.
- Propiciar la elegancia gráfica.
- Debe ser la representación clara y sintética de datos.
- Incluir tres elementos clave: texto, gráficos y cuadro o tablas.
- El texto debe limitarse a un máximo de 350 palabras.
- Una medida estándar de 90 cm x 60 cm, pero puede ser mayor.
- La tipografía debe ser de al menos 14 puntos.
- No exceder más de 3 tipografías.
- Evitar fondos negros.
- Evitar el abuso en el uso de fotografías o caricaturas si no son del mismo autor o artista.
- Evitar emplear fotografías con derechos de autor o empleadas en otras "campañas".
- De preferencia utilizar tipografía altamente legible.

Burgaleta (2011) señala que el póster no tiene valor por sí mismo, que cuando se elabora debe tenerse en cuenta que sólo sirve como un soporte, como apoyo para explicar el resultado de un trabajo y no debe priorizarse el hecho de que el póster se vea espectacular, sino su utilidad para los interesados. Al respecto Lozano y Ruiz Campillo (1996), lo toman como material comunicativo e indican que debe estar sujeto a evaluación con la intención de perfeccionarlo, para subsanar errores que podrían hacerlo obsoleto y porque dicha evaluación permite detectar en qué parte del diseño se deben hacer los cambios. En otras palabras, la evaluación del póster permite saber si el mismo es comunicativo y si comunica lo que inicialmente se tuvo como objetivo de su creación.

Para efectos de la evaluación los autores dictan aspectos del póster, y de todo material comunicativo, que deben considerarse, tanto en su diseño como en su

evaluación y reevaluación, aunque son conscientes de que es imposible evitar algún grado de artificialidad:

- Autenticidad
- Presencia e integración
- Vacíos de información
- Qué tan dependiente de un comunicador será la audiencia para comprender el póster
- Implicaciones de la comunicación prevista (objetivos y metas)
- Focalización, si se enfoca en la comunicación o en el aspecto estético.
- Elección, puede la audiencia elegir información dentro del póster (o necesita leerlo todo)
- Sistematización, facilita su utilización en diferentes contextos.
- Caudal de práctica, promueve la práctica a través de la comunicación
- Secuenciación, es razonable, funcional, sus partes no se restan valor entre sí
- Flexibilidad de administración, es adaptable a distintos grupos meta
- Flexibilidad de resolución, proporciona contexto interno coherente y autosuficiente
- Dificultad, cognitiva, lingüística, comunicativa
- Papel de los participantes, establece mecanismos para dar protagonismo, estimula el papel del facilitador, preve dinámicas de grupo que garantizan la interacción adecuada

- Conciencia del contenido, es comprensible, proporciona oportunidades de reflexión
- Conciencia del proceso, el proceso es evidente
- Ajuste a las necesidades, puede ser ajustado a distintas necesidades comunicativas
- Relación costo – beneficios, es rentable
- Funcionalidad, la elección y disposición funcional de los materiales responden al procedimiento pretendido, facilita su uso
- Presentación, su edición es clara y atractiva

Después de todo, siendo la intención comunicar los resultados de una investigación, vale la pena tener en mente los aspectos a evaluar que proponen Lozano y Ruiz Campillo (1996) y considerar que la evaluación constante del póster.

b. Material audiovisual. Tanto Sánchez Suárez (2011) como Bravo (2000) coinciden en que el video o tutorial multimedia, por sus características, tales como su bajo costo o su facilidad de manejo y que posibilita la comunicación en distintos momentos del proceso educativo se ha convertido en un objeto del aprendizaje, esencial en la formación de competencias informacionales.

Por lo mismo, una de las aplicaciones más comunes del video dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje es la transmisión de información, siempre que su utilización esté en función del logro de unos objetivos previamente formulados. También puede utilizarse como instrumento de transmisión de conocimientos de contenidos de tipo conceptual o descriptivo y servir de repaso a las explicaciones en contenidos de tipo simbólico, así como en las explicaciones repetitivas o en aquellos casos en los que es preciso variar el estímulo. Además, propone Bravo (2000) que el video como instrumento de transmisión de conocimientos puede emplearse en las siguientes situaciones:

- Grabación de lecciones magistrales o conferencias pronunciadas por profesores o especialistas de reconocido prestigio.
- Videolecciones, realizadas específicamente para la explicación de una lección.
- La grabación de prácticas de laboratorio.
- La grabación de temas generales o de contenidos descriptivos que, por su naturaleza, se vean favorecidos con la introducción de imágenes de elementos reales, maquetas o dibujos.
- Documentos relativos a aspectos científicos o tecnológicos concretos, de gran valor en las enseñanzas.
- Otro tipo de situaciones didácticas, donde los videos pueden ser un medio de información y orientación.

Existen, desde la perspectiva de Bravo (2000) cinco tipos básicos de videos educativos que están en función de la índole del objetivo que éstos tiene previsto cubrir:

- Instructivo: a través de los cuales se recibe una cantidad de información que debe dominarse y retenerse.
- De conocimiento: aportan información complementaria del contenido curricular. No debe ser dominada por la audiencia.
- Motivador: su objetivo básico consiste en captar la atención de la audiencia. Se dirige a la emotividad y es gratificante.
- Modelizador: presenta un modelo que la audiencia debe imitar. Debe adoptar el punto de vista del espectador y colocarse en su lugar.
- Lúcido o expresivo: se utiliza como medio de expresión, a través del manejo de los elementos expresivos; y de conocimiento, al necesitar un estudio previo para la confección del guión.

Al igual que para Bravo (2011) el video debe despertar el interés en la audiencia, para captar la atención desde el principio y procurar que ésta no decaiga, lo es para Sánchez Suárez (2011). Sin embargo, este último propone, citando a Mercé Gisbert Cervera, que el diseño del material multimedia debe seguir una estructura y principios

básicos con el objetivo de facilitar el aprendizaje, entre los que enlista: simplicidad, didáctica, dinamicidad, legibilidad, interacción y flexibilidad. Aspectos que abarcan lo enfatizado por Bravo (2000) respecto al diseño del video: «... el número de conceptos expuestos a lo largo del video, la amplitud y dificultad de éste deben estar relacionados con la capacidad perceptiva de la audiencia, presentando una densidad adecuada. Debe ser exacto y actual, expuesto con claridad y rigor expositivo [...] la duración incide en la cantidad de información que suministra el video y, sobre todo, en el nivel de atención de la audiencia [...] la duración del texto hablado, con respecto a la imagen, debe estar equilibrada. La duración de éste debe estar entre el 60 y el 80% del tiempo total del video».

Con la intención de facilitar la implementación de material multimedia, Sánchez Suárez (2011) hace alusión al diseño instruccional, en función de cuyos modelos en combinación con el diagrama Gantt, permite una gestión y planificación perfecta de cualquier proyecto. Particularmente, este diagrama propone asignar tareas, un responsable, fecha de inicio y fecha de finalización para cuatro fases: análisis, diseño, desarrollo e implementación, ordenados en un cuadro de doble entrada. Lo que complementa la guía didáctica que promueve Bravo (2000), para seleccionar y evaluar cualquier video educativo. En la que, además de los datos técnicos y la formulación de los objetivos, se suele incluir sugerencias para el trabajo con el mismo antes y después de su proyección; datos para ampliar conocimientos, cubrir lagunas temáticas, aportar bibliografía de ampliación y materiales complementarios como pruebas de evaluación. También debe incluir una sinopsis del programa y, en algunas ocasiones, el guión del video.

Según Sánchez Suárez (2011), la creación de materiales multimedia debe fundamentarse en un proceso de diseño instruccional, con el objetivo de que se analicen las necesidades de los usuarios y que defina, entre otros aspectos, las necesidades formativas del mismo. En concordancia con esto Casanova (2009) propone, la evaluación constante del material como parte del proceso de enseñanza aprendizaje, a través del planteamiento de preguntas clave para llevarla a cabo: ¿tiene en cuenta las posibilidades de la audiencia?, ¿tiene en cuenta el contexto?, ¿sirve para

mejorar el aprendizaje?, ¿resulta útil para mejorar la enseñanza?, ¿apoya el desarrollo y el ajuste de los proyectos? y ¿mejora la calidad del sistema? entre otras preguntas.

Además de los aspectos sociales cuestionados por Casanova (2009) para la evaluación del video, Bravo (2000) indica que el video educativo debe estar realizado con criterios puramente audiovisuales, donde se potencien las posibilidades expresivas del medio, encaminados a comunicar las ideas a través de emociones. Toma en cuenta que la función básica del texto, escrito o hablado, es completar la imagen y reducir los grados de polisemia de ésta. Por último, su afirmación «...el video establece relación interdisciplinaria directa con más de un área de conocimiento y esta relación, adecuadamente explotada, puede ser muy positiva», es la que se considera fundamental para su aplicación en el Megaproyecto.

5. Programa Pinnacle VideoSpin. Uptodown indica que Pinnacle VideoSpin es un editor de video con funciones básicas de montaje que permite crear una película formada por varias secuencias. El usuario no sólo puede utilizar videos para crear su película, también imágenes, música, transiciones, títulos de texto y efectos de sonido. El editor utiliza el sistema de pistas para dar entrada a los diferentes recursos multimedia; en la pista de audio es posible realizar "desvanecimientos" de forma gráfica; y la vista previa permite visualizar el proyecto en tiempo real, sin renderizar (crear una imagen desde un modelo). Los videos creados con Pinnacle VideoSpin pueden ser exportados a una amplia gama de formatos, entre ellos: AVI, DivX, Flash Video, MP4 (iPod y PSP), MPEG, Real Media y Windows Media (<http://pinnacle-videospin.uptodown.com/>).

Se hacen las especificaciones de este programa de descarga gratuita pues es la herramienta tecnológica a utilizarse en la elaboración de material audiovisual.

I. CONCLUSIONES

El módulo de psicopedagogía, en función de sus objetivos, generales y específicos, los objetivos del Megaproyecto para cada una de las comunidades visitadas, luego de haber reunido la información pertinente con base en la teoría que sustenta su intervención, llegó a las siguientes conclusiones:

- Por disposiciones del consorcio Partner for Resilience, en relación a la duración del Megaproyecto (18 meses), la intervención de éste último se limitó a diseñar productos que serán introducidos y promocionados en las comunidades por su personal y no directamente por los integrantes del Megaproyecto.
- El proceso de intervención del Megaproyecto con las comunidades siguió como pauta el modelo de investigación de Randal Astramovich, en el que se toma en cuenta la recolección de datos y las perspectivas de las comunidades de dichos datos.
- La intervención del módulo de psicopedagogía facilitó la interacción de los integrantes del Megaproyecto con las comunidades al diseñar y guiar actividades rompehielo con la intención de establecer un buen rapport.
- Con intención de facilitar el rapport con las comunidades y facilitar la comunicación, el módulo de psicopedagogía modificó el vocabulario técnico específico de cada módulo antes de las intervenciones entre los integrantes del Megaproyecto y las comunidades.
- Se diseñaron pautas de observación para la recopilación directa de información por parte de los integrantes del Megaproyecto, durante las visitas realizadas a las comunidades del Corredor Seco del País. Ver anexo.
 - Pauta de observación para la recopilación de información para la implementación de bosques energéticos. Constó de preguntas abiertas, preguntas de escala y de clasificación. Ver anexo.
 - Pauta de observación y recopilación de datos para la implementación de un vivero forestal. Constó de preguntas abiertas, preguntas de escala y de clasificación. Ver anexo.

- Pauta de observación y recopilación de datos para determinar la situación de los recursos hídricos y la seguridad alimentaria. Constó de preguntas abiertas, preguntas de escala y de clasificación. Ver anexo 5.
 - Pauta de observación y recopilación de datos nutricionales y antropométricos. Dicha pauta constó de preguntas demográficas y preguntas de clasificación. Ver anexo.
- El diseño del material educativo se enfocó en personal intermediario, es decir, su audiencia fue el personal del consorcio Partner for Resilience y no los habitantes de las comunidades en función de cuyas necesidades e información se diseñó. Por lo que dicho material se diseñó mayor carga textual que visual, pues su nivel académico es de licenciatura.
 - El instructivo de uso y consumo del alimento producido por el módulo de Ingeniería en Alimentos (Tortilla) se diseñó como un póster de 1m x 1m, que en su oportunidad será la etiqueta que llevará el empaque del mismo. La intención de dicho póster es informar al consumidor cómo desempacar el producto para consumirlo, así como promover la limpieza del ambiente motivándole a colocar el empaque vacío en el basurero. Ver anexo.
 - Para guiar la recolección, almacenaje y transporte de agua para su análisis fisicoquímico, se diseñaron cinco pósters informativos, de 1m x 1m, requeridos por el módulo de Ingeniería en alimentos. Ver anexo 8.

Como colaboración con el centro de salud de Sacapulas, para la prevención de la contaminación alimenticia se diseñó un video demostrativo, tipo modelizador, del lavado de manos y un póster para promover la inocuidad de los alimentos. Ver anexos 9 y 10.

X. CONCLUSIONES GENERALES

- Se establecieron las características del centro de recuperación nutricional y la comunidad cercana a éste.
- Se realizó un análisis de la situación que atraviesa el centro de recuperación nutricional y con base en ello se estableció el listado de problemas a priorizar.
- Se desarrolló un instrumento de evaluación de conocimientos, actitudes y prácticas. Así como material educativo para dar soporte a los temas de lavado de manos y mezclas vegetales.
- Es factible, solucionar problemas energéticos futuros dentro de las comunidades vulnerables al cambio climático por medio de la utilización de plantaciones forestales de rápido crecimiento con fines energéticos son una vía que permite.
- Se obtuvo una aceptación por parte de las comunidades a proyectos de reforestación con fines energéticos, utilizando especies locales de rápido crecimiento.
- Se elaboraron tres manuales con la intención de brindar la información necesaria para el establecimiento de una plantación energética utilizando especies de rápido crecimiento.
- Se desarrolló una tortilla de vida útil aumentada de aproximadamente 14 días empleando tecnología de barreras u obstáculos.
- Se obtuvo un producto guatemalteco tradicional sensorialmente aceptable para comunidades de bajos recursos dentro del corredor seco, Guatemala.

- El contenido nutricional de la tortilla desarrollada no presentó diferencias significativas en el caso de la proteína, grasa y fibra cruda respecto a una tortilla de maíz sin tecnología de barreras. A su vez ésta sí mostró una diferencia significativa en su contenido de humedad, cenizas y carbohidratos siendo superior en los dos últimos.
- Se logró desarrollar tres tipos de alimentos complementarios con larga vida útil para ser incorporados en el kit de asistencia alimentaria de la cruz roja Guatemalteca.
- Se desarrollaron manuales para la reforestación de las comunidades para promover el manejo correcto de los recursos naturales.
- Se desarrolló una tortilla de vida útil aumentada de aproximadamente 14 días empleando tecnología de barreras u obstáculos.
- Se obtuvo un producto guatemalteco tradicional sensorialmente aceptable para comunidades de bajos recursos dentro del corredor seco, Guatemala.
- El contenido nutricional de la tortilla desarrollada no presentó diferencias significativas en el caso de la proteína, grasa y fibra cruda respecto a una tortilla de maíz sin tecnología de barreras. A su vez ésta sí mostró una diferencia significativa en su contenido de humedad, cenizas y carbohidratos siendo superior en los dos últimos.
- El módulo de Psicopedagogía contribuyó con la investigación cualitativa que se llevó a cabo durante los dieciocho meses que duró el megaproyecto. Dicha investigación siguió el formato propuesto por Randall Astramovich, que enfatiza la importancia de tomar en cuenta los hechos observados por los investigadores, como la percepción que tienen las comunidades de los mismos hechos. Lo que permite, luego de comparar las dos visiones, tener un panorama claro y objetivo

de las necesidades de las comunidades, de qué las provoca y de sus posibles soluciones.

XI. RECOMENDACIONES GENERALES

- Realizar la validación de los instrumentos elaborados, la evaluación de conocimientos, actitudes y prácticas; así como el programa de educación alimentaria y nutricional.
- Implementar, con el personal del centro de recuperación nutricional, los instrumentos elaborados, teniendo en cuenta las características de dichas personas.
- Adaptar el material elaborado para ser usado con los padres o cuidadores de los niños que se encuentran en el centro de recuperación nutricional.
- Incluir ensayos microbiológicos para la evaluación de la barrera de antimicrobianos, así como también para los análisis de vida útil acelerada para obtener una estimación más exacta.
- Emplear harina sin aditivos de otra marca comercial y comparar variaciones entre los resultados.
- Elaborar las tortillas tomando como base maíz y no harina previamente nixtamalizada. De esta forma se reduce la variación en su composición.
- Manejar sosteniblemente los bosques y recursos naturales, así como la implementación de proyectos de reforestación, como un medio de la reducción de la resiliencia en comunidades vulnerables al cambio climático.
- Utilizar manuales elaborados en este módulo como un punto de inicio y desarrollo de programas de reforestación con especies de rápido crecimiento, con fines energéticos.

- Verificar, previo al establecimiento de una plantación, que las condiciones del suelo, las especies a utilizar y los requerimientos de agua de estas sean las requeridas para el desarrollo de las plantas, así como se recomienda la búsqueda de ayuda por medio de incentivos económicos del programa de incentivos forestales del país.
- Llevar a cabo un estudio de vida de anaquel a cada uno de los alimentos diseñados para obtener el tiempo de vida exacto de los productos.
- Dar seguimiento a las capacitaciones sobre los manuales diseñados y presentados en este proyecto.
- Educar y sensibilizar a las comunidades ante las prácticas de seguridad alimentaria y de sostenibilidad requeridos para contrarrestar los desastres climáticos, representan un aspecto importante para lograr cambios, en algunos casos paradigmáticos. Por lo que debe tomarse en cuenta el aspecto educativo y de concientización durante todo el proceso del megaproyecto, para lograr incidir integralmente en las comunidades y garantizar la continuidad de los proyectos.
- Implementar de los instrumentos elaborados, haciendo uso de las guías de validación que corresponde a cada uno.
- Revisar de los alimentos disponibles en el municipio de Sacapulas, por medio de una visita al mercado municipal, así como a las tiendas de la comunidad.
- Realizar un inventario de los productos disponibles en el centro de recuperación, ya que esta información puede ayudar a la implementación del programa de educación alimentaria nutricional.

- Validar los términos empleados en el análisis de conocimientos, actitudes y prácticas.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón. J. Andrino F. *Diferencias urbano-rurales en la ingesta de alimentos de familias pobres de Guatemala*. Arch Latinoamer Nutr 1991.
- Alfonzo. G. *Efecto de tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas*. Arch Latinoamer Nutr 2000.
- Aranceta, J. Pérez C. y M. García. 2002. *Nutrición Comunitaria*. 3ª ed. Publicaciones de la Universidad de Cantabria. España. 263 páginas.
- Barbosa-Cánovas, G.; Anthony, J.; Schmidt, S.; Theodore, L. 2007. *Water activity in foods: fundamental and applications*. IFT Press. Blackwell publishing. Pp. 403.
- Barbosa-Cánovas, G.; Usha, R.; Palou, E.; Barry, G. 1999. *Conservación no térmica de alimentos*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Barner, H. (1978). *Implementation of results from provenance research*. Vol. 1, Proceedings of joint meeting of IUFRO Working Parties on Genetic Variation of Douglas Fir, Contorta Pine, Sitka Spruce and Abies. Vancouver: British Columbia.
- Blanco, A. (1993). *La psicología comunitaria, ¿una nueva utopía para el final del siglo XX?*. En A. Martín, F. Chacón y M. Martínez, *Psicología Comunitaria*, (pp. 11-33). Madrid. Visor.
- Blanco. 2010. *Síndrome del Intestino Irritable y otros trastornos relacionados: fundamentos biopsicosociales*. México, Editorial Médica Panamericana. 802 páginas

- Blasco, C. 2006. *Nutrición básica humana*. Universitat de València. Valencia, España. Guada Impresores. S. L. Pp. 142.
- Branen, L.; Michael, D.; Salminen, S.; John, H. 2002. *Food additives*. Second edition. Marcel – Dekker. Pp. 938.
- Bressani R. Navarreto D, Garcia-Soto A, Elias L. *Culinary practices and consumption characteristics of common beans at the rural home level*. Arch Latinoamer Nutr. 1988
- Bressani. Ricardo. *Mezclas de arroz y frijol (55:45 y 77:23)*. Valor Nutricional de las proteínas de las mezclas. Arch. Latinoamer Nutr 1982.
- Brusilovsky, Silvia y Cabrera, María Eugenia. 2008. *Principios democráticos de la educación para adultos: su metamorfosis en los '90*. Educación, Lenguaje y sociedad. Publicación del Departamento de Educación de la Universidad de Luján, España. V (5): 19-40.
- Burdock, G. 1997. *Encyclopedia of Food and Color additives*. Volume II, F – O. CRC Press. New York.
- Callejo, Javier. 2001. *Organización y gestión de los trabajos de campo con encuestas personales y telefónicas/Análisis de datos con SPSSWIN/DYANE versión 2*. Diseño y análisis de encuestas en investigación social y de mercados. Revista de Metodología de Ciencias Sociales. Madrid, España. IV (4): 247-250.
- Cannon, P.G.; et. al. *Alnus Acuminata*. Costa Rica: CATIE.
- Casanueva, Esther. et al. 2008. *Nutriología médica*. 3ª ed. Editorial médica panamericana. 824 páginas.
- Castillo, J. M. 2006. *Nutrición básica humana*. Valencia, España.

- Ceballos, M, Gazzotti, M, 2003, *Aportes a la educación entre personas adultas*, Quito Ecuador.
- CEPAL, *Istmo centroamericano: Los retos de la sustentabilidad en granos básicos*. México: CEPAL. 2003.b
- Chandler. Robert. *Rice in the tropics*. Boulder, CO: Westview Press. 1979
- Codex Alimentarius. 1995. Codex Stan 153 - 1985. *Norma del Codex para el maíz*. Pp. 1 – 3
- Coles, R.; Derek, M.; Kirwan, M. 2009. *Food packaging technology*. John Wiley & Sons. Pp. 368.
- Comité Permanente de Nutrición del Sistema de las Naciones Unidas (SCN). *El cambio climático y la seguridad Nutricional*. 2010. Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas. Cancún. 14 páginas.
- Corbetta, Pergiorgio. 2003. *Metodología y Técnicas de Investigación Social*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Costa de Oliveira A, Silvia Queroz K. Machado S. *Processamento domestic do feijao-comun ocasionou uma reducao nos fatres antinutricionais fitato e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulencia rafinose, estaquiose e verbascose*. Arch Latinoamer Nutr 2001.
- Cubero, N. (2002). *Aditivos Alimentarios*. Madrid, España: Mundi-Prensa Libros.
- Dergal, S. 2006. *Química de los alimentos*. Pearson Addison Weasley. Cuarta edición. Pp. 23 – 30.

Di Virgilio, María Mercedes; Fraga, Cecilia; Najmias, Carolina; Navarro, Alejandra; Perea, Carolina y Plotno, Gabriela. 2007. *Revista Argentina de Sociología*. V (9): 90-110.

Diccionario de la lengua española. 1992. Real Academia Española de la Lengua. 21 ed. Madrid: Espasa Calpe, S. A. 2 vols.

Dumani Echandi, Marcela. *De todo con frijoles*. San José Costa Rica. Escuela de Nutrición, Universidad de Costa Rica. 2000.

Estrada, C. (1983). *Ideas para la instalación de un vivero forestal*. Guatemala: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Fredericksen, T. (2003). *Consideraciones para Árboles Semilleros en Bosques Tropicales bajo Manejo en Bolivia*. Bolivia: The Forest Management Trust.

García, Pedro. 1983. *Fundamentos de nutrición*. 2ª ed. Educación diversificada a distancia. San José, Costa Rica. 148 páginas.

Gil, Ángel. 2010. *Tratado de Nutrición: Nutrición humana en el estado de salud*. 2ª ed. Tomo 3. Editorial Médica panaméricana. 550 páginas.

Gladding, Samuel and Newsome, Deborah. *Community and Agency Counseling*. 2nd. Edition: Pearson, Merrill Prentice Hall. 2004, USA

Glicksman, M. 1969. *Gum technology in the food industry*. Academic Press. New York and London. Pp. 590.

Gold, K., P. León-Lobos. y M. Way. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica*. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi. Boletín INIA N° 110, 62 p.

- González Rey, F.L. 2000. *Investigación cualitativa en Psicología. Rumbos y desafíos*. México: International Thomson Editores.
- González, Joaquín. et al. 2010. *Construcción y validación de un cuestionario para medir conductas, conocimientos y actitudes sobre la higiene de las manos en personal sanitario en formación*. Revista española Salud Pública. 84(6): 827-841
- Guo, Z.; Castell, M.; Moreira, R. 1999. Characterization of masa and low-moisture corn tortilla using stress relaxation methods. Dept. Agricultural Engineering, Texas A&M University. Texas. Journal of texture studies. Pp. 197 – 215.
- Hernández, Sibia. 2010. *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuesta de inversión. Municipio de Sacapulas departamento de Quiché*. Universidad de San Carlos de Guatemala. 227 páginas.
- Hershenson – Power- Waldo (1996) *Community Counseling: Contemporary Theory and Practice*. Allyn & Bacon: Massachusetts, USA.
- Hurtado, María. 2001. *Mezclas legumbres/cereal por fritura profunda de maíz amarillo de tres cultivares de frejol para consumo snack*. Archivos Latinoamericanos de nutrición. 51(3): 303-308.
- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP. 1997. *Guías para la Educación Alimentaria Nutricional*. Clapp & Mayne, Inc. Guatemala. 169 páginas.
- Instituto Nacional de Estadística. 2008. *Estimaciones de la Población total por municipio*. Periodo 2008-2020. Guatemala.
- Jara, L. (1998). *Selección y manejo de fuentes semilleras en América Central y República Dominicana*. Costa Rica: CATIE. 85 páginas.

- Jensen, F *et. al.* (1996). *Escalamiento de árboles para la recolección de semillas*. Costa Rica: CATIE. 57 páginas.
- Kaliyaperumal, K. 2004. *Guideline for conducting a Knowledge, Attitude and practice (KAP) study*. AECS Illumination. 4(1): 7-9.
- Laaman, T. 2010. *Hydrocolloids in food processing*. Wiley-Blackwell. IFT Press. Pp. 344.
- Lainez, J. 2006. *Tesis elaboración de pan tipo baguette*. México. Pp. 39-43.
- Leistner, L.; Grahame, G. 2002. Hurdle technologies. *Food engineering series*. Kluwer academic/plenum publishers. New York.
- Limanond, B.; Elena, C.; Moreira, R. 1999. *Effect of time and storage conditions on the Rheological properties of masa for corn tortillas*. Dept. Agricultural Engineering, Texas A&M University. Texas.
- Limanond, B.; Elena, C.; Moreira, R. 2002. *Modeling kinetics of corn tortilla staling using stress relaxation data*. Dept. Agricultural Engineering, Texas A&M University. Texas. *Journal of Food Engineering*. Pp. 237 – 247.
- Lucero, L.; Ramirez, B.; Torres, P.; López, J.; Sánchez, D.; Reyes, C.; Milán, J.; Morales, I. 2012. *Improving textural characteristics of tortillas by adding gums during extrusion to obtain nixtamalized corn flour*. *Journal of texture studies*. Pp. 736 – 755. Wiley Periodicals Inc.
- Lueck, E. 1980. *Antimicrobial food aditives*. Characteristics, uses, effects. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, New York. Pp. 280.
- Manciaux, M. (2003). *La Resiliencia: resistir y rehacer*. España: Gedisa Editorial, S.A. 318 páginas

- Marín, Zoila. *Elementos de nutrición humana*. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED). 410 páginas.
- Martínez Torralba, Isabel y Vásquez-Bronfman, Ana. 2006. *La resiliencia invisible*. Barcelona: Gedisa, S. A.
- Martínez, F.; Martínez, H.; Martínez, E. Sánchez, F.; Chang, Y.; Barrera, D.; Ríos, E. 2001. *Effect of components of maize on the quality of masa and tortillas during the traditional nixtamalisation process*. Journal of the science of food and agriculture. Pp. 1455 – 1462.
- Martínez. Aníbal. *Hierba Mora, Chipilin y Jícama; para alimentarse con calidad y economía*. Editorial Serviprensa. Mayo. 2006.
- Medina Fernández, Oscar. 2005. *Especificidad de la Educación de Adultos*. Bases. México.
- Megaproyecto Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción ante desastres ocasionados por el cambio climático*. Informe Camotán, Chiquimula.
- Megaproyecto Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción ante desastres ocasionados por el cambio climático*. Informe Quiché
- Megaproyecto Seguridad alimentaria y nutricional en la reducción ante desastres ocasionados por el cambio climático*. Informe Sololá.
- Méndez, G.; García, F.; Paredes, O.; Bello, L. 2008. *Effect of nixtamalization on morphological and rheological characteristics of maize starch*. Journal of cereal science. Pp. 420 – 425.

- Méndez, J.; Arámbula, G.; Loarca, M.; Gonzales, J.; Castaño, E.; Moreno, E. 2004. *Aflatoxins fate during the nixtamalization of contaminated maize by two tortilla-making process*. Querétaro, Mexico. Elsevier Science. Pp. 87 – 94.
- Mora, Alvarado D. 2009. *Agua EUNED*. 45 Págs.
- Morán, D. (1983). *Algunas experiencias sobre viveros forestales*. Guatemala: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Moskowitz, Howard; Jacqueline Beckley y Anna Resurrección. 2012. *Sensory and consumer research in food product design and development*. Editorial Wiley-Blackwell. Página 230.
- Multon, j. 2000. *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias*. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Nava, P. B. (2005). *Investigación cualitativa* (Primera ed.). México.
- Nielsen, S. 2003. *Food Analysis*. Purdue University. Springer. Purdue University. West Lafayette, Indiana.
- Ocampo Muñoz, Jaime Andrés. *Determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa Decafé S.A. y evaluación del tipo de empaque en la conservación del producto*. Colombia. 2003. Universidad Nacional de Colombia.
- OPS/OMS. *Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable*. 1998. 92 págs.
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 1995. *Manejo de proyectos de alimentación y nutrición en comunidades*. 241 páginas.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2012. *Conservación de frutas y verduras mediante tecnologías combinadas*. Deposito de documentos de la FAO.
- Organización mundial de la salud (OMS). *Seguridad del paciente, alianza mundial en pro de una atención de salud más segura*.
- Orozco, E; *et. al.* (2009). *Manual de viveros forestales*. Guatemala: Comisión de Ambiente y Recursos Naturales CODEDE, San Marcos
- Orozco, E; *et. al.* (2009). *Manual de viveros forestales*. Guatemala: Comisión de Ambiente y Recursos Naturales CODEDE, San Marcos.
- Peralta, C. 1998. *Plan de mercadeo para la industrialización y comercialización de la tortilla convencional en la ciudad de Guatemala*. Universidad Francisco Marroquín. Pp. 86.
- PNUD. *Agua para Vivir, como proteger el agua comunitaria*. 2005. 47 págs.
- Proyecto Esfera, 2011. *Carta Humanitaria y Normas Mínimas de Respuesta Humanitaria en Casos de Desastre*. Pp. 294.
- Raimond B. Seymour, Charles E. Carraher. 1995. *Introducción a la Química de Los Polímeros*. Reverté. Pp. 191.
- Riaz, M. N. (2006). *Soy applications in food*. USA: Taylor and Francis Group.
- Rodríguez, Evelyn. 2005. *Bacteriología general: principios y prácticas de laboratorio*. Editorial Universidad de Costa Rica. 475 páginas.
- Rodriguez, M.; Sergio, S.; Sánchez, F. 2008. *Nixtamalización, del maíz a la tortilla: Aspectos nutrimentales y toxicológicos*. Universidad Autónoma de Querétaro. Primera edición. México.

- Rojas, F. 1988. *La cultura del maíz en Guatemala*. Ministerio de Cultura y Deportes. Colección. Ixim. Comisión Nacional del III Festival Centroamericano del Maíz. Guatemala. Pp. 146.
- Rowe, J.; Brodegard, W.; Pike, O.; Steele, F.; Dunn, M. 2006. *Storage, preparation, and usage of fortified food aid among Guatemalan, Ugandan, and Malawian beneficiaries: A field study report*. Food and Nutrition bulletin, vol. 29. No.3. The United Nations University. USA. Pp. 213 – 219.
- Ruano, S. 2005. *Formulación y evaluación de aceptabilidad de mezclas vegetales para la alimentación de pacientes hospitalizados en el instituto de cancerología Dr. Bernardo del Valle S*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sánchez Suárez, José Antonio. 2011. *Diseño de material multimedia para la formación de competencias informacionales*. Biblioteca de la Universidad de Palmas de Gran Canaria, España. Ibersid. (5): 117-125.
- Sánchez, C. H. (2012). *Uso de Natamicina en pan de molde sin corteza para aumentar el tiempo de vida útil*. Trabajo Profesional, Ecuador.
- Sattler, Jerome M. (2008). *Assessment of children: cognitive foundations*. 5a edición. EEUU. 1100 páginas.
- Secretaría del trabajo y previsión social (STPS). 2010. *Elaboración de tortillas, prácticas seguras en el sector agroindustrial*. Gobierno federal. Primera edición. México.
- Serna, O.; Rooney, L. 2003. *Tortillas*. Instituto tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. Texas A&M University. Elsevier Science. Pp. 5808 – 5813.
- Serna, O.; Rooney, L. 2004. *Tortillas*. Instituto tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. Texas A&M University. Elsevier Science. Pp. 290 – 298.

- Serra, Luis. 2006. *Nutrición en Salud Pública*. 2ª ed. MASSON. Barcelona, España. 631 páginas.
- Serra. Majem. et al. 1994. *Consejo nutricional y alimentario*. Medicina Clínica. 102(1):93-99. Barcelona, España.
- Shibamoto, Takayuki y Bjeldanes, Leonard F. *Introduction to food toxicology*. USA. 2009. Second edition. Food Science and Technology, International Series. Pp. 60.
- Sin Autor. Sin fecha. *El análisis CAP (conocimientos, actitudes y prácticas)*. 5 páginas.
- Soto-Lesmes, Virginia y Durán, María Mercedes. 2010. *El trabajo de campo: clave en la investigación cualitativa*. Aquichan. [Colombia] 10 (3): 253-266.
- Steinhart, H. 2002. *Calidad proteica: métodos para evaluar la calidad de las proteínas en alimentos*. Trad. Montaña Cámara. Programa educativo.
- Theron, Maria y Lues, J.F Rykers. *Acids and food preservation*. USA. 2011. Taylor and Francis Group. Pp. 61
- United Nations. *International Strategy for Disaster Reduction*. 2008. Briefing Note 01: Climate Change and Disaster Risk Reduction. Weather, climate and climate change. Ginebra, Suiza.
- Universidad de Perú. 2008. *Gestión del agua para enfrentar el cambio climático*. 63 Págs.
- USAID-MINEDUC. 2003. *Herramientas de evaluación en el aula*. Guatemala. 128 páginas.

- Veldman, Tialda. 2011. *Climate-Proof Disaster Risk Reduction*. Presentación PfR Programa Global & Guatemala. Presentación de Power Point, expuesta el 6 de julio de 2011. Ver anexo 2.
- Weber, J. 2008. *Shelf life extension of corn tortillas*. Kansas State University. Manhattan, Kansas.
- Werner. Jaffé. *Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods*. Caracas. Archivos Latinoamericanos de nutrición.
- Williams, M. H. (2002). *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte*. Barcelona, España: Paidotribo. el 6 de julio de 2011.
- Williams, P. (1977). *Flora Of Guatemala*. Volume 24. USA: Field Museum of Natural History.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS CONSULTADOS

- Abascal, Luisa Fernanda. *Propuesta de Elaboración de Pan Blanco Fortificado con zinc para el consumo de Pacientes en el Hospital Roosevelt*. Guatemala, 2005. Universidad de San Carlos de Guatemala. Fecha de acceso: 20/2/12. Extraído de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2338.pdf

Alarcón, E. H. (2005). *UNAD*. Recuperado el 14 de agosto de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/54057631/64/PRUEBA-DE-PREFERENCIA-PAREADA>

Asociación Educca. 2011. *Niños sin hambre por un futuro feliz*. http://edu.asociacioneducca.com/index.php?option=com_content&view=article&id=55%3Acorredor-seco-en-guatemala&catid=35%3Ademo-articles&Itemid=56 [27 de octubre de 2011].

Astramovich, R. L. 2011. *Needs assessment: A key evaluation tool for professional counselors*. http://counselingoutfitters.com/vistas/vistas11/Article_41.pdf [10 de octubre de 2012].

Avalos, D. 2012. *La tortilla de maíz patrimonio cultural de México*. Fecha de acceso: 20/06/2012. Extracto de: <http://ideasecret.com/?p=404>

Beltrán Orozco, María del Carmen. *Cinética de las Características Físicas de Mantecadas Bajas en Grasa Almacenada en dos tipos de Material de Empaque durante su Vida de Anaquel*. México, 2007. Información Tecnológica Vol. 18(3). Pp. 13-22. Extraído de: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n3/art03.pdf>

Botran, J. 2005. *Guatemala: La Seguridad Alimentaria y Nutricional como prioridad del Estado*. Fecha de acceso: 28/10/2011. Extracto de: http://www.who.int/social_determinants/country_action/JABotran_Guatemala.pdf

Bravo Ramos, Juan Luis. 2000. *El video educativo*. <http://www.ice.upm.es/wps/jlbr/Documentacion/Libros/Videdu.pdf> [13 de octubre de 2012].

Buch Mario. Turcios Marvin. *Vulnerabilidad Socioambiental: Aplicaciones para Guatemala*. Universidad Rafael Landivar. IARNA. 2009. Extraído de:

http://www.infoiarna.org.gt/media/File/publicaciones/propias/doc_tecnicos/09-Vulnerabilidad-Socioambiental.pdf

Burgaleta, Chema. 2011. *El póster educativo*.

<http://www.slideshare.net/chemaburgaleta/el-pster-educativo> Consultado el 12 de octubre de 2012.

Barrial, Angélica. 2011. *La educación alimentaria y nutricional desde una dimensión sociocultural como contribución a la seguridad alimentaria y nutricional*. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz". [Publicación en línea].

Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/cccscs/16/bmbm.html>

Carrillo, Leonor. 2003. *Microbiología Agrícola*. Capítulo 1. [Publicación en línea].

Recuperado de: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap1.pdf>

Centros para el control y la prevención de enfermedades (CDC). 2012. *El lavado de manos salva vidas*. [Publicación en línea].

Recuperado de: <http://www.cdc.gov/spanish/especialescdc/lavarmanos/>

Calvo, Miguel. *Conservantes*. España, 2009. Bioquímica de los alimentos. Fecha de acceso: 30/3/12. Extraído de:

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/aditivos/conservantes.html>

Casanova, María Antonieta. 2009. *Diseño curricular e innovación educativa*. <http://focim.arevalodeleon.com/Bodega/PATRICIA%20AIDA/23-julio-literatuta%20disertacion/DisenoCurricularInnovacionEducativa.pdf> [17 de octubre de 2012].

CENTA. (2010). *Centro de nuevas tecnologías y procesos alimentarios*.

Recuperado el 15 de julio de 2012, de

<http://es.centa.cat/upload/pdf/texturometro.pdf>

- CONRED. 2012. *Plan nacional de respuesta*. Extracto de:
http://www.conred.gob.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=102
- Conservadores alimenticios (CA). 2012. *Propionato*. Conservadores en alimentos segunda parte. Fecha de acceso: 19/10/2012. Extracto de:
<http://cosblog.com/test/tag/propionato-de-sodio/>
- CordonBleu. *Envases*. Perú, 2011. Fecha de acceso: 3/4/12. Extraído de:
http://cordon.celsysperu.com/clase/tec_old/cursus/11%20ENVASES.ppt
- Cryovac, S. a. (2011). *cryovac*. Recuperado el 2 de julio de 2012, de
<http://www.cryovac.com/en/default.aspx>
- Dalmasso, Joseph. *Control of molds in breads*. USA. 1985. Ohio State University. Fecha de acceso: 11/7/12.
Extraído de:
<http://www.math.unl.edu/~jump/Center1/Labs/Control%20of%20Molds%20in%20Breads.pdf>
- Del Campo, M., Messler V. y A. Navarro. Educación alimentaria nutricional EAN en la enseñanza primaria municipal de Córdoba. Una experiencia en investigación acción participativa. [Publicación en línea]. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.ar/pdf/diaeta/v28n132/v28n132a03.pdf>
- Degirmencioglu et al. *Influence of modified atmosphere packaging and potassium sorbate on microbiological characteristics of sliced bread*. USA. 2011. Journal of food science and technology. Volumen 48. Número 2. Pp. 236-241. Fecha de acceso: 11/7/12.
Extraído de: <http://www.springerlink.com/content/565v35119364313t/>

Denise de Paula, Claudia. *Nuevas tendencias en pruebas afectivas en la evaluación sensorial*. Argentina, 2009. Universidad de Córdoba. Fecha de acceso: 3/4/12.

Extraído de:

<http://www.unicordoba.edu.co/pregrado/alimentos/MEMORIAS/pdf/ARTICULOS%20CORTOS%20CONFERENCIAS/CONFERENCIA%20C.%20DE%20PAULA.pdf>

DIVSA. 2010. *Productos preservantes*. Expertos en productos químicos. Fecha de acceso: 20/06/2012. Extracto de: Domínguez, M. R. (2007). *AgroSalud*. Recuperado el 18 de Agosto de 2012, de

<http://es.scribd.com/doc/39019712/Evaluacion-Sensorial-de-Los-Alimentos>

EDUCCA. 2010. El corredor seco. [Publicación en línea] en: http://edu.asociacioneducca.com/index.php?option=com_content&view=article&id=55:corredor-seco-en-guatemala&catid=35:demo-articles

Economía, M. d. (Mayo de 2009). *Mineco*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2012, de <http://www.mineco.gob.gt/NR/rdonlyres/5D972EA5-A592-4DCA-BEA2-D2131171AEC4/913/MHARINA1.pdf>

Enlaces químicos. *Ficha técnica del producto fosfato tricálcico anhidro*. Colombia, 2009. Fecha de acceso: 19/3/12. Extraído de: http://www.enlacesquimicos.com/index_archivos/fichas/FTCA-DS%20EQ.pdf

FAO. *Evolución de los conceptos normativos de la seguridad alimentaria*. Junio 2006. Extraído de: ftp://ftp.fao.org/es/esa/policybriefs/pb_02_es.pdf

FAO. *Fichas técnicas, productos frescos y procesados, pan dulce*. Costa Rica, 2006. Fecha de acceso: 19/3/12. Extraído de: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/CERE5.HTM

FAO. *Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional*. Guatemala, 2005. Fecha de acceso: 12/2/12.

Extraído de:

http://www.fao.org/righttofood/inaction/countrylist/Guatemala/PoliticaNacionaldeSeguridadAlimentariayNutricional_2005.pdf

FAO. *Política Nacional de Seguridad Alimentaria*. 2005. Marco legal. Extracto de: http://www.fao.org/righttofood/inaction/countrylist/Guatemala/PoliticaNacionaldeSeguridadAlimentariayNutricional_2005.pdf

FAO/SAN/PESA. *Seguridad alimentaria y nutricional*. 2005. Extraído de: http://www.rlc.fao.org/iniciativa/cursos/Curso%202005/3prog/1_1_5.pdf

Faillace, E. 2009. Fuentes alternativas de proteínas. Recuperado el 17 de abril de 2010, de <http://www.midieta.com/article.aspx?id=23458>

Fundación SODIS. *Método SODIS desinfección de agua*. 2012. Extracto de: <http://fundacionsodis.org/sitio/index.php/soluciones-simples/metodo-de-agua-segura/clorado>

Gómez, L. World Food Programme. Las mezclas vegetales solución a la falta de proteínas de buena calidad. Universidad de Antioquía. Consultado el 16 de abril de 2010 de: <http://www.agrosalud.org/index2.php>

González, Jervin. 2005. Centro de educación y recuperación nutricional (CERN). [Publicación en línea]. Recuperado de: http://www.deguate.com/news/publish/article_2096.shtml

Glosario. *Alimento*. 2006. Extraído de: <http://salud.glosario.net/alimentacion-nutricion/alimento-2196.html>

González, Ricardo Antonio. *Actualización de la composición proximal del pan de consumo popular en Guatemala*. Guatemala, 2004. Universidad de San Carlos de Guatemala. Fecha de acceso: 12/2/12.

Extraído de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2243.pdf

González. Viente. *La seguridad alimentaria: estimación de índices de vulnerabilidad en Guatemala*. Córdoba. Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación. 2006.

Extraído de:

<http://www.fundacionetea.org/media/File/Microsoft%20Word%20-%20reunion%20seguridad%20alimentaria.doc.pdf>

Goñi. Isabel. Serrano. José. *Papel del frijol negro Phaseolus vulgaris en el estado nutricional de la población guatemalteca*. Madrid. España. 2004. Extraído de:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222004000100006&script=sci_arttext

Goyal, G. (2006). *Processed food industry*. Recuperado el 6 de Julio de 2012, de <http://www.pfionline.com/index.php/columns/packaging/178--packaging-of-bakery-products>

Gray, Nathan. *Antioxidant may improve bread quality: study*. USA, 2010. FoodNavigator. Fecha de acceso: 3/3/12. Extraído de: <http://www.foodnavigator.com/Science-Nutrition/Antioxidants-may-improve-bread-quality-Study>

Guevara Rivas, Harold. 2010. *La epistemología como faro de la metodología*. <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articles/2186/1/La-Epistemologia-como-faro-de-la-Metodologia> [16 de octubre de 2012].

Guo, Z.; Castell, M.; Moreira, R. 1999. *Characterization of masa and low-moisture corn tortilla using stress relaxation methods*. Dept. Agricultural Engineering, Texas A&M University. Texas. *Journal of texture studies*. Pp. 197 – 215.

Herald, Thomas. *Effect of preservatives addition on the shelf-life extensions and quality of flat bread as determined by near-infrared spectroscopy and texture analysis*. USA, 2008. *International Journal of Food Science and Technology*, 43. Pp.357–364.

Extraído de:

<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/54300520/390Effectpreservativesaddnshelflife.pdf>

Hernández. Elizabeth. *Evaluación sensorial*. UNAD. Bogotá. 2005. Extraído de: <http://www.pymeslacteas.com.ar/userfiles/image/4902Evaluacion%20sensorial.PDF>

Hruskova, Marie. *Effect of Ascorbic Acid on the Rheological Properties of Wheat Fermented Dough*. República Checa, 2003. *Czech J. FoodSci.* Vol. 21, No. 4: 137–144.

Extraído de: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/50841.pdf>

http://www.divsa.com/productos_preservantes.shtml

ICPCH. (2003). *Instituto de salud pública de Chile*. Recuperado el 2 de Julio de 2012, de http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/FIBRACRUDA.pdf

INCAP. *Acciones en situación de inseguridad alimentaria y nutricional durante emergencias*. Guatemala, 2003. Fecha de acceso: 7/2/12. Extraído de: <http://bvssan.incap.org.gt/local/file/MDE131.pdf>

Instituto de la ingeniería de España. (2010). *Viveros Forestales*. España. Obtenido de: <http://www.iies.es/search/foestal/>

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH. 2012. *Zonas Climáticas de Guatemala*. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda.

<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm> [20 de septiembre de 2012].

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). 2012. Lavado de manos. [Publicación en línea]. Recuperado de: http://www.igssgt.org/consejos/2011/DICIEMBRE/lavado_,manos.html

Jungbunzlauer Companies. 2008. *Glucono-delta-Lactone*. Basel, Switzerland. Fecha de acceso: 24/10/2011. Extracto de: http://www.jungbunzlauer.com/media/uploads/pdf/Gluconates/Glucono-delta-Lactone_2008.pdf

Koksel, HavvaFiliz. *Effects of xanthan and guar gums on quality and staling of gluten free cakes baked in microwave-infrared combination oven*. Turquía. 2009. Middle East Technical University. Fecha de acceso: 11/7/12. Extraído de: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12610410/index.pdf>

Kuruneco. 2008. Información Quiché. [Publicación en línea]. Recuperado de: <http://culturaguatemala.6forum.info/t18-informacion-quiche>

Squibb, R. Mezclas de proteínas vegetales para la alimentación de niños lactantes y pre-escolares. INCAP. Recuperado el 17 de abril de 2010, de <http://hist.library.paho.org/Spanish/BOL/s3n3p86.pdf>

Lallemand, BakingUpdate. *Una guía de preservativos para panificación*. México, 1996. Volumen 1, No. 5. Fecha de acceso: 30/3/12. Extraído de: <http://www.lallemandmexico.com/pdf/LBU-01-05.pdf>

Lentech - Water treatment solutions. 2011. *Definiciones*. Fecha de acceso: 24/10/2011. Extracto de: <http://www.lenntech.es/efecto-invernadero/glosario-cambio-climatico.htm#D>

- Lohano et al. *Effect of chemical preservatives on the shelf life of bread at different temperatures*. Pakistan. 2010. *Journal of Nutrition* 9(3). Pp. 279-283. Fecha de acceso: 10/7/12. Extraído de: <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjn/2010/279-283.pdf>
- Marcano, J. 2008. Recursos naturales: la contaminación. [Publicación en línea]. Recuperado de: <http://www.jmarcano.com/recursos/conta.html>
- Martín, F. (2010). Biomasa forestal: fuente energética. España: Energuía. Obtenido de: http://www.ctfc.es/infobio/docs/Biomasa_forestal_fuente_energetica.pdf
- M. Hanssen. *E for Additives*. USA, 1987. Thorsons Publishers Limited. Actualización, 2001. Fecha de acceso: 25/3/12. Extraído de: <http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2001/anderson/antioxidants.htm>
- Madrigal, Lorena. *La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales*. 2007. Venezuela. Vol 57 No. 4. Pp. 10. Extraído de: <http://www.scielo.org.ve/pdf/alan/v57n4/art12.pdf>
- Menchú. María Teresa, Rodríguez Mónica. *Asistencia Alimentaria durante situaciones de emergencia*. INCAP. Noticias Tecnicas. 2010. Extraído de: <http://bvssan.incap.org.gt/local/file/PPNT017.pdf>
- Mergel, Brenda. 1998. *Diseño instruccional y teoría del aprendizaje*. http://144.202.254.202/dts_cursos_md/ME/DE/DES02/ActDes/DES02LectComl_DisenoTeorias.pdf [17 de octubre de 2012].
- Milde, L. B. (2009). UNAM. Recuperado el 23 de Agosto de 2012, de <http://exactas-unam.dyndns.org/recyt/images/stories/Descargas/revista%20milde11-1.pdf>

Ministerio de Agricultura. ICA. *La familia rural y su nutrición*. Julio. 2007. Extraído de:
[http://books.google.com.gt/books?id=plcgAQAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es
&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.gt/books?id=plcgAQAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Morales, R. A. (Septiembre de 2004). Recuperado el 17 de Agosto de 2012, de
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2243.pdf

Morales, R. A. (Septiembre de 2004). Recuperado el 17 de Agosto de 2012, de
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2243.pdf

Mortis, S., Rosas, R. y Chairez, E. s.f. Instituto Tecnológico de Sonora. *Modelos de
Diseño Instruccional*.
[http://biblioteca.itson.mx/oa/educacion/oa32/modelos_diseno_instruccional/index.
htm](http://biblioteca.itson.mx/oa/educacion/oa32/modelos_diseno_instruccional/index.htm) [12 de octubre de 2012].

NOM-147-SSA1-1996. (1996). *Aduanas México*. Recuperado el 15 de julio de 2012, de
<http://www.aduanas-mexico.com.mx/claa/ctar/normas/nm147ass.htm>

Navall, M. (2001). *El Vivero Forestal*. Guía para el diseño y producción de un vivero
forestal de pequeña escala de plantas en envase. Argentina: Instituto Nacional
de Técnica Agropecuaria. 14 páginas. Obtenido de:
[http://www.inta.gov.ar/santiago/info/documentos/extensionforestal/viveroforestal.
pdf](http://www.inta.gov.ar/santiago/info/documentos/extensionforestal/viveroforestal.pdf)

OCU. s.f. La contaminación microbiológica.[Publicación en línea].

Recuperado de:

http://www.ocu.org/site_images/30_fichas_alimentacion/PDF/11intoxicaciones.pdf

Organización de la resiliencia. *Herramientas para el crecimiento personal*. 2011.
Extraído de: <http://www.resiliencia.org/Resiliencia.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2012. *Conservación de frutas y verduras mediante tecnologías combinadas*. Depósito de documentos de la FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2006. *Tortillas*. Fecha de acceso: 27/03/2012. Extracto de: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/CERE2.HTM#A4

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2005. *Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional*. http://www.fao.org/righttofood/inaction/countrylist/Guatemala/PoliticaNacionaldeSeguridadAlimentariayNutricional_2005.pdf [30 de agosto de 2012].

Organización del Desarrollo Humano. 2010. *Definición desarrollo humano*. Extracto de: <http://desarrollohumano.org.gt/content/%C2%BFque-es-desarrollo-humano>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE. *Indicadores de desastres naturales*. 1993. Extracto de: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores11/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual2.html

Ortega, Álvaro. *La problemática de los desastres y la ayuda humanitaria en Guatemala*. Guatemala, 2004. Fecha de acceso: 7/2/12. Extraído de: <http://www.ric.fao.org/proyectoiniciativa/cursos/Curso%202004/gt6.pdf>

Owen. Sri. *The Rice Book*. 2003. Extraído de: <http://books.google.com.gt/books?id=65xuTvoorv8C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Programa Mundial de Alimentos (PMA). 2010. Análisis de seguridad alimentaria, comprendiendo la vulnerabilidad. [Publicación en línea]. Recuperado de: <http://www.wfp.org/food-security>

Platz, Stinnes. *Dietary fibers.Alemania*. 2001. Brenntag Food and Nutrition Europe. Fecha de acceso: 11/7/12. Extraído de: http://www.brenntag.ru/en/downloads/Food/TB_Fibers_FNFN201105.pdf

Proyecto Promes. (2010). Manejo de Semilleros y Selección de Semillas. Costa Rica: Earth. Obtenido de: <http://proyectopromes.org/userfiles/file/modulo2.pdf>

Pontificia Universidad Católica de Chile (PUCCH). 2012. *Recomendaciones generales al momento de comprar alimentos*. Caso Sodio. Fecha de acceso: 12/10/2012. Extracto de: http://www.alimentatesano.cl/etiquetado_recomendaciones.php

Quintanilla, Richard. *Cambio Climático*. 2011. Extraído de: <http://www.docstoc.com/docs/893470/CAMBIO-CLIMATICO-definicion>

Reglamento Orgánico Interno del ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 1998. *Acuerdos Gubernativos. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*. http://portal2.maga.gob.gt/unr_normativas/normativas.php?pageNum_act_cat_normativas=3&totalRows_act_cat_normativas=16 [15 de agosto de 2012].

Robles, Ana. (s.f). *Estilos de Aprendizaje*. <http://www.galeon.com/aprenderaaprender/vak/queson.htm> [11 de octubre de 2012].

Rodge et al. Effect of hydrocolloid (guar gum) incorporation on the quality characteristics of bread. India. 2012. Foodprocess and technology. Volumen 3. Fecha de acceso: 10/7/12. Extraído de: <http://www.omicsonline.org/2157-7110/2157-7110-3-136.pdf>

Rodríguez Núñez, Luz Helena y Arbey Escobar, Edison. *Algunas precisiones sobre el diseño instruccional*. Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Febrero – Mayo de 2012, Colombia. (35): 1- 4. <http://revistavirtual.ucn.edu.co/> [13 de octubre de 2012].

Rodríguez Vega, E. M. (2000). *Instituto Politécnico Nacional*. Recuperado el 14 de Junio de 2012, de <http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDMQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.respyn.uanl.mx%2Fespeciales%2F2005%2Fee-13-2005%2Fdocumentos%2FCNA32.pdf&ei=Wc2GUOfPEOe90AHy0YG4CQ&usg=AFQjCNFW1yj9hYxOiCnMqTi-kWrf6J0knA>

RTCA. (2005). *meic.go.cr*. Recuperado el 15 de junio de 2012, de <http://www.meic.go.cr/reglatec/consulta/aditivosOMC.pdf>

RTCA. (2012). *COMIECO 283-2012*. Recuperado el 15 de octubre de 2012, de <http://www.sieca.int/site/Cache/17990000004322/17990000004322.swf>

Sander Esser. *Inocuidad de alimentos y seguridad alimentaria*. Mayo 2005. Curso postgrado de SA y pobreza en Guatemala. Extraído de: http://www.rlc.fao.org/iniciativa/cursos/Curso%202005/3prog/3_20.pdf

Saul. *Acids, antioxidants, mineral salts. Australia, 2007. Journal of OrthomolecularMedicine*. Fecha de acceso: 25/3/12. Extraído de: <http://mbm.net.au/health/296-385.htm>

SESAN. (Febrero de 2012). *SESAN*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2012, de <http://www.sesan.gob.gt/pdfs/documentos/PLAN%20HAMBRE%20CERO%202012.pdf>

SESAN. (Febrero de 2012). *SESAN*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2012, de <http://www.sesan.gob.gt/pdfs/documentos/PLAN%20HAMBRE%20CERO%2012.pdf>

SESAN. *Plan estratégico de seguridad alimentaria y nutricional PESAN 2009-2012*. Tiempo de Solidaridad. Junio 2009. Extraído de: <http://www.fao.org/righttofood/inaction/countrylist/Guatemala/PlanEstrategicod eSeguridadAlimentaria09-12.pdf>

SESAN. *Programa para la reducción de la desnutrición crónica 2006-2016*. Guatemala, 2006. Fecha de acceso: 5/2/12. Extraído de: <http://www.cooperaitalia.org/Gestion%20de%20riesgo/Riesgo%20Alimentario/Es trategia%20Nacional%20Reducc.%20Desn.%20Cronica.pdf>

Sirén, G. (1982). *Silvicultura Energética*. Suecia: Universidad Sueca de Ciencias Agronómicas. FAO. Obtenido de: <http://www.fao.org/docrep/p8870S/p8870s03.htm>

Solas Javier. *Alimentación*. 2011. Extraído de: <http://www.todonatacion.com/alimentacion/>

Tarar et al. *Students on the shelf life of bread using acidulants and their salts*. Pakistan. 2010. National Institute of Food Science and Technology, University of Agriculture, Faisalabad. Pp. 133-138. Fecha de acceso: 10/7/12. Extraído de: <http://journals.tubitak.gov.tr/biology/issues/biy-10-34-2/biy-34-2-5-0803-20.pdf>

Tecnología de los Plásticos (TdP). 2011. *Polietileno de baja densidad*. Fecha de acceso: 21/10/2012. Extracto de: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polietileno-de-baja-densidad.html>

Tribunal Supremo Electoral. *Constitución Política de la República de Guatemala*. 2002. Corte de Constitucionalidad. Descargada

http://www.tse.org.gt/descargas/Constitucion_Politica_de_la_Republica_de_Guatemala.pdf [15 de agosto de 2012].

Uptodown. (s.f.). Pinnacle VideoSpin 2.0. <http://pinnacle-videospin.uptodown.com/>
Consultado el 5 de agosto de 2012.

UNICEF. (Noviembre de 2011). *UNICEF*.

Recuperado el 17 de Agosto de 2012, de
http://www.unicef.org.gt/1_recursos_unicefgua/publicaciones/Rezago%20municipal%202011.pdf

UNICEF. *Guía práctica para el manejo alimentario nutricional de grupos vulnerables en situaciones de emergencias*. Cuba, 2010. Fecha de acceso: 7/2/12.

Extraído de:

http://www.inha.sld.cu/ultimas_publicaciones/publicaciones/folleto_desastres2.pdf

Universidad del Valle de Guatemala. 2011. *Facultad de Educación*.
<http://www.uvg.edu.gt/facultades/educacion.html> [7 al 15 de octubre de 2011].

Universidad del valle de Guatemala. *Guía para la redacción de Tesis*. 2010 Extraído de:
<http://uvgmm2001.files.wordpress.com/2009/04/uvg-guia-para-redaccion-de-tesis.pdf>

Uptodown. (s.f.). Pinnacle VideoSpin 2.0. <http://pinnacle-videospin.uptodown.com/>
Consultado el 5 de agosto de 2012.

Wallace, Warren. *Process of manufacturing whole wheat flour*. USA, 1882.
<http://www.google.com/patents?hl=es&lr=&vid=USPAT254742&id=MGFaAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=whole+wheat+flour&printsec=abstract#v=onepage&q=whole%20wheat%20flour&f=false>

Willian, M. L. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. Italia: FAO.

Obtenido de:

<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/AD232S00.HTM>

Willian, R. L. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. FAO. Obtenido

de:<http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s04.htm#ch4>

----- . Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fecha

de utilización: 15 de octubre de 2012. Obtenido de:

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf

----- . (2005). Pinus oocarpa. México: CONAFOR. Obtenido de:

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/974Pinus%20oocarpa.pdf>

ANEXO 1

Caracterización Sacapulas y del centro de recuperación nutricional.

A. Características geográficas y ecológicas de Sacapulas

1. Ubicación. El municipio de Sacapulas se encuentra ubicado en la parte central del territorio del departamento de Quiché, con un área geográfica de 213 Km² a 210 kilómetros al noreste de la ciudad capital y 45 kilómetros de la cabecera departamental de Quiché (Santa Cruz del Quiché). La cabecera municipal se encuentra ubicada al margen y cuenca del río Negro o Chixoy y sistema montañoso de la Sierra de Sacapulas y de los Cuchumatanes.

2. Clima. Templado, cálido.

3. Idioma. En Quiché se tienen diferentes lenguas entre las que se encuentran: K'iche', Uspanteko, Ixil, Sakapulteko y español. Sin embargo en Sacapulas las lenguas que predominan son el Ixil y el K'iche'.

A. Organización sociocultural

1. Fundación. En el año de 1540 por medio del obispo Francisco Marroquín. Su nombre primitivo era Lamac, se ubicaba a unos 28 kilómetros de su actual cabecera municipal, la nueva población se estableció a orillas del río con el nombre de Tuja que en idioma k'iche' significa temascales (baños de vapor). El nombre actual, Sacapúlas, de origen Tlascalteca está formado por tres términos: Sak que significa claro, pul que significa hierve y A o Ja' que significa agua "agua clara que hierve".

2. Población. Su población es de 45,888 habitantes, de los cuales para el año 2008 48% eran hombres y 52% mujeres. Un 8% urbana y un 92% rural con un 97% indígena y un 3% no indígena. El porcentaje de emigración es de 5.6%, de los cuales el 62% se dirigen a la Ciudad Capital, el 28% se desplaza a otros departamentos y el 10% hacia los Estados Unidos del Norte América, en forma temporal o permanente.

XIII. ANEXOS

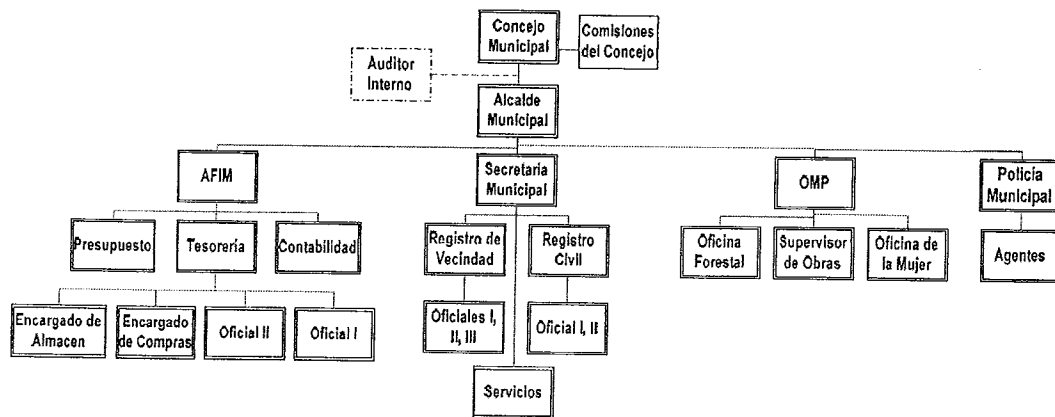
3. División política. Sacapulas se encuentra dividido en siete regiones, que a su vez se subdividen en 19 microregiones en las cuales se agrupan los distintos caseríos, parajes, barrios y aldeas.

4. Fiesta patronal. La fiesta patronal se celebra el día 04 de agosto en honor a Santo Domingo de Guzmán (Kuruneco, 2008).

5. Economía. Las actividades productivas son las que concentran el mayor porcentaje de empleo en el Municipio ya que representan el 47% del total de las fuentes, de las cuales un 76% es generado por las actividades agrícolas y 24% está representado por las actividades pecuarias y artesanales, el 29% es representado por los negocios propios y el 24% por las fuentes formales de empleo, representadas por las entidades estatales, municipales, comercios y otras entidades.

6. Estructura administrativa municipal

Diagrama 12
Organigrama estructural de Sacapulas



(Hernández,2010)

7. Condiciones de vivienda. La situación habitacional de los hogares muestra un 97% de viviendas en propiedad, 2% en alquiler, 1% en préstamo. El 77% de los hogares perciben ingresos que oscilan entre Q 100 y Q 1,500 mensuales.

El nivel de ingresos se encuentra por debajo de Q 1,500 mensuales, con aportaciones de tres a cuatro integrantes del hogar, según ENCOVI 2006 el nivel de ingresos se encuentra bajo la línea de pobreza en Q 360 quetzales mensuales por persona lo cual es insuficiente para cubrir las necesidades básicas de los hogares, especialmente de la población rural que representa el 77% del total de la población del Municipio.

Sacapulas cuenta con los servicios de educación, salud, agua, energía eléctrica, drena, sistema de recolección de basura, cementerio y letrización. Uno de los servicios con el que no cuenta el Municipio es el tratamiento de desechos sólidos. La mayor cobertura está representada por escuelas públicas.

a. Desnutrición. Las familias no tienen acceso a adquirir los alimentos de la canasta básica para satisfacer sus necesidades, por lo cual la niñez presenta un retardo en la estatura (desnutrición crónica) que es consecuencia de la deficiencia nutricional en la dieta o incidencia de infecciones. Según el ENSMI 2008-2009, el porcentaje de niños de 3 a 59 meses con desnutrición crónica es de 30.4% para el departamento de Quiché, sin embargo no se tienen datos específicos del municipio.

b. Salud. El municipio cuenta con el servicio de salud prestado por el centro y puesto de salud, así como centros de convergencia. En el municipio existe un centro de atención primaria (CAP) al cual pertenece el CRN. Entre las enfermedades que más afectan a la población de Sacapulas se encuentran:

- IRA (Infección Respiratoria Aguda)
 - Fiebres
 - Diarreas
 - Parasitismo intestinal
 - Neumonías y bronconeumonías
 - Amebiasis intestinal
 - Conjuntivitis
 - Enfermedad péptica

- Anemia
- Impétigo
- Síndrome diarreico agudo
- Infección tracto urinario

8. Organización social

a. Comités. Entre estos se pueden mencionar varios, que se encuentran en el municipio para mejorar las condiciones socioeconómicas:

- Comité de agua potable
- Comité de vigilancia
- Comité de riego
- CONRED
- Comité de energía eléctrica
- Comité de salud
- Comité de padres de familia
- Comité mantenimiento de carretera
- Comité de Feria
- Comité de Recaudación de Víveres
- Comité de Farmacia Comunitaria
- Comité de Espacio de Obra de Caridad
- Comité Acción Católica

b. Consejos comunitarios de desarrollo. Los COCODES se integran de la siguiente forma, la asamblea comunitaria, integrada por los residentes en una misma comunidad y el órgano de coordinación, integrado de acuerdo a sus propios principios, valores, normas y procedimientos o en forma supletoria, de acuerdo a la reglamentación municipal existente. Esta organización desarrolla actividades como promover, facilitar y apoyar la formación y participación de la comunidad y sus organizaciones, en la priorización de necesidades, problemas y sus soluciones, para el desarrollo integral de la comunidad.

c. Centro de Recuperación Nutricional. Atención brindada. El CRN se ubica en Sacapulas, Quiché; en el área urbana de este municipio. Funciona como parte del Centro de Atención Primaria, por lo tanto también se ubica cerca de éste.

d. Personal. Cinco enfermeras auxiliares, dos cocineras y dos conserjes.

Además se cuenta con la atención de una nutricionista que se ubica en el área de salud, la cual llama todos los días al CRN, se le brindan los datos de la medición de los pacientes (Peso y talla), datos con los cuales ella realiza los cálculos correspondientes para poder ordenar la fórmula que corresponde para ese día.

Cada semana un médico visita el CRN para evaluar a los niños que se encuentran en el. Sin embargo, si surgiera un caso especial o emergencia se llama y un médico brinda la atención debida.

e. Horarios de atención. El CRN funciona las 24 horas del día, el personal realiza diferentes turnos para cada día. El personal que siempre se encuentra en el CRN corresponde a: 1 enfermera auxiliar, 1 cocinera y 1 conserje. Para permanecer de esta forma se tienen los siguientes turnos:

- Cocineras turnan cada 2 días
- Enfermería 3 turnos diferentes cada día (mañana, tarde y noche)
- Conserjes turno cada 2 días

f. Capacidad de atención. Las instalaciones del CRN tienen capacidad para la atención a 12 pacientes, debido a que se cuenta con este total de cunas. Sin embargo, no hay lugar adecuado para las madres de los pacientes.

A cada paciente se le abre un expediente con todos sus documentos importantes y con las hojas de evolución, en las cuales se coloca el diagnóstico y el seguimiento del caso (médico), se coloca el peso y talla de cada día (enfermería).

d. Reclutamiento de pacientes. Los pacientes tienen dos formas por las cuales se encuentran en el CRN:

- Referidos del Centro de Atención Primaria CAP, al momento en que los médicos evalúan a los pacientes y los encuentran con algún grado de desnutrición los refieren para que sean atendidos en el CAP.
- Barrido o encuestas en los hogares, se coordina con el centro de salud y se hacen visitas domiciliarias en las cuales se pueden detectar los casos de desnutrición.

Se pueden ingresar niños de cero a 12 años de edad. Los padres de los niños no deben pagar por el servicio y si tienen más niños pequeños, estos también pueden quedarse en el CRN. Los padres deben dar la autorización para que los niños sean atendidos en el CRN. Sin embargo se tiene el problema de la barrera lingüística ya que la mayoría de personas del área rural no habla español y por lo tanto es difícil transmitirle la información para que acepte que su hijo sea trasladado al CRN.

e. Horario en que se brindan las fórmulas. 6:00, 9:00, 12:00 y 15:00 horas.

Las fórmulas se preparan con sucedáneos de leche materna, dependiendo de cuales se tengan en el CRN, así como con Incaparina y leche. En esta ocasión los dos pacientes que se están atendiendo estaban con fórmula de leche e Incaparina.

Cuadro 79
Niños y niñas bajo atención

Número	Característica	Sexo	
		Masculino	Femenino
2	Pacientes	1	1
3	Huéspedes	1	2
Totales		2	3

Actualmente el CRN brinda atención a dos pacientes a los cuales se les da fórmula todos los días, formulas que la Nutricionista ordena. Los pacientes son niños

que tienen desnutrición que fueron referidos o encontrados en visita domiciliaria para ser llevados al CRN. Los huéspedes son niños que no están bajo tratamiento en el CRN, pero que algún hermano o hermana sí. Es decir corresponden a los otros hijos de la misma madre que tiene un niño desnutrido bajo tratamiento en el CRN, en la mayoría de los casos.

Es importante mencionar que la madre puede vivir en el CRN mientras su hijo se encuentre bajo tratamiento, por lo tanto si estaba con lactancia materna, puede continuar con ella.

f. Alimentación. La alimentación de los niños así como las fórmulas son preparadas en el CRN, la cocinera es la encargada de esto. Las instalaciones no son las adecuadas, el área de preparación de alimentos no cuenta con buena iluminación, ni ventilación. Se cuenta con el siguiente equipo:

- 1 estufa
- 1 refrigeradora
- 1 mesa
-

En el CRN solo pueden alimentarse los niños y sus madres, más no así el personal que allí labora. Se sirven 3 tiempos de comida formal: desayuno, almuerzo y cena; y 2 refacciones: una en la mañana y otra por la tarde.

g. Fórmulas. Las fórmulas se preparan en la cocina, se utiliza agua en garrafón para realizarlas y se hacen según las indicaciones que la nutricionista haya ordenado. No se cuenta con medidores especiales para ello, por lo tanto se utilizan las pachas y los cubiertos normales para realizarlas. En la cocina se colocan las hojas con las órdenes dictadas por la nutricionista.

Las fórmulas que se estaban preparando este día eran de Incaparina, leche, azúcar y aceite.

h. Ciclo de menú. En el CRN se cuenta con un ciclo de menú de 30 días según la entrevista realizada a la cocinera, sin embargo no se sigue totalmente, por falta de los alimentos correspondientes para cada día. Por lo tanto, se preparan los alimentos que se tienen disponibles. En la cocina del CRN se encuentra colocado el ciclo de menú para dos semanas.

i. Disponibilidad de alimentos. La nutricionista realiza y autoriza vales para solicitar alimentos. El secretario del CAP es que recibe estos vales y los autoriza. El vale lleva la firma del director del CAP. Estos vales son necesarios para que reciban cualquier tipo de alimento tanto vegetales como incaparina, arroz y otros. Además se reciben donaciones de los negocios vecinos al CRN.

j. Capacitación del personal. El personal del CRN no tiene un programa de capacitaciones activo. Hay personal que se encuentra laborando en el CRN y no ha recibido ninguna capacitación. Sin embargo, enfermería es la encargada de dar el plan educacional a las madres al momento del egreso. La nutricionista les dice que deben decir y al egreso entregan una bolsa de víveres. Los temas que se hablan en el plan educacional son los siguientes:

- Preparación de atoles, de forma general ya que no mencionan medidas ni la forma correcta de preparación. Únicamente la importancia de continuar preparándolos.
- Lavado de manos e higiene, de forma general ya que no se explica el adecuado proceso de lavado de manos.

f. Problemas encontrados en el Centro de Recuperación Nutricional.

- Las instalaciones no son las más adecuadas para la atención a los pacientes.
- El área de la cocina no cuenta con las instalaciones adecuadas para desarrollar las actividades.
- No cuentan con los alimentos todo el tiempo, debido a que deben solicitar por medio de vales y esperar autorización de estos.

- No se lleva un adecuado control de la alimentación de los niños, ya que se les sirven sus alimentos pero no se tiene un control estricto en las cantidades que comen.
- No se cuenta con el material correspondiente para la preparación de las fórmulas.
- No se da un seguimiento al ciclo de menú con el que se cuenta en el CRN.
- La nutricionista no se encuentra en el CRN, vía telefónica dicta las órdenes a realizar con respecto a las fórmulas infantiles.
- El personal del CRN no recibe capacitaciones a cerca de ningún tema.
- Las cocineras y las enfermeras no saben lo que es una mezcla vegetal, su uso y su importancia.
- Las enfermeras son las encargadas del plan educacional a los padres al momento del egreso de los pacientes y no se encuentran preparadas para ello.
- No se realiza un adecuado procedimiento de lavado de manos dentro del CRN ya que no se cuenta con jabón (debido a la autorización del vale) y por la falta de conocimiento que demostraron tanto la cocinera como la enfermera.
- Según las prácticas observadas y preguntadas a la cocinera, no se están llevando a cabo unas adecuadas prácticas de manufactura en la manipulación de los alimentos.
- Las barreras lingüísticas son muy grandes, ya que los padres de los niños por lo general no hablan español y las enfermeras no hablan k'iche', Ixil o cualquier otra lengua.

g. Problemas priorizados

- El personal del CRN no recibe capacitaciones a cerca de ningún tema.
- Las cocineras y las enfermeras no saben lo que es una mezcla vegetal, su uso y su importancia.
- Las enfermeras son las encargadas del plan educacional a los padres al momento del egreso de los pacientes y no se encuentran preparadas para ello.

ANEXO 2

Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas. Lavado de manos

A. Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas

Instrucciones: A continuación se le hará una serie de preguntas sobre higiene de manos como medida de asepsia en los entornos profesionales. Esto servirá para conocer con más exactitud aspectos importantes y los resultados podrán usarse para implementar futuros programas con mayores garantías de éxito.

Se le ruega contestar todas las preguntas, para ello se recomienda no detenerse mucho en ninguna pregunta concreta y contestarlas de la forma más sincera posible en cada caso.

Todos los cuestionarios son anónimos.

Se le presenta una escala de 0 a 6, donde el 0 siempre será el valor más bajo (nada de acuerdo/nunca), 3 un valor intermedio (algo de acuerdo/algunas veces) y 6 el mayor valor posible (totalmente de acuerdo/siempre).

Ejemplo: *Debe realizarse un lavado de manos cada vez iniciamos un turno de trabajo*

Nada de acuerdo/Nunca 0 1 2 3 4 5 6 Totalmente de acuerdo/Siempre

Se marcarán con una cruz siempre, en caso de error se pondrá un círculo encima y, posteriormente, con una nueva cruz se hará la señal correcta.

¡Muchas gracias por su tiempo!

ANEXO 3

Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas

 Hombre

Edad _____ años

 Mujer

6	Totalmente de acuerdo
5	Muy de acuerdo
4	Bastante de acuerdo
3	Algo de Acuerdo
2	Poco en desacuerdo
1	Muy en desacuerdo
0	Totalmente en desacuerdo

¿Es importante realizar un correcto lavado de manos?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Las uñas largas aumentan el riesgo de transmisión de enfermedades?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿La mejor opción para la higiene de las manos es el agua y jabón?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Se debe realizar un lavado de manos cada vez que inicia un turno de trabajo?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Con el uso de guantes se puede prescindir del lavado de las manos?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Usar anillos y pulseras puede aumentar la probabilidad de contaminación de las manos?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿La solución de alcohol es más eficaz que el lavado de manos convencional?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavaría las manos con más frecuencia si hacerlo tuviera un reconocimiento económico?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavaría las manos con más frecuencia si mis compañeros lo hicieran?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavaría las manos con más frecuencia si no hacerlo perjudicara al paciente?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavaría con más frecuencia las manos si verdaderamente fuera tan importante?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavaría con más frecuencia las manos si mis compañeros me llamaran la atención por no hacerlo?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavaría con más frecuencia las manos si los enfermeros auxiliares lo hicieran cuando vamos a empezar una actividad?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavaría con más frecuencia las manos si fuera más precavido con el paciente?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavo las manos al iniciar el turno?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavo las manos después de tocar un paciente?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavo las manos al ir al servicio sanitario?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavo las manos al cambiar de actividad, sin importar cual sea esta?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavo las manos antes de dar de comer a los pacientes?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Me lavo las manos después de dar de comer a los pacientes?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Siempre que me lavo las manos utilizo para ello agua y jabón?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

ANEXO 4

Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas. Uso de mezclas vegetales

Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas. Instrucciones: A continuación se le van a preguntar una serie de cuestiones sobre el uso de mezclas vegetales para la alimentación. Estas puntuaciones servirán para conocer con más exactitud aspectos importantes. De igual forma, los resultados podrán usarse para implementar futuros programas con mayores garantías de éxito.

Se le ruega contestar todas las preguntas, para ello se recomienda no detenerse mucho en ninguna pregunta concreta y contestarlas de la forma más sincera posible en cada caso.

Todos los cuestionarios son anónimos.

Se le presentará una escala de 0 a 6, donde el 0 siempre será el valor más bajo (nada de acuerdo/nunca), 3 un valor intermedio (algo de acuerdo/algunas veces) y 6 el mayor valor posible (totalmente de acuerdo/siempre).

Ejemplo: *Debe realizarse un lavado de manos cada vez iniciamos un turno de trabajo*

Nada de acuerdo/Nunca 0 1 2 3 4 5 6 Totalmente de acuerdo/Siempre

Se marcarán con una cruz siempre, en caso de error se pondrá un círculo encima y, posteriormente, con una nueva cruz se hará la señal correcta.

¡Muchas gracias por su tiempo!

ANEXO 5

Análisis de conocimientos, actitudes y prácticas

 Hombre

Edad _____ años

 Mujer

6	Totalmente de acuerdo
5	Muy de acuerdo
4	Bastante de acuerdo
3	Algo de Acuerdo
2	Poco en desacuerdo
1	Muy en desacuerdo
0	Totalmente en desacuerdo

¿Se lo que significa el termino mezcla vegetal?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Las mezclas vegetales son una buena fuente de proteína?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Los cereales y las leguminosas dan origen a las mezclas vegetales?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Las mezclas vegetales se pueden utilizar en personas de cualquier edad?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Una mezcla vegetal requiere por lo menos de 4 alimentos?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Una mezcla vegetal es un producto que se realiza únicamente a nivel industrial?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Usaría una mezcla vegetal para mi alimentación en algún tiempo de comida?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Usaría las mezclas vegetales con los niños a los cuales brindo atención?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Prepararía mezclas vegetales si tuviera los ingredientes necesarios?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Utilizaría mezclas vegetales si no hacerlo perjudicara al paciente?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Uso mezclas vegetales en mi alimentación?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿He probado una mezcla vegetal alguna vez?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿He dado mezclas vegetales a los niños a quienes brindo atención?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Uso las mezclas vegetales para mi alimentación por lo menos una vez por semana?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Uso las mezclas vegetales para la alimentación de mi familia por lo menos una vez por semana?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

¿Uso las mezclas vegetales para la alimentación de los niños dentro del CRN por lo menos una vez por semana?

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

ANEXO 6

Guía de validación de los cuestionarios de Análisis CAP

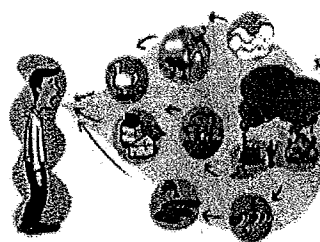
Pregunta	Opciones de respuesta	
	De acuerdo	Desacuerdo
	Sí	No
Las palabras utilizadas en el cuestionario se comprenden		
El orden de las preguntas le parece adecuado		
Comprende la escala de respuesta que se está usando		
La forma de contestar las preguntas le parece adecuada		
El tamaño y tipo de letra le parece adecuado		
Comentario:		

ANEXO 7

Guía práctica para el lavado de manos

Tema 1. Fuentes de contaminación

La contaminación es la presencia de sustancias nocivas y molestas que en tal cantidad pueden interferir en la salud y bienestar del hombre, los animales y las plantas o impedir que disfrute la vida.



Las fuentes de contaminación pueden ser muy variadas, puede componerse de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Entre las principales fuentes de contaminación se encuentran:

- Emanaciones industriales: humo o polvo, las cuales son lanzadas a la atmósfera y contaminan el aire.
- Aguas residuales de origen industrial: constituyen la principal fuente de contaminación de las aguas.
- Aguas albañales: procedentes de la actividad humana.
- Productos químicos: procedentes de la actividad agropecuaria, los cuales son arrastrados por las aguas; entre ellos, plaguicidas, fertilizantes, desechos de animales, etc.
- Residuos sólidos: provenientes de la industria y de las actividades domésticas.
- Emanaciones gaseosas producidas por el transporte automotor.
- Dispersión de hidrocarburos en las vías fluviales y marítimas, causadas por la transportación a través de estas vías (Marcano, 2008).

Vivimos en un ambiente compartido con otros seres vivos, no únicamente personas. En el ambiente los microorganismos están en aguas, suelo, animales, plantas, superficies e incluso en el aire. Algunos pueden tener presencia beneficiosa, son aquellos que conviven normalmente con nosotros. Sin embargo, algunos de esos agentes pueden ser patógenos, lo que significa que pueden causar o producir enfermedades en el ser humano (Rodríguez, 2005).

Tema 2. Importancia del lavado de manos y correcto lavado de manos

Lavarse las manos es una de las mejores formas de prevenir la propagación de infecciones y enfermedades. Algo tan sencillo como lavarse las manos puede salvar más vidas que cualquier vacuna o intervención médica.

Continuación

ANEXO 7

Es una de las formas más económicas y eficaces de prevenir enfermedades diarreicas y neumonía, las cuales causan a nivel mundial la muerte de más de 3.5 millones de niños menores de 5 años de edad. A pesar de que la gente de todas partes del mundo se limpia las manos con agua, muy pocos usan jabón para lavárselas bien.

Cuándo lavarse las manos

1. Antes, durante y después de preparar alimentos.
2. Antes de comer o beber.
3. Antes y después de atender a alguien que esté enfermo.
4. Antes y después de curar heridas o cortaduras.
5. Después de ir al baño.
6. Después de cambiar pañales a un niño o limpiarlo después de que haya ido al baño.
7. Después de sonarse la nariz, toser o estornudar.
8. Después de haber tocado animales, alimento para animales o excrementos de animales.
9. Después de tocar basura.
10. Al cambiar de actividad.

Forma correcta de lavarse las manos

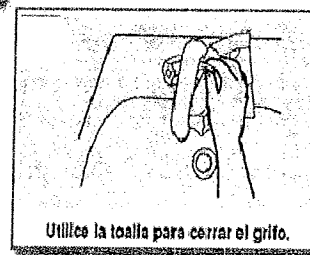
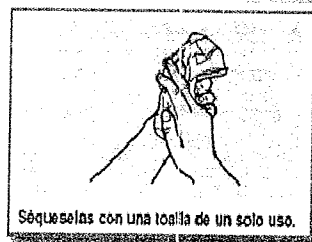
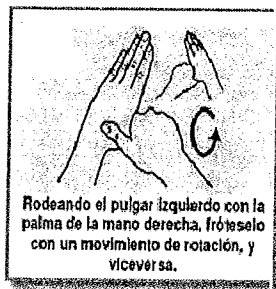
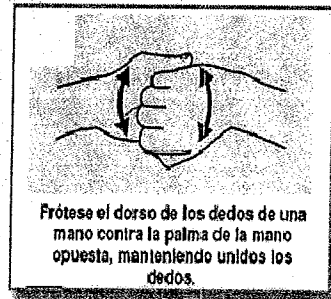
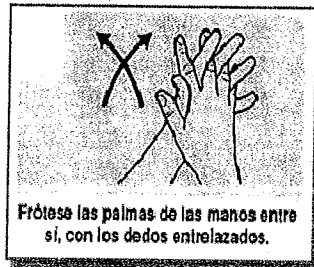
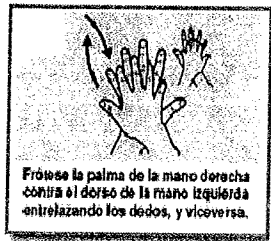
- a. Mójese las manos con agua corriente (tibia o fría) y enjabónelas.
- b. Frótese las manos hasta formar espuma y restriéguese bien; asegúrese también de restregarse el dorso de las manos, entre los dedos y debajo de las uñas.
- c. Siga frotándose las manos durante 20 segundos. ¿necesita medírtos?, tararee la canción del "Feliz cumpleaños" unas dos veces.
- d. Enjuáguese bien las manos con agua corriente.
- e. Séquese las con una toalla de papel o un secador de aire.

Lavarse las manos con agua y jabón es la mejor forma de reducir los microorganismos que tienen. Si no hay agua ni jabón, use un limpiador para manos que contenga como mínimo un 60% de alcohol. Los limpiadores de manos a base de alcohol pueden reducir rápidamente la cantidad de microbios en las manos en algunas situaciones, pero no eliminan todos los tipos de microbios (CDC, 2012).

Continuación

ANEXO 7

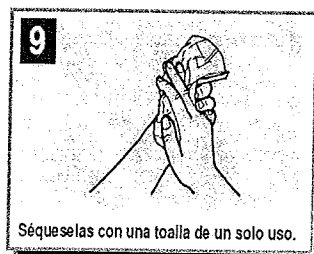
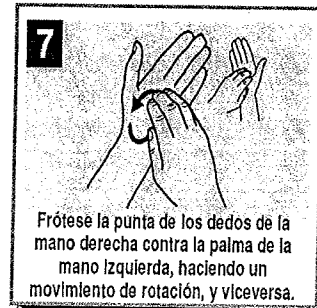
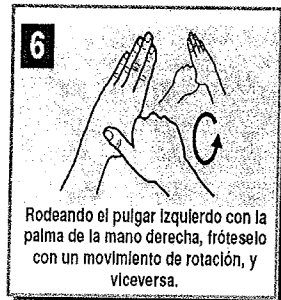
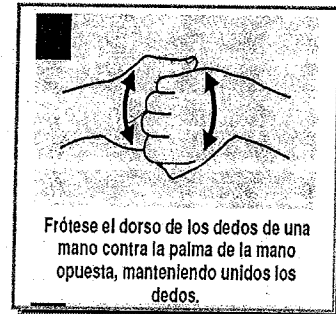
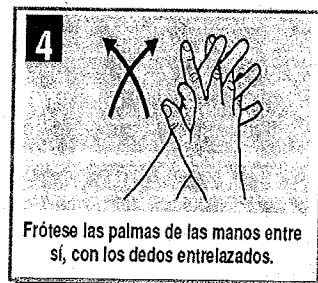
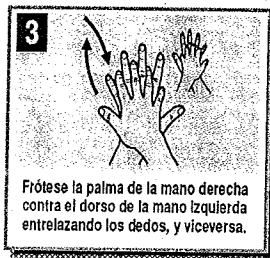
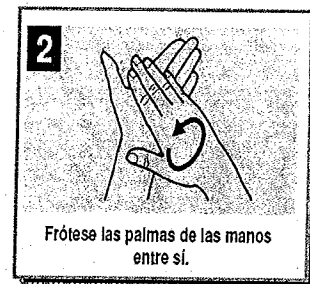
Actividad de participación



Continuación

ANEXO 7

Clave de actividad de participación



ANEXO 8

Guía didáctica de educación nutricional sobre el uso de mezclas vegetales

Plan de clase del tema de mezclas vegetales

Introducción

Las mezclas vegetales son una buena opción cuando se busca una mejor fuente de proteína y no se tiene disponibilidad y acceso a fuentes de proteína animal. Es una forma más económica de cumplir con el requerimiento proteico a partir de fuentes vegetales, logrando una proteína de alto valor biológico. Así mismo, dentro del megaproyecto se realizaron diferentes alimentos que pueden ser utilizados en caso de emergencia dentro del centro de recuperación nutricional. Estos alimentos se basan en mezclas vegetales, sin embargo el uso y conocimiento de las mezclas vegetales no se pudo observar en el personal del CRN. Se busca aumentar el conocimiento sobre las mezclas vegetales al personal del CRN para que de esta forma puedan hacer uso de los alimentos disponibles aprovechando sus características y por lo tanto comprendan el uso y la importancia de los alimentos preparados en el megaproyecto.

Aspectos a tomar en cuenta al realizar la capacitación

- La capacitación estará dirigida al personal que labora en el centro de recuperación nutricional, incluyendo enfermería y las cocineras.
- El tiempo necesario para llevar a cabo la capacitación será de un máximo de 45 minutos.
- Será necesario el uso de material didáctico para realizar la capacitación.
- Competencia que se espera adquiera el personal del centro de recuperación nutricional
- La capacidad de comprender la importancia del uso de mezclas vegetales como parte de la alimentación.

Objetivos

- Transmitir al personal del CRN información clara sobre las mezclas vegetales.
- Que el personal:
 - Defina el significado de mezcla vegetal.
 - Enumere diferentes mezclas vegetales elaboradas con distintos alimentos.
- Realizar una actividad de reforzamiento de los conocimientos
- Evaluar el conocimiento adquirido por el personal del CRN por medio del análisis CAP

Continuación

ANEXO 8

Descripción de actividades

- Presentación oral del tema
- Preguntas del/al personal del CRN sobre el tema
- Actividad de participación
 - Reflexiones sobre el correcto lavado de manos
 - Compartir anécdotas que reflejen la importancia del lavado de manos
- Despedida y agradecimiento

Metodología

- Instructor
 - Será necesaria la participación de un instructor encargado de presentar el tema
- Lugar de capacitación
 - Estación de enfermería del centro de recuperación nutricional.
- Tiempo
 - Se estima que cada capacitación tendrá como máximo un tiempo de 45 minutos.

Actividades

1. Se presentará en forma oral/dinámica el tema de mezclas vegetales
2. Se contestarán dudas planteadas por el personal del CRN y se realizarán preguntas.
3. Se presentarán diferentes alimentos a modo de rompecabezas y se solicitará al personal del CRN que armen las mezclas vegetales
4. Se solicitará al personal del CRN que comparta alguna anécdota que evidencie el uso de mezclas vegetales

Contenido a tratar

1. Mezclas vegetales
2. Importancia de las mezclas vegetales
3. Ejemplos de mezclas vegetales

Continuación

ANEXO 8

Tema 1. Mezclas vegetales

Las proteínas son nutrientes que el organismo utiliza para el crecimiento, la reparación de los tejidos, soporte para el movimiento así como para sintetizar o producir enzimas y hormonas.

Las proteínas de los alimentos están formadas por aminoácidos, entre estos se encuentran dos grupos:

Aminoácidos esenciales: el cuerpo no puede producir cantidades suficientes de estos para cubrir las necesidades. Por lo que deben ser proporcionados por la dieta

Aminoácidos no esenciales: el cuerpo los puede producir en cantidades suficientes.

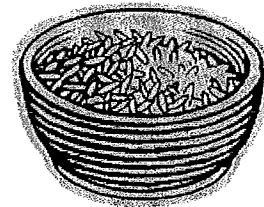
Las proteínas por lo tanto pueden clasificarse en completas cuando contienen todos los aminoácidos esenciales e incompletas cuando les hace falta uno o más aminoácidos esenciales (Steinghart, 2002).

Las mezclas vegetales son mezclas entre alimentos que dan como resultado una proteína de buena calidad. Por ejemplo entre el frijol (leguminosa) y el arroz (cereal), los cuales por si solos no cubren las proporciones de proteína necesarias su máxima utilización por el organismo, ya que ambos tienen aminoácidos en proporción limitante. Pero al consumirlos juntos, se suman proporciones de los aminoácidos y resulta una mezcla vegetal con los aminoácidos esenciales suficientes para obtener proteína de buena calidad y así se utiliza el máximo valor nutritivo de ambos, teniendo a demás menos colesterol y purinas (García, 1983).

Las mezclas también pueden hacerse a partir de vegetales con pequeñas cantidades de alimentos fuente de proteína animal como leche, huevo, carne o queso (García 1983).

Características de los alimentos que pueden ser utilizados como mezclas vegetales

- Posible efecto de algún desbalance en los aminoácidos
- Disponibilidad de los aminoácidos
- Que no se contengan factores tóxicos inherentes a los ingredientes o que puedan resultar por los métodos de elaboración



Continuación ANEXO 8

- Ingredientes

- o Bajo costo
- o Accesibles localmente
- o Sabor agradable
- o Fáciles de almacenar y transportar



Formulación de mezclas vegetales

Las proteínas de origen animal se consideran de alta calidad ya que proveen al cuerpo los aminoácidos que necesita. Los huevos, leche, carnes y pescado son fuentes de proteínas completas. Las proteínas incompletas carecen o tiene muy bajo contenido de uno o más aminoácidos esenciales, estas son regularmente de origen vegetal. La complementación de proteínas se basa en el principio de que una proteína deficiente o limitante en un aminoácido esencial puede mejorarse a través de la adición de pequeñas cantidades de otra proteína que sea una fuente rica en el aminoácido deficiente de la primera. (Ruano, 2005)

Figura 3. Cuadro de comparación entre tipos de alimentos y aminoácidos limitantes

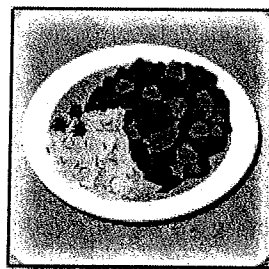
ORIGEN DE LA PROTEÍNA	AMINOÁCIDO LIMITANTE	CALIFICACIÓN QUÍMICA %
Cereales		
maíz	lisina, triptófano	49
arroz	lisina	77
trigo	lisina	52
Leguminosas		
frijol	azufre	55
soya	azufre	74
garbanzo	azufre, triptófano	60
haba	azufre, triptófano	44
lenteja	azufre	49
Combinación cereal/leguminosa		
maíz-frijol (7:3) ^a	azufre	80
maíz-haba (8:2)	azufre	80
trigo-garbanzo (6:4)	lisina	89
trigo-lenteja (7:3)	lisina	86
arroz-frijol (9:1)	lisina	91
arroz-haba (9:1)	lisina	90

Los números en el paréntesis indican la proporción de la mezcla. (Casanueva, 2008)

Continuación

ANEXO 8

- Maíz-frijol 70-30
- Maíz y harina de algodón 70-30
- Harina de algodón y frijol caupí 60-40
- Plátano-frijol 70-30
- Harina de algodón y gandul 70-30
- Papa-frijol 90-10
- Harina de algodón y frijol negro 60-40
- Camote-frijol 80-20
- Trigo- frijol 90-10
- Arroz-frijol 85-15 (Ruano, 2005)



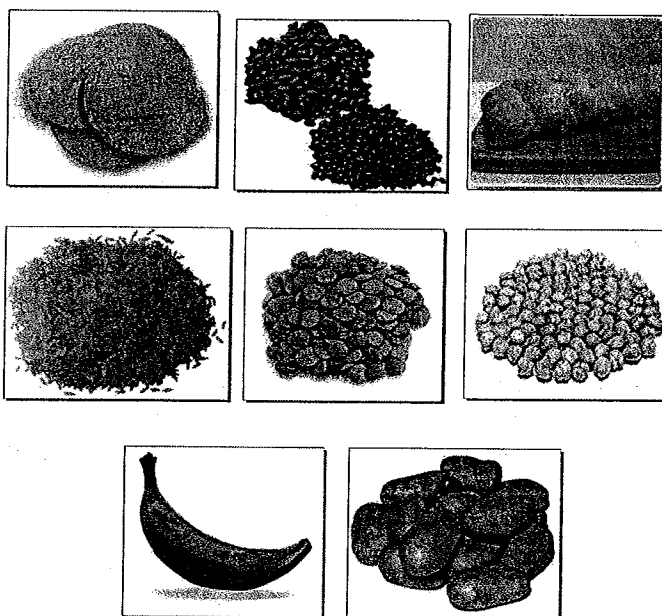
Otras combinaciones

- Legumbres + cereales integrales: lentejas con arroz, garbanzos con pan.
- Legumbres + frutos secos y semillas: ensalada de lentejas con nueces,
- Cereales integrales + lácteos vegetales: arroz o avena con leche de soya
- Frutos secos y semillas + lácteos vegetales: avena o arroz con leche y frutos secos.
- Frutos secos y semillas + cereales integrales: ensalada de arroz con frutos secos, fideos con nueces (Faillace, 2009)
- Tortillas con queso
- Arroz con leche.
- Combinar los cereales con leguminosas como: Arroz con frijol, habas o lentejas.
- En algunos países de Centroamérica se han fabricado fórmulas proteínicas por combinación de alimentos, un ejemplo de esto es la incaparina.

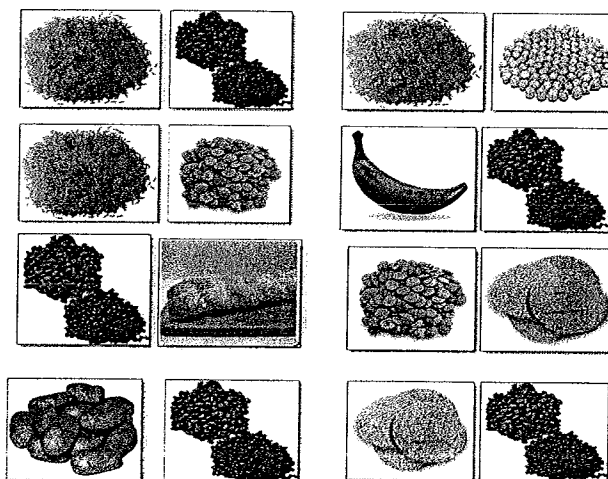
Continuación

ANEXO 8

Actividad de participación



Clave de actividad de participación

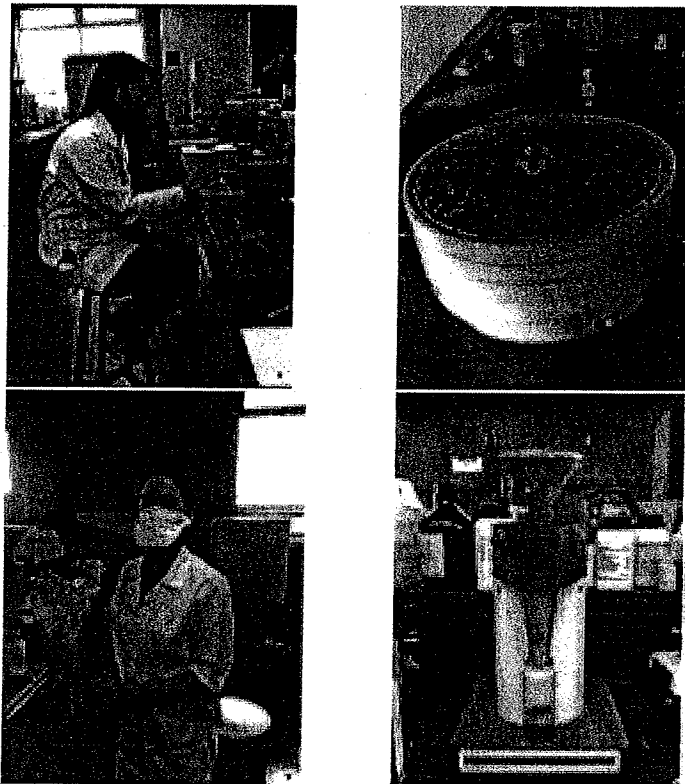


ANEXO 9
Guía de validación de guías didácticas

Pregunta	Opciones de respuesta	
¿Cómo le parece el texto en la guía?	Adecuado	Inadecuado
¿Se comprende el tema planteado en la guía?	Sí	No
¿Comprende todas las palabras que aparecen en la guía?	Sí	No
¿Las ilustraciones son adecuadas según el tema?	Sí	No
¿Cómo le parecen las actividades desarrolladas en la guía?	Adecuadas	Inadecuadas
Comentario:		

ANEXO 10
**Formulación y desarrollo de una mezcla de arroz y frijol con chipilín listo
para comer, de vida útil prolongada a incorporarse en un kit de
emergencias en caso de desastre.**

Figura 43
Preparación de la muestra para el análisis en bomba calorimétrica y proximal.



ANEXO 11

Boleta utilizada en el análisis sensorial de preferencia por ordenamiento.

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____.

NOMBRE DEL PRODUCTO: _____.

Frente a usted hay cuatro muestras de mezclas de arroz con frijol y chipilín, que usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de sabor.

Cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no deben tener el mismo orden.

MUESTRA	
La mas sgradable	1.
	2.
	3.
La menos agradable	4.

COMENTARIOS:

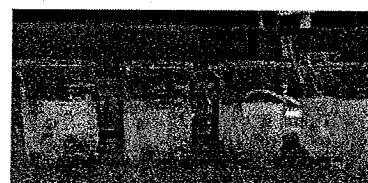
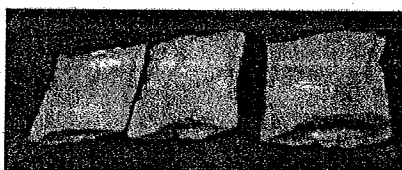
MUCHAS GRACIAS!

Análisis sensorial de preferencia por ordenamiento



Figura 45

Análisis fisicoquímicos



Cuadro 80
Tabla de Kramer de categorías totales necesarias
para una significación del 5% (p 0.05)

Los bloques de cuatro cifras representan:

Primer renglón: suma mínima insignificante, cualquier tratamiento; máxima suma de rangos insignificantes, cualquier tratamiento.

Segundo renglón: mínima suma de rangos insignificantes, tratamientos predeterminados; máxima suma de rangos insignificante, tratamiento predeterminado.

NR Número de repeticiones

Numero de tratamientos o muestras ordenadas									
NR	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-	-	-	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18
3	-	4-8	4-11	4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28
4	-	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36
5	-	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-52	24-64
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	27-71
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-77	48-88	53-100	58-112	63-124
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	51-93	57-105	62-118	68-130
19	24-33	30-46	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-108	79-119
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125

Continuación

Cuadro 80

Numero de tratamientos o muestras ordenadas										
NR	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3-39
	5-19	5-21	5-23	5-25	6-26	6-28	6-30	7-31	7-33	7-35
3	5-31	5-34	5-37	5-40	6-42	6-45	6-48	6-51	6-54	7-56
	9-27	10-29	10-32	11-34	12-36	12-39	12-41	14-43	14-46	15-48
4	8-40	9-43	9-47	10-50	10-54	10-58	11-61	11-65	12-68	12-72
	14-34	15-37	16-40	17-43	18-46	19-49	20-52	21-55	22-58	23-61
5	12-48	13-52	14-56	14-61	15-65	16-69	16-74	17-78	18-82	18-87
	18-42	20-45	21-49	23-52	24-56	25-60	27-63	28-67	30-70	31-74
6	17-55	18-60	19-65	19-71	20-76	21-81	22-86	23-91	24-96	25-101
	23-49	25-53	27-57	29-61	31-65	32-70	34-74	36-78	38-82	40-86
7	21-63	22-69	23-57	25-80	26-86	27-92	29-97	30-103	31-109	32-115
	28-56	30-61	33-65	35-70	37-75	39-80	42-84	44-89	40-94	48-99
8	25-71	27-77	29-83	30-90	32-96	33-103	35-109	37-115	38-122	40-128
	33-63	36-68	39-73	41-79	44-84	47-89	49-95	52-100	54-108	57-111
9	30-78	32-85	34-92	36-99	38-106	40-113	42-100	44-127	45-135	47-142
	38-70	41-76	45-81	48-87	51-93	54-99	57-105	60-111	63-117	66-123
10	34-86	37-93	39-101	41-109	44-116	46-124	48-132	51-139	53-147	55-155
	44-76	47-83	51-89	54-96	57-103	61-109	64-116	68-122	71-129	75-135
11	39-93	42-101	45-109	47-118	50-126	53-134	55-143	58-151	60-160	63-168
	49-83	53-90	57-97	60-105	64-112	68-119	72-126	76-133	80-140	84-147
12	44-100	47-109	50-118	53-127	56-136	59-145	62-164	65-163	68-172	71-181
	54-90	58-98	63-105	67-113	71-121	76-128	80-130	84-144	89-151	93-159
13	49-107	52-117	56-126	59-136	62-146	66-155	69-165	73-174	76-184	79-194
	59-97	64-105	69-113	74-121	78-130	83-138	88-146	93-154	97-163	102-171
14	54-114	57-125	61-135	65-145	69-155	73-165	76-176	80-186	84-196	88-206
	65-103	70-112	75-121	80-130	85-139	91-147	96-168	101-155	106-174	111-183
15	58-122	63-132	67-143	71-154	75-165	79-176	84-186	88-197	92-208	96-219
	70-110	75-120	81-129	87-138	92-148	98-157	104-166	109-176	115-185	121-194
16	63-129	68-140	73-151	77-163	82-174	86-186	91-197	95-209	10-220	104-232
	75-117	81-127	87-137	93-147	100-156	106-166	112-176	118-186	124-196	130-206
17	68-136	73-178	78-180	83-172	88-184	93-196	92-208	103-220	208-232	113-244
	81-123	87-134	94-144	100-155	107-165	113-176	120-196	126-197	133-207	139-218
18	73-143	79-155	84-168	90-180	95-193	100-206	106-218	111-231	116-244	121-257
	86-130	93-141	100-152	107-163	114-174	121-185	128-196	135-207	142-218	149-229
19	78-150	84-163	90-176	96-189	102-202	107-216	113-229	119-242	124-256	130-269
	91-137	99-148	106-160	114-171	121-183	128-195	136-200	143-218	151-229	158-241

Figura 44
Análisis proximal de las muestras

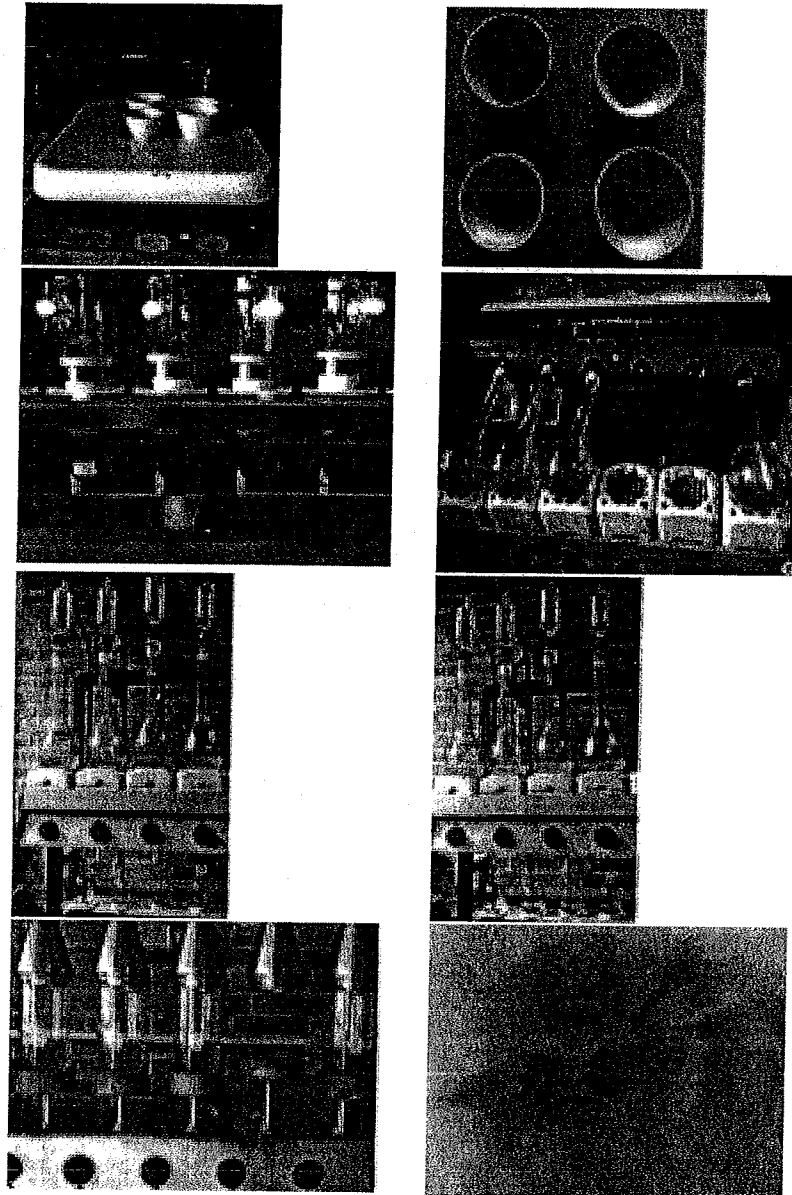


Figura 45
Prueba de sellado

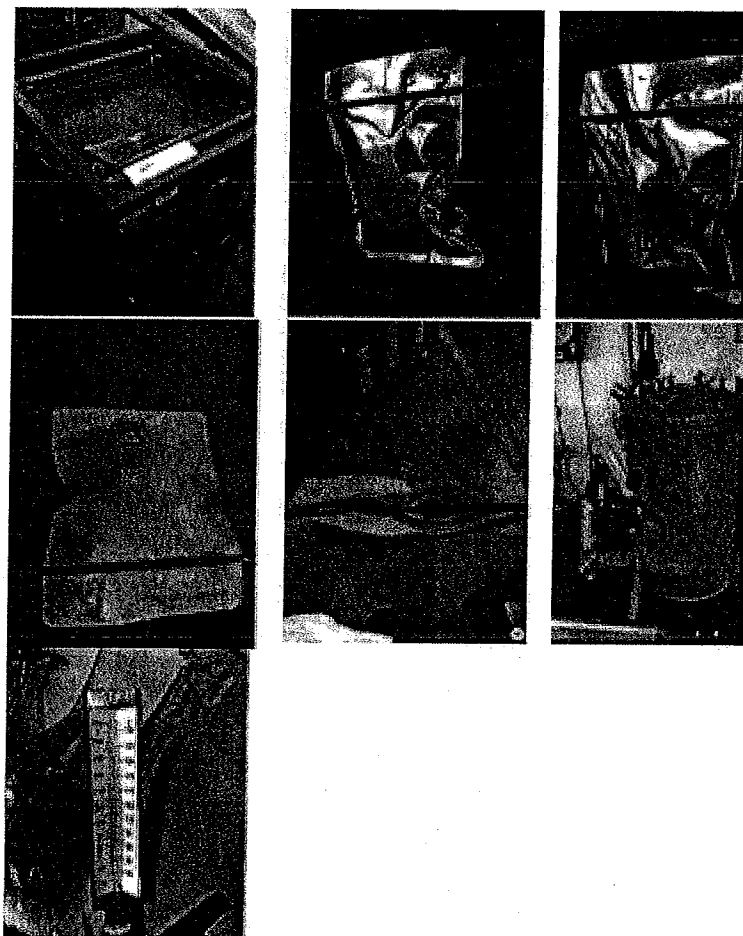
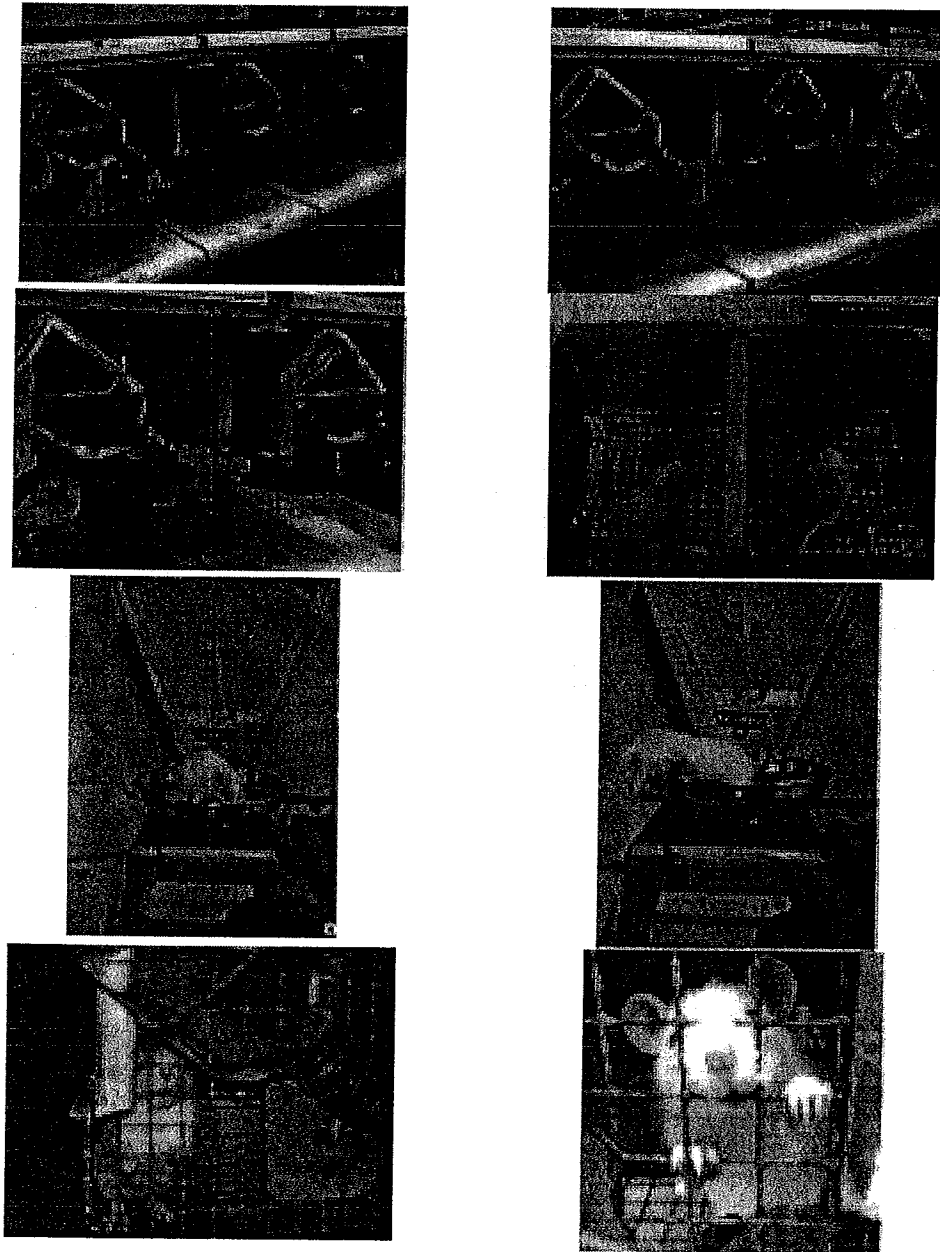


Figura 46
Análisis NPR



ANEXO 12

Resultados teóricos, producto del análisis de la boleta utilizada en el análisis sensorial de preferencia por ordenamiento.

Cuadro 81

Datos para la determinación del nivel energético

Pesos (g)	Formulación No.1 (g)	Formulación No.2 (g)	Formulación No.3 (g)	Formulación No.4 (g)
Peso muestra	0.6267	0.6127	0.5196	0.5036
Ac. Benzoico	0.6187	0.6424	0.5055	0.5295
Alambre	0.0154	0.0154	0.0155	0.0165
Pastilla	1.1963	1.0387	0.9822	1.0123
Alambre restante	0.003	0.0061	0.0024	0.0063

Cuadro 82

Datos para la determinación de proteína

Muestras	Peso de muestras (g)	HCl (mL)	Proteína Total (%)
Formulación No.1	0.2578	3.8	13.8004
Formulación No.1	0.2593	3.9	14.0817
Formulación No.2	0.2574	3.9	14.1856
Formulación No.2	0.2580	4.2	15.2413
Formulación 70-30	0.2524	3.5	12.9829
Formulación 70-30	0.2619	3.6	12.8694

Cuadro 83

Datos para la determinación de grasa.

Muestras	Peso de muestras (g)	Recipientes (g)	Recipientes con grasa (g)	Peso de grasa (g)	Grasa Total (g)
Formulación No.1	5.0090	76.4527	76.4973	0.0446	0.8904
Formulación No.1	5.0078	74.9979	75.0350	0.0371	0.7408
Formulación No.2	5.0054	75.4997	75.5394	0.0397	0.7931
Formulación No.2	5.0200	75.2352	75.2810	0.0458	0.9124
Formulación 70-30	5.0270	75.2370	75.2656	0.0286	0.5689
Formulación 70-30	4.9248	75.4989	75.5232	0.0243	0.4934

Cuadro 84

Datos para la determinación de cenizas

Muestras	Peso de muestras (g)	Crisoles (g)	Crisol con cenizas (g)	Peso de ceniza (g)	Ceniza Total (g)
Formulación No.1	1.0029	18.4859	18.5204	0.0345	3.4400
Formulación No.1	1.0099	22.0996	22.1342	0.0346	3.4261
Formulación No.2	1.0543	22.7559	22.7929	0.0370	3.5094
Formulación No.2	1.0438	16.5526	16.5900	0.0374	3.5831
Formulación 70-30	1.0108	11.1521	11.1858	0.0337	3.3340
Formulación 70-30	0.9651	12.9729	13.0057	0.0328	3.3986

Cuadro 85

Datos para la determinación de fibra

Muestras	Peso de muestras (g)	Crisoles (g)	Crisol con fibra (g)	Peso de fibra (g)	Fibra Total (g)
Formulación No.1	1.0043	43.5142	43.5176	0.0034	0.3385
Formulación No.1	1.0068	42.8791	42.8799	0.0008	0.0795
Formulación No.2	1.0027	42.5975	42.6002	0.0027	0.2693
Formulación No.2	1.0050	42.9739	42.9761	0.0022	0.2189
Formulación 70-30	1.0035	42.4567	42.4590	0.0023	0.2292
Formulación 70-30	1.0061	43.0341	43.0355	0.0014	0.1392

Cuadro 86

Diets elaboradas para los ratones para obtener un porcentaje de proteína del 10% o menos.

Ingredientes (g)	Dieta		
	1	2	3 (70:30)
Harina de Formulación	71.74	68.21	77.04
Vitamina	1	1	1
Aceite	5	5	5
Minerales	4	4	4
Almidón	18.26	21.79	12.96

Cuadro 87

Porcentaje de proteína en cada una de las dietas de los ratones.

Dieta	Proteína (%)
1	8.7093
2	8.0365
3	9.2956
Control	9.8600

Cuadro 88
Registro de crecimiento de ratas de la dieta No. 1

Rata No. 1	Semana				Total
	0	1	2	3	
Macho					
Peso (g)	50	67	81	95	
Aumento de peso (g)		17	14	14	45
Alimento dado (g)	100	100	120		320
Alimento sobrante (g)		38	28	43	109
Alimento ingerido (g)		62	72	77	211
NPR	2.4488				
Rata No. 2					
Macho					
Peso (g)	46	66	84	96	
Aumento de peso (g)		20	18	12	50
Alimento dado (g)	100	100	100		300
Alimento sobrante (g)		42	28	22	92
Alimento ingerido (g)		58	72	78	208
NPR	2.7601				
Rata No. 3					
Hembra					
Peso (g)	50	67	79	95	
Aumento de peso (g)		17	12	16	45
Alimento dado (g)	100	100	125		325
Alimento sobrante (g)		24	11	30	65
Alimento ingerido (g)		76	89	95	260.00
NPR	1.9873				

Cuadro 89

Registro de crecimiento de ratas de la dieta No. 2

Rata No. 1	Semana				Total
	0	1	2	3	
Macho					
Peso (g)	48	70	88	98	
Aumento de peso (g)		22	18	10	50
Alimento dado (g)	100	100	100		300
Alimento sobrante (g)		43	36	17	96
Alimento ingerido (g)		57	64	83	204
NPR	3.0498				
Rata No. 2					
Macho					
Peso (g)	46	66	91	101	
Aumento de peso (g)		20	25	10	55
Alimento dado (g)	100	120	100		320
Alimento sobrante (g)		34	42	22	98
Alimento ingerido (g)		66	78	78	222
NPR	3.0828				
Rata No. 3					
Hembra					
Peso (g)	48	72	86	102	
Aumento de peso (g)		24	14	16	54
Alimento dado (g)	100	100	100		300
Alimento sobrante (g)		17	16	8	41
Alimento ingerido (g)		83	84	92	259
NPR	2.5943				

Cuadro 90

Registro de crecimiento de ratas de la dieta No. 3,
formulación 70:30.

Rata No. 1	Semana				Total
	0	1	2	3	
Macho					
Peso (g)	46	59	83	89	
Aumento de peso (g)		13	24	6	43
Alimento dado (g)	100	120	100		320
Alimento sobrante (g)		47	41	36	124
Alimento ingerido (g)		53	79	64	196
NPR	2.3601				
Rata No. 2					
Hembra					
Peso (g)	48	65	88	96	
Aumento de peso (g)		17	23	8	48
Alimento dado (g)	100	120	120		340
Alimento sobrante (g)		31	16	30	77
Alimento ingerido (g)		69	104	90	263
NPR	1.9634				

Cuadro 91

Registro de crecimiento de ratas de la dieta control, ratas machos.

Rata No. 1	Semana				Total
	0	1	2	3	
Macho					
Peso (g)	50	81	117	146	
Aumento de peso (g)		31	36	29	96
Alimento dado (g)	100	120	150		370
Alimento sobrante (g)		28	18	34	80
Alimento ingerido (g)		72	102	116	290
NPR					3.3573
Rata No. 2					
Macho					
Peso (g)	50	86	113	145	
Aumento de peso (g)		36	27	32	95
Alimento dado (g)	100	120	150		370
Alimento sobrante (g)		11	4	36	51
Alimento ingerido (g)		89	116	114	319
NPR					3.0203
Rata No. 3					
Macho					
Peso (g)	48	80	121	150	
Aumento de peso (g)		32	41	29	102
Alimento dado (g)	100	120	150		370
Alimento sobrante (g)		25	11	30	66
Alimento ingerido (g)		75	109	120	304
NPR					3.4029

Cuadro 92

Registro de crecimiento de ratas de la dieta control, ratas hembras.

Rata No. 1	Semana				Total
	0	1	2	3	
Hembra					
Peso (g)	50	81	113	139	
Aumento de peso (g)		31	32	26	89
Alimento dado (g)	100	120	150		370
Alimento sobrante (g)		27	20	33	80
Alimento ingerido (g)		73	100	117	290
NPR					3.1125
Rata No. 2					
Hembra					
Peso (g)	50	78	111	137	
Aumento de peso (g)		28	33	26	87
Alimento dado (g)	100	120	150		370
Alimento sobrante (g)		23	16	25	64
Alimento ingerido (g)		77	104	125	306
NPR					2.8835
Rata No. 3					
Hembra					
Peso (g)	46	74	105	131	
Aumento de peso (g)		28	31	26	85
Alimento dado (g)	100	120	150		370
Alimento sobrante (g)		22	18	32	72
Alimento ingerido (g)		78	102	118	298
NPR					2.8928

ANEXO 13
Guía de elaboración de tortilla de vida útil

No.	Proceso
1.	Pesado de harina
2.	Pesado de agua
3.	Pesado de otros ingredientes
4.	Mezclar las gomas con la harina hasta alcanzar una mezcla homogénea
5.	Disolver uno por uno los ingredientes sólidos
6.	Disolver los polioles
7.	Añadir alrededor del 33% del agua a la harina y mezclar hasta disolver la mayor cantidad de harina en el agua. Repetir paso 7, dos veces
8.	Dividir en porciones de 30g
9.	Formado
10.	Cocción
11.	Enfriamiento a 24°C
12.	Empacado
13.	Etiquetado
14.	Almacenamiento

Figura 47

Evaluación Sensorial de tortilla de maíz

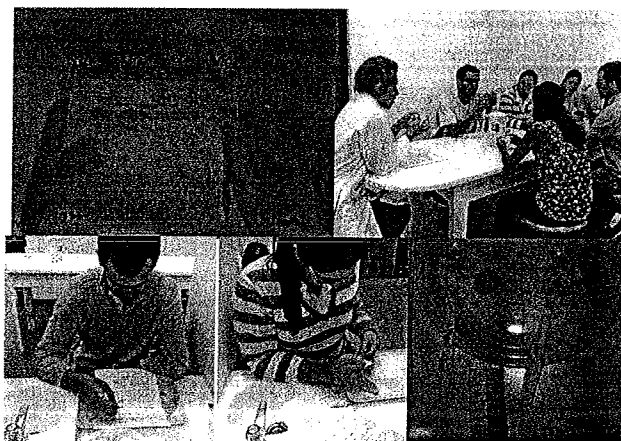


Figura 48
Tortilla por tripolifosfato de sodio

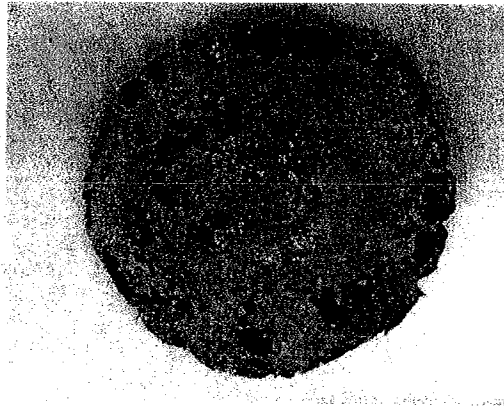


Figura 49
Medición de Actividad de agua y penetración

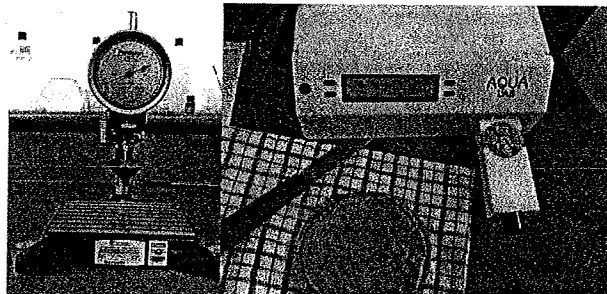


Figura 50
Análisis proximal de tortilla

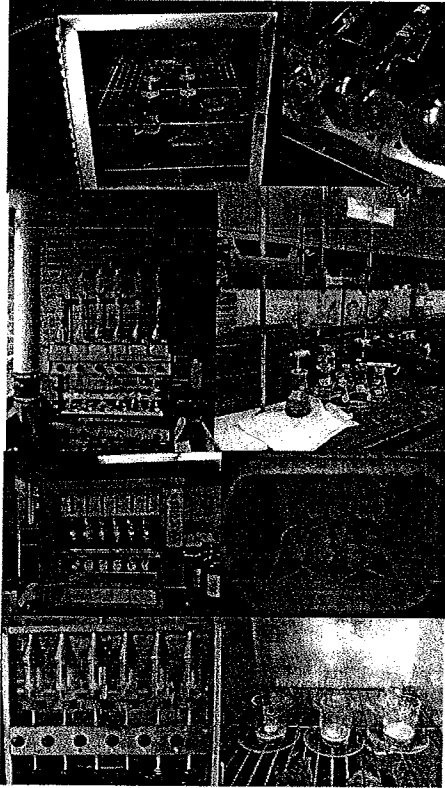
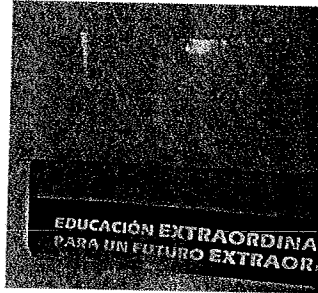


Figura 51
Determinación de vida útil



Figura 52
Medición de calibre, empaques



Cuadro 93
Determinación de espesor de empaque

Material	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (m ²)	Peso (g)	Espesor (g/m ²)	Peso promedio (g)	
LDPE A (PEa)	4	4	0.0016	0.041	25.438	25.188	±0.354
				0.040	24.938		
LDPE B (PEb)	4	4	0.0016	0.073	45.813	43.469	±3.315
				0.066	41.125		

LDPE: Polietileno de baja densidad

ANEXO 14

Guía sobre el perfil sensorial y grupo focal, tortilla de maíz

I. INTRODUCCIÓN

La tortilla es conocida como el vehículo alimenticio de mayor consumo en Guatemala, aumentando su ingesta a medida que la clase socioeconómica se reduce, especialmente en sectores rurales. Por su naturaleza se trata de un producto con una vida de anaquel muy corta.

Dentro del país existen regiones con habitantes de bajos recursos que son afectados por fenómenos ocasionados por el cambio climático que los llevan a pérdidas materiales. En tales escenarios, organizaciones nacionales e internacionales ofrecen su apoyo en cuanto a vivienda y alimentación. Al tratarse de personas que no cuentan con los utensilios ni materias primas necesarias para elaborar un alimento, se proporciona un producto listo para consumirse. Es decir, que no requiere preparación previa.

Se formuló y desarrolló una tortilla de maíz con vida útil prolongada a incorporarse en un kit de emergencias en caso de desastres destinado a comunidades vulnerables a lo largo del corredor seco, Guatemala. Mediante la creación de dicho alimento se espera alcanzar la resiliencia en cuanto a la alimentación de la población. Al hacer el perfil sensorial de la tortilla se pretende evaluar los atributos sensoriales de ésta, así como de una tortilla común y determinar los descriptores que caracterizan al producto. Al hacer el grupo focal de la tortilla se pretende medir la aceptación hacia ésta, evaluando posibles cambios en la formulación de ser necesarios.

II. OBJETIVOS

- Determinar el perfil de aroma, sabor, apariencia y textura de la tortilla original y la tortilla con vida útil prolongada.
- Comparar los atributos ambas formulaciones de tortilla a través de las gráficas de araña.

III. MATERIALES Y EQUIPO

Cuadro 94

Materiales para la elaboración de la tortilla (fórmula original)

Ingrediente	Peso ($\pm 0.05g$)
Harina de maíz	310.24
Agua	389.76

Cuadro 95

Materiales para la elaboración de la tortilla con vida útil prolongada

Ingrediente	Peso ($\pm 0.05g$)
Harina de maíz	290.85
Agua	381.50
Sorbato de Potasio	1.40
Propionato de Sodio	0.70
Goma Guar	3.50
CMC	1.05
Goma Xantán	1.75
Cloruro de Sodio	2.10
Sorbitol	7.00
Glicerol	7.00
Gluconodelta lactona	2.80
Ácido Fumárico	0.35

Cuadro 96

Equipo necesario para hacer el análisis sensorial

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
	Perfil Sensorial	Grupo Focal
Vasos desechables	100	25
Platos desechables grandes	30	3
Bandejas	20	--
Picheles	10	2
Rollo de papel mantequilla	1	--
Rollo de masking tape	1	--
Marcador	1	--
Servilletas	100	100
Lápices	20	--
Computadora	--	1

IV. METODOLOGÍA

A. Perfil sensorial

1. Preparación de las muestras. Ambas formulaciones fueron preparadas el día de la prueba manteniéndose a temperatura ambiente en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala.

En el momento de la prueba a cada panelista se le entregaron dos muestras de un cuarto de tortilla. Las muestras se colocaron en bandejas sobre papel encerado. El orden que se siguió en la presentación se muestra en el cuadro 4. Los códigos asignados se escribieron sobre el papel encerado. Previo al inicio de la prueba se dio a conocer el objetivo de la misma a los panelistas. A cada uno se le proporcionó una bandeja con las dos muestras, un vaso con agua para enjuague, una servilleta, los alimentos y soluciones que se usaron como referencias, una escala de color, un lápiz y la boleta de perfil sensorial.

Seguidamente los panelistas evaluaron las muestras de izquierda a derecha y llenaron la boleta de acuerdo a la intensidad percibida de cada atributo.

2. Selección de las referencias. La persona que formuló el producto seleccionó los atributos que consideró más importantes para describir la tortilla, que fueron: color, olor, textura y sabor. De cada atributo se definieron varias características de las cuales se medirán sus intensidades. Para evaluar el color se utilizó una paleta de colores que se imprimió una por panelista. Para evaluar el olor y el sabor se usaron soluciones de los sabores básicos que podían percibirse y 3 alimentos. La textura se evaluó usando como referencia la tortilla original de maíz.

Las referencias se presentarán junto con las muestras de manera que los panelistas puedan comprar las intensidades. Las referencias representaron el valor máximo en la escala y el valor mínimo fue 0 (cero) equivalente a la ausencia de la característica.

3. Análisis de datos. Con los datos numéricos obtenidos se hará un cuadro con las intensidades que los panelistas dieron a cada atributo. Al final de cada columna se obtendrá la sumatoria total para cada muestra y se determinará la media y la desviación estándar de intensidad de cada descriptor. Con los promedios se elaborará una gráfica de araña para cada muestra por atributo. Las gráficas ayudarán a comparar los resultados encontrados en las diferentes muestras. La desviación estándar servirá para discutir sobre la precisión del grupo para evaluar cada atributo.

Las gráficas de araña se pueden hacer en Excel, tomando en cuenta que en este programa se llaman radiales.

Cuadro 97

Orden de presentación de las muestras

#	Muestra				
	1	2	#	1	2
1	741	371	21	666	258
2	052	447	22	135	300
3	700	263	23	019	732
4	104	613	24	797	813
5	747	019	25	279	556
6	772	514	26	479	291
7	591	525	27	486	999
8	150	984	28	792	472
9	176	222	29	447	597
10	012	363	30	731	454
11	616	935	31	626	266
12	788	300	32	368	124
13	863	881	33	409	087
14	012	913	34	937	874
15	200	434	35	292	771
16	933	464	36	592	807
17	251	628	37	440	756
18	966	968	38	174	962
19	848	073	39	203	822
20	303	626	40	592	269

B. Grupo focal

1. Preparación de la prueba. Los panelistas se reunieron en tres grupos de diez, en el Laboratorio de Análisis Sensorial ubicado en el salón E-106 de la Universidad del Valle de Guatemala. Los panelistas fueron acomodados en una mesa sin separaciones para facilitar la discusión.

Antes de iniciar la prueba se dio una explicación breve del porqué el producto fue formulado y las características que tiene. Además se explicaron los objetivos de la prueba y la metodología a seguir. A cada panelista se le entregó la muestra de un cuarto tortilla, un vaso con agua, y una servilleta. Las muestras fueron servidas a temperatura ambiente o inferior (no llegando a temperatura de refrigerado) por el uso del producto final.

El grupo focal se llevó a cabo a través de la discusión grupal de cada uno de los descriptores para la tortilla. El moderador fue el encargado de explicar cada uno de los descriptores, siendo estos olor, apariencia, textura y sabor. El moderador seguirá la guía para grupo focal que se adjunta al final.

2. Análisis de datos. El moderador tomará nota de todas las respuestas de los panelistas y llevará el conteo de respuestas donde se solicita que califiquen la característica.

Para el análisis de datos, las respuestas de los panelistas serán agrupadas y se reportarán en Cuadro No. s de frecuencia. Se agruparán las respuestas según los atributos de apariencia, olor, textura y sabor.

Fecha: _____

Nombre: _____



ANEXO 15

Boleta de perfil sensorial, tortilla de maíz

A continuación se le presentan 2 muestras de tortilla de maíz. Se le solicita probar las muestras de izquierda a derecha, luego calificar la intensidad con que se detecta cada uno de los descriptores de aroma, sabor y apariencia que se perciben, utilice una escala de 0 a 10, donde 0 será un atributo no percibido y 10 la máxima intensidad.

ATRIBUTOS:**A. Apariencia**

Código	Color	Homogénea

B. Aroma

Código	Avinagrado	Elote dulce	Salado	Tortilla de maíz	Elote	Masa de maíz

C. Textura

Código	Suave	Elástica	Quebradiza

D. Sabor

Código	Dulce	Salado	Elote	Tortilla de maíz

En el espacio proporcionado para el efecto, se le solicita anotar si encontró algún otro atributo que se pudiera usar de descriptor en cuanto a:

Aroma: _____

Sabor: _____

Apariencia: _____

Textura: _____

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO 16

Guía de discusión de grupo focal, tortilla de maíz.

- **Participantes**

Alumnos del curso de Análisis Sensorial de Alimentos, segundo semestre 2012.

- **Introducción**

Buenas tardes, muchas gracias por su presencia y colaboración.

- **Presentación**

- del moderador
- del producto
- del objetivo de la práctica.
- de cómo se llevará a cabo la prueba.

- **Discusión**

A cada panelista le fue proporcionado un plato con tortilla de vida útil prolongada y a continuación se le explicó el parámetro a evaluar. El orden solicitado fue el siguiente: apariencia, aroma, textura y sabor.

Al finalizar cada atributo, los panelistas mostraron sus puntos de vista y todas las observaciones fueron tabuladas.

Cuadro 98
Tabulación de puntos de vista de panelistas

Atributo	Solicitud	Preguntas
Apariencia	Evaluar el color a lo largo de la superficie, color y forma de las orillas, forma en general de la tortilla, regularidad de su superficie. El color de la tortilla debe ser medianamente uniforme en todas sus áreas, pudiendo existir secciones más oscuras por cocción. No debe tener secciones crudas.	<p>¿El color de las muestras es homogéneo?</p> <p>Alguna de las muestras ¿tiene secciones crudas?</p> <p>¿Qué color aprecian en la superficie de cada muestra?</p> <p>¿El tamaño de la tortilla le parece adecuado?</p> <p>¿Qué opina respecto al grosor?</p>
Textura	Debe ser suave. Idealmente elástica, comparable con una tortilla de maíz común	<p>¿Qué piensa de la elasticidad de cada muestra?</p> <p>¿Percibe la suavidad de cada muestra?</p> <p>¿Qué valor le darían a la pegajosidad que tiene cada muestra?</p> <p>¿Le parece quebradiza la tortilla?</p>
Olor	El producto tiene un olor característico por los componentes empleados en la formulación. Estos idealmente no debieron desagradar al panelista, pero de haberlo hecho se incluyen anotaciones para posibles modificaciones a la formulación. Idealmente se debe percibir un aroma a tortilla común.	<p>¿Qué olor percibe en la muestra? (enlistar descriptores, conteo frecuencia)</p> <p>¿Percibe olor a quemado en cada muestra?</p> <p>¿Le agrada el aroma general del producto?</p>

A lo largo de toda la evaluación, el moderador irá consultando si existe alguna duda

Cuadro 99
Etapas formulación, barrera pH

Barrera	Ingrediente	Porcentaje (%)	PH					
			Masa			Tortilla		
			Mediciones (±0.05)	Promedio	Incert	Mediciones (±0.05)	Promedio	Incert
PH1	Harina	41.45	6.31	6.31	0.01	6.33	6.34	0.01
	Agua	58.50	6.30			6.34		
	Ácido fumárico	0.05	6.31			6.34		
PH2	Harina	41.50	5.60	5.60	0.01	5.65	5.65	0.01
	Agua	58.35	5.61			5.64		
	Ácido fumárico	0.15	5.60			5.65		
PH3	Harina	41.75	4.86	4.86	0.01	4.92	4.93	0.01
	Agua	58.00	4.86			4.93		
	Ácido fumárico	0.25	4.85			4.93		
PH4	Harina	41.45	6.73	6.73	0.00	6.76	6.76	0.01
	Agua	58.50	6.73			6.77		
	Gluconodeltalactona	0.05	6.73			6.76		
PH5	Harina	41.50	6.39	6.39	0.00	6.43	6.42	0.01
	Agua	58.35	6.39			6.42		
	Gluconodeltalactona	0.15	6.39			6.41		
PH6	Harina	41.75	6.14	6.14	0.01	6.15	6.15	0.00
	Agua	58.00	6.14			6.15		
	Gluconodeltalactona	0.25	6.13			6.15		
PH7	Harina	41.55	5.70	5.70	0.02	5.60	5.61	0.01
	Agua	57.95	5.72			5.62		
	Gluconodeltalactona	0.50	5.68			5.61		
PH8	Harina	42.30	4.29	4.29	0.01	4.30	4.30	0.01
	Agua	57.30	4.30			4.31		
	Ácido fumárico	0.15	4.29			4.29		
	Gluconodeltalactona	0.25						
PH9	Harina	42.30	5.83	5.83	0.01	5.57	5.57	0.01
	Agua	57.25	5.83			5.57		
	Ácido fumárico	0.05	5.82			5.56		
	Gluconodeltalactona	0.40						

Cuadro 100
Etapa formulación, barrera pH. Evaluación sensorial

Barrera	Evaluación sensorial			
	Olor	Apariencia	Textura	Sabor
PH1	Aroma mínimo. Poco olor a tortilla. Casi no tiene aroma.	Apariencia a tortilla normal. Amarillenta. Las orillas están un poco quemadas pero tiene una buena apariencia. Las orillas están un poco quebradas.	Un poco más dura que una tortilla normal. Textura apropiada.	Sabor a tortilla. Muy poco sabor. Insípida.
PH2	Poco olor a tortilla. Casi no tiene olor.	Agradable. Un poco amarilla, similar a tortilla de maíz. Está un poco quemada de las orillas y no del centro.	Más rígida que una tortilla normal. Agradable.	Sabor a tortilla de maíz. Se siente sabor a las partes quemadas.
PH3	Olor a tortilla. Poco aroma.	Me gusta. Es un poco más amarilla. Agradable. A tortilla.	A tortilla. Un poco más dura o elástica.	Se siente un toque ácido al masticar. Final ácido. Desagradable.
PH4	Olor a tortilla de maíz. Aroma leve a quemado. En general tiene un buen olor.	Color igual al de una tortilla de maíz. Las orillas quemadas.	Similar a una tortilla de maíz común. Es más suave que las anteriores.	Normal. Sabor a tortilla. Se siente un poco lo quemado de las orillas. No me desagrada ni agrada.
PH5	Olor suave a tortilla. Me agrada el aroma. Buen olor.	A tortilla normal. Agradable. Se miran algunas secciones crudas.	Igual que una tortilla de maíz normal. Suave. Agradable.	Poco sabor. Tiene un buen sabor, pero casi no se siente. Sabor a tortilla.
PH6	Muy poco olor. Casi no se siente el olor. Olor suave a tortilla.	Secciones un poco oscuras. Buena apariencia. Orillas un poco quemadas. Me gusta la apariencia.	Apropiada. Como una tortilla normal. Me gusta.	Poco sabor a tortilla. Se siente un leve sabor a masa cruda. A tortilla normal.
PH7	Olor extraño. No desagradable. Olor suave a tortilla.	Tortilla normal. Buena apariencia. No está quemada, me gusta.	Un poco rígida.	Se siente una nota ácida, leve, a final. Buen sabor.
PH8	Olor agradable, a tortilla. Se siente un aroma a quemado al final. Agradable.	Muy buena. Buena apariencia. Color claro, a tortilla. Manchas café y negras como una tortilla normal.	Igual a una tortilla común. Suave.	Muy ácida. Desagradable. Mal sabor.
PH9	Olor a tortilla. Normal. Un poco a quemado.	Agradable. Color claro. Manchas café claro, no desagradables.	Un poco más elástica y dura que una tortilla normal. Agradable.	Poco sabor. Sabor a tortilla

Cuadro 101
Barrera Aw. Ensayos preliminares Aw.
Cloruro de sodio

Formu. lación	Ingrediente	Porcentaje (%)	Actividad de agua, Aw, MASA			Actividad de agua, Aw, TORTILLA		
			Mediciones (± 0.005)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.005)	Promedio	Incert
C1	Harina	42.60	0.990	0.990	0.000	0.984	0.985	0.001
	Agua	57.00	0.990			0.985		
	Cloruro de Sodio	0.40						
C2	Harina	42.40	0.990	0.988	0.003	0.985	0.985	0.000
	Agua	57.05	0.986			0.985		
	Cloruro de Sodio	0.55						
C3	Harina	42.20	0.989	0.988	0.002	0.981	0.980	0.001
	Agua	57.10	0.986			0.979		
	Cloruro de Sodio	0.70						
C4	Harina	42.10	0.988	0.988	0.001	0.983	0.984	0.001
	Agua	57.05	0.987			0.984		
	Cloruro de Sodio	0.85						

Cuadro 102
Barrera Aw. Ensayos preliminares Humedad.
Cloruro de sodio

Formulación	Ingrediente	Porcentaje (%)	Humedad (%), MASA			Humedad (%), TORTILLA		
			Mediciones (± 0.0005)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.0005)	Promedio	Incert
C1	Harina	42.60	64.0632	63.5751	0.6903	42.8898	42.8163	0.1039
	Agua	57.00	63.0870			42.7428		
	Cloruro de Sodio	0.40						
C2	Harina	42.40	60.6976	60.7248	0.0385	42.3485	42.1023	0.3482
	Agua	57.05	60.7520			41.8561		
	Cloruro de Sodio	0.55						
C3	Harina	42.20	60.9829	60.9942	0.0160	42.9253	42.4882	0.6182
	Agua	57.10	61.0055			42.0510		
	Cloruro de Sodio	0.70						
C4	Harina	42.10	61.2339	61.1234	0.1563	40.6579	41.0599	0.5684
	Agua	57.05	61.0129			41.4618		
	Cloruro de Sodio	0.85						

Cuadro 103
Barrera Aw. Ensayos preliminares Aw.
Tripolifosfato de sodio

Formulación	Ingrediente	Porcentaje (%)	Actividad de agua, Aw, MASA			Actividad de agua, Aw, TORTILLA		
			Mediciones (± 0.005)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.005)	Promedio	Incert
T1	Harina	42.50	0.990	0.989	0.001	0.989	0.988	0.002
	Agua	57.00	0.988			0.986		
	TPF de Sodio	0.50						
T2	Harina	42.25	0.988	0.988	0.000	0.982	0.982	0.000
	Agua	56.75	0.988			0.982		
	TPF de Sodio	1.00						
T3	Harina	42.00	0.987	0.987	0.001	0.985	0.983	0.004
	Agua	56.50	0.986			0.980		
	TPF de Sodio	1.50						
T4	Harina	41.70	0.986	0.986	0.000	0.983	0.982	0.002
	Agua	56.30	0.986			0.980		
	TPF de Sodio	2.00						

TPF: Tripolifosfato de Sodio

Cuadro 104
Barrera Aw. Ensayos Humedad.
Tripolifosfato de sodio

Formulación	Ingrediente	Porcentaje (%)	Humedad (%), MASA			Humedad (%), TORTILLA		
			Mediciones (± 0.0005)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.0005)	Promedio	Incert
T1	Harina	42.50	58.8633	59.2176	0.5010	52.4427	52.7477	0.4313
	Agua	57.00	59.5718			53.0526		
	TPF de Sodio	0.50						
T2	Harina	42.25	58.9995	58.0119	1.3967	51.7750	51.6686	0.1505
	Agua	56.75	57.0243			51.5621		
	TPF de Sodio	1.00						
T3	Harina	42.00	56.3339	56.6800	0.4895	49.8874	50.4249	0.7601
	Agua	56.50	57.0261			50.9623		
	TOF de Sodio	1.50						
T4	Harina	41.70	56.2780	56.2895	0.0163	49.0502	49.2588	0.2949
	Agua	56.30	56.3010			49.4673		
	TOF de Sodio	2.00						

TPF: Tripolifosfato de Sodio

Cuadro 105
Barrera Aw. Actividad de agua y humedad en masa

Barrera	Ingrediente	Porcentaje (%)	Actividad de agua MASA, Aw			Contenido de humedad MASA (%)		
			Mediciones (± 0.003)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.0005)	Promedio	Incert
AW1	Harina	43.00	0.950	0.958	0.007	54.3532	54.8078	0.5612
	Agua	49.55						
	Sorbitol	4.00	0.960					
	Glicerol	3.00						
	Gluconodelta lactona	0.40	0.964			54.6353		
	Ácido fumarico	0.05						
AW2	Harina	44.00	0.968	0.971	0.004	59.2211	58.9307	0.2876
	Agua	50.55						
	Sorbitol	3.00	0.970					
	Glicerol	2.00						
	Gluconodelta lactona	0.40	0.976			58.9250		
	Ácido fumarico	0.05						
AW3	Harina	45.55	0.977	0.976	0.001	58.4639	58.4526	0.0766
	Agua	52.00						
	Sorbitol	1.00	0.975					
	Glicerol	1.00						
	Gluconodelta lactona	0.40	0.975			58.3710		
	Ácido fumarico	0.05						
AW4	Harina	43.15	0.985	0.985	0.001	56.9960	57.0443	0.2866
	Agua	56.00	0.985			57.3520		
	Cloruro de Sodio	0.40	0.984			56.7850		
	Gluconodelta lactona	0.40						
	Ácido fumarico	0.05						
AW5	Harina	43.25	0.987	0.986	0.001	56.6689	56.8530	0.1882
	Agua	56.00	0.986			56.8450		
	Cloruro de Sodio	0.30	0.986			57.0450		
	Gluconodelta lactona	0.40						
	Ácido fumarico	0.05						
AW6	Harina	41.25	0.978	0.975	0.004	60.8074	60.7856	0.5876
	Agua	56.00						
	Sorbitol	1.00	0.971			61.3620		
	Glicerol	1.00						
	Cloruro de Sodio	0.30	0.977			60.1875		
	Gluconodelta lactona	0.40						
	Ácido fumárico	0.05						

Cuadro 106
Barrera Aw. Actividad de agua y humedad en tortilla

Barrera	Ingrediente	Porcentaje (%)	Actividad de agua TORTILLA, Aw			Contenido de humedad TORTILLA(%)		
			Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert	Mediciones (±0.0005)	Promedio	Incert
AW1	Harina	43.00	0.969	0.969	0.006	43.8255	43.8003	0.2663
	Agua	49.55						
	Sorbitol	4.00	0.974					
	Glicerol	3.00						
	Gluconodelta lactona	0.40	0.963					
	Ácido fumarico	0.05						
AW2	Harina	44.00	0.968	0.972	0.004	44.8691	45.3517	0.8715
	Agua	50.55						
	Sorbitol	3.00	0.976					
	Glicerol	2.00						
	Gluconodelta lactona	0.40	0.971					
	Ácido fumarico	0.05						
AW3	Harina	45.55	0.981	0.979	0.002	46.5770	46.5623	0.1834
	Agua	52.00						
	Sorbitol	1.00	0.977					
	Glicerol	1.00						
	Gluconodelta lactona	0.40	0.979					
	Ácido fumarico	0.05						
AW4	Harina	43.15	0.969	0.966	0.006	49.1889	49.5000	0.4636
	Agua	56.00	0.959					
	Cloruro de Sodio	0.40	0.971					
	Gluconodelta lactona	0.40						
	Ácido fumarico	0.05						
AW5	Harina	43.25	0.985	0.981	0.004	50.6272	50.9432	0.6799
	Agua	56.00	0.977					
	Cloruro de Sodio	0.30	0.981					
	Gluconodelta lactona	0.40						
	Ácido fumarico	0.05						
AW6	Harina	41.25	0.979	0.980	0.002	50.2666	49.9196	0.4631
	Agua	56.00						
	Sorbitol	1.00	0.980					
	Glicerol	1.00						
	Cloruro de Sodio	0.30	0.982					
	Gluconodelta lactona	0.40						
	Ácido fumarico	0.05						

Cuadro 107

Barrera Aw. Evaluación Sensorial, tortilla

Barrera	Ingrediente	Porcentaje (%)	Evaluación sensorial			
			Olor	Apariencia	Textura	Sabor
AW1	Harina	43.00	Olor leve a tortilla. Se siente un aroma a quemado. Buen olor.	Un poco quemada en las orillas. Oscura. Apariencia a tortilla de maíz.	Es más resistente a la ruptura que una tortilla normal. Dura.	Se siente un poco dulce al final. No tiene sabor a tortilla.
	Agua	49.55				
	Sorbitol	4.00				
	Glicerol	3.00				
	Gluconodeltalactona	0.40				
	Ácido fumárico	0.05				
AW2	Harina	44.00	Olor normal a tortilla. Un poco olor a quemado, pero no desagradable.	Apariencia a tortilla. Las orillas están muy quebradas, no son lisas como en una tortilla normal.	Similar a una tortilla de maíz. Menos suave.	El sabor es un poco dulce. No me gusta para la tortilla.
	Agua	50.55				
	Sorbitol	3.00				
	Glicerol	2.00				
	Gluconodeltalactona	0.40				
	Ácido fumárico	0.05				
AW3	Harina	45.55	Olor a tortilla. Un poco quemado. Agradable. Me gusta.	Apariencia a tortilla normal. Está un poco quemada. Color a tortilla. Está un poco agrietada de las orillas.	Suave. Como una tortilla normal. Me gusta.	Sabor muy suave a tortilla. Se siente más el sabor quemado. Al final se siente un sabor dulce. No me desagrada.
	Agua	52.00				
	Sorbitol	1.00				
	Glicerol	1.00				
	Gluconodeltalactona	0.40				
	Ácido fumárico	0.05				
AW4	Harina	43.15	Aroma suave a tortilla.	Apariencia a tortilla. Un poco oscura.	Rígida. Dura. La tortilla no es tan suave como una tortilla normal.	Salado.
	Agua	56.00				
	Cloruro de Sodio	0.40				
	Gluconodeltalactona	0.40				
	Ácido fumárico	0.05				
AW5	Harina	43.25	Aroma a tortilla. Un poco a quemado.	Agradable. A tortilla de maíz. Tiene manchas en las orillas (quemado)	Similar a una tortilla. Un poco más resistente. Dura.	Se siente un poco salado. Sabe a tortilla con sal. El sabor es aceptable.
	Agua	56.00				
	Cloruro de Sodio	0.30				
	Gluconodeltalactona	0.40				
	Ácido fumárico	0.05				
AW6	Harina	41.25	Aroma agradable a tortilla. Me gusta. Olor a tortilla.	Manchas café, pero agradable. Color a tortilla. Me agrada.	Suave, como una tortilla normal. Agradable.	Una nota ácida al final. Se siente bien. No me desagrada. Lo comería. Buen sabor.
	Agua	56.00				
	Sorbitol	1.00				
	Glicerol	1.00				
	Cloruro de Sodio	0.30				
	Gluconodeltalactona	0.40				
	Ácido fumarico	0.05				

Cuadro 108
Elección de mejoradores de textura. Aw

Formula	Ingrediente	Porcentaje (%)	Actividad de agua MASA, Aw			Actividad de agua TORTILLA, Aw		
			Mediciones (± 0.005)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.005)	Promedio	Incert
TX1	Harina	41.75	0.980	0.982	0.002	0.979	0.981	0.003
	Agua	55.00						
	Goma Guar	0.50						
	Sorbitol	1.00	0.982			0.984		
	Glicerol	1.00						
	Cloruro de Sodio	0.30						
	Gluconodeltalactona	0.40	0.984			0.980		
	Ácido fumárico	0.05						
TX2	Harina	41.75	0.981	0.983	0.002	0.982	0.981	0.004
	Agua	55.00						
	Goma Guar	0.10						
	CMC	0.15	0.983			0.984		
	Goma Xantán	0.25						
	Sorbitol	1.00						
	Glicerol	1.00	0.984			0.977		
	Cloruro de Sodio	0.30						
	Gluconodeltalactona	0.40						
Ácido fumárico	0.05							

Cuadro 109
Elección de mejoradores de textura. Penetración

Fórmula	Ingrediente	Penetración (1/10mm @24.0°C)								
		Día 0			Día 1			Día 2		
		Medición	Promedio	Incertidumbre	Medición	Promedio	Incertidumbre	Medición	Promedio	Incertidumbre
TX1	Harina	24.00	24.67	1.15	39.00	35.67	3.06	35.00	36.33	1.53
	Agua									
	Goma Guar									
	Sorbitol	26.00			33.00					
	Glicerol									
	Cloruro de Sodio									
	Gluconodeltalactona	24.00			35.00					
Ácido fumárico										
TX2	Harina	34.00	32.00	2.65	49.00	45.67	3.06	38.00	40.33	3.21
	Agua									
	Goma Guar									
	CMC									
	Goma Xantán	29.00			43.00					
	Sorbitol									
	Glicerol									
	Cloruro de Sodio									
	Gluconodeltalactona	33.00			45.00					
	Ácido fumárico									

Cuadro 110
Mejoradores de textura. Evaluación de Olor y Apariencia

Fórmula	Evaluación sensorial					
	Olor			Apariencia		
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 0	Día 1	Día 2
TX1	Olor a quemado. No tiene olor. No huele a tortilla. Las secciones quemadas tienen un olor extraño, no desagradable, pero no a tortilla.	Buen sabor, similar a una tortilla.	Poco aroma. Casi no se siente el olor.	Agradable. Me gusta. Como una tortilla. Está un poco quemada.	Un poco quemado. Se ve bien.	Está un poco oscura. Café claro.
TX2	Olor muy suave a tortilla. No me gusta el olor.	Buen aroma. Agradable. Como una tortilla.	Aroma suave a tortilla.	Quemada. A tortilla normal. Me gusta. Está un poco quemada de las orillas.	Quemada. Pero en general tiene buen color.	La tortilla está un poco más oscura. Se ve más seca.

Cuadro 111
Mejoradores de textura. Evaluación de Textura y Sabor

Fórmula	Evaluación sensorial					
	Textura			Sabor		
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 0	Día 1	Día 2
TX1	Mucho más resistente que una tortilla normal. Se siente como una tortilla cruda.	Suave. No dura. No tan rígida como una tortilla normal. Me gusta.	Se quiebra con facilidad. Un poco más dura.	Sabor a tortilla. Se siente levemente el dulzor.	Agradable. Un poco dulce. Quemado. Tiene buen sabor.	Sabor suave con notas dulces. Poco sabor a tortilla.
TX2	Un poco más resistente que una tortilla normal. No tanto como la anterior.	Suave. Igual a una tortilla normal.	Levemente rígida. Al doblarla se quiebra fácilmente.	Sabor a tortilla. Me gusta. Es agradable.	Normal. A tortilla. No dulce como la otra tortilla.	Sabor suave a tortilla. No me desagrada, ni agrada.

Cuadro 112
Tortilla control, formulación, tiempo de cocción y ev. Sensorial

Ingrediente	Peso (g)	Porcentaje (%)	Tiempo de cocción (min)	Evaluación sensorial			
				Olor	Apariencia	Textura	Sabor
Harina	310.24	44.32	1.0	Normal a tortilla. Agradable.	No esta quemada.	Suave, pero no mucho. Como una tortilla recién hecha.	Buen sabor. Como una tortilla normal. No le hizo falta cocción.
Agua	389.76	55.68			Apariencia a tortilla normal. Buen color, beige.		

Cuadro 113
Tortilla control, contenido de humedad

Contenido de humedad MASA (%)			Contenido de humedad TORTILLA (%)			Cambio en Humedad tras cocción (%)
Mediciones (± 0.0005)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.0005)	Promedio	Incert	
59.6521	59.6520	0.0002	49.0137	49.0136	0.0003	10.6384
59.6520			49.0138			
59.6518			49.0132			

Cuadro 114
Tortilla control, Actividad de agua

Actividad de agua, Aw MASA			Actividad de agua, Aw TORTILLA			Cambio en Aw tras cocción
Mediciones (± 0.005)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.005)	Promedio	Incert	
0.9910	0.9910	0.0001	0.9890	0.9890	0.0010	0.0020
0.9910			0.9880			
0.9909			0.9900			

Cuadro 115
Tortilla control, medición de pH

pH masa			pH tortilla			Cambio en pH tras cocción
Mediciones (± 0.05)	Promedio	Incert	Mediciones (± 0.05)	Promedio	Incert	
5.99	5.99	0.01	5.95	5.95	0.01	0.0467
6.00			5.95			
5.99			5.94			

Cuadro 116
Análisis proximal, contenido de humedad

Grupo	Peso ($\pm 0.0001g$)			Peso, Muestra seca (g)	Contenido agua (%)	Promedio	Incert
	Cápsula	Muestra	Cápsula y muestra				
Harina	16.7952	2.0020	18.6056	1.8104	9.5704	9.5128	0.0816
	17.1193	2.0095	18.9388	1.8195	9.4551		
Control	17.2480	2.0361	18.2270	0.9790	51.9179	51.7483	0.2398
	16.7482	2.0617	17.7465	0.9983	51.5788		
Formulación final	16.9689	2.0503	18.0557	1.0868	46.9931	47.7232	1.0325
	17.4778	2.0527	18.5359	1.0581	48.4533		

Cuadro 117
Análisis proximal, contenido de cenizas

Grupo	Peso ($\pm 0.0001g$)			Peso, Cenizas (g)	Contenido Cenizas (%)	Promedio	Incert
	Crisol	Muestra	Crisol y muestra				
Harina	37.2431	2.0799	37.2686	0.0255	1.2260	1.2560	0.0424
	31.6687	2.0217	31.6947	0.0260	1.2860		
Control	61.0166	2.0539	61.0309	0.0143	0.6962	0.7262	0.0423
	54.3897	2.0897	54.4055	0.0158	0.7561		
Formulación final	64.6028	2.0435	64.6234	0.0206	1.0081	1.0703	0.0880
	57.3915	2.0308	57.4145	0.0230	1.1326		

Cuadro 118

Análisis proximal, contenido de proteína

Grupo	Peso muestra ($\pm 0.0001g$)	Volumen, HCl ($\pm 0.5mL$)	Contenido Proteína (%)	Promedio (%)	Incert
Harina	0.2520	2.3	8.5451	8.9001	0.5020
	0.2529	2.5	9.2551		
Control	0.2514	2.5	9.3104	9.2500	0.0853
	0.2547	2.5	9.1897		
Formulación final	0.2549	2.4	8.8152	8.6200	0.2761
	0.2556	2.3	8.4248		

Cuadro 119

Análisis proximal, contenido de grasa

Grupo	Peso ($\pm 0.0001g$)				Contenido grasa (%)	Promedio (%)	Incert
	Muestra	Envase vacío	Envase y grasa	Grasa			
Harina	5.0338	76.4547	76.6278	0.1731	3.4388	3.3794	0.0839
	5.0089	75.0016	75.1679	0.1663	3.3201		
Control	5.0085	75.5012	75.5992	0.0980	1.9567	1.9208	0.0507
	5.0028	75.2358	75.3301	0.0943	1.8849		
Formulación final	5.0089	74.3498	74.4412	0.0914	1.8248	1.8078	0.0239
	5.0031	76.4103	76.4999	0.0896	1.7909		

Cuadro 120

Análisis proximal, contenido de fibra cruda

Grupo	Peso ($\pm 0.0001g$)					Contenido fibra cruda (%)	Promedio (%)	Incert
	Muestra	Crisol vidrio	Crisol y muestra, horno	Crisol y muestra, mufla	Fibra cruda			
Harina	1.0041	42.7179	42.7280	42.7178	0.0102	1.0158	1.3807	0.5160
	1.0025	43.5171	43.5337	43.5162	0.0175	1.7456		
Control	1.0011	42.5979	42.6060	42.5978	0.0082	0.8191	0.8739	0.0774
	1.0015	42.8818	42.8910	42.8817	0.0093	0.9286		
Formulación final	1.0044	42.9666	42.9756	42.9659	0.0097	0.9658	0.9072	0.0828
	1.0016	42.9792	42.9825	42.9740	0.0085	0.8486		

Cuadro 121
Análisis de varianza de un factor, análisis proximal

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Humedad CO	2	103.50	51.75	0.06
Humedad FF	2	95.45	47.72	1.07
Proteína CO	2	18.50	9.25	0.01
Proteína FF	2	17.24	8.62	0.08
Grasa CO	2	3.84	1.92	0.00
Grasa FF	2	3.62	1.81	0.00
Cenizas CO	2	1.45	0.73	0.00
Cenizas FF	2	2.14	1.07	0.01
Fibra CO	2	1.75	0.87	0.01
Fibra FF	2	1.81	0.91	0.01
Carbohidratos CO	2	70.96	35.48	0.07
Carbohidratos FF	2	79.74	39.87	0.54

Cuadro 122
Análisis de varianza de un factor, análisis proximal

Contenido de	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F (Fc)	Diferencia significativa (F>Fc)
Humedad	Entre grupos	16.202	1	16.202	28.842	0.033	18.513	Sí
	Dentro de los grupos	1.123	2	0.562				
	Total	17.325	3					
Proteína	Entre grupos	0.397	1	0.397	9.508	0.091	18.513	No
	Dentro de los grupos	0.083	2	0.042				
	Total	0.480	3					
Grasa	Entre grupos	0.013	1	0.013	8.116	0.104	18.513	No
	Dentro de los grupos	0.003	2	0.002				
	Total	0.016	3					
Cenizas	Entre grupos	0.118	1	0.118	24.832	0.038	18.513	Sí
	Dentro de los grupos	0.010	2	0.005				
	Total	0.128	3					
Fibra cruda	Entre grupos	0.001	1	0.001	0.173	0.718	18.513	No
	Dentro de los grupos	0.013	2	0.006				
	Total	0.014	3					
Carbóhidrat os	Entre grupos	19.278	1	19.278	63.238	0.015	18.513	Sí
	Dentro de los grupos	0.610	2	0.305				
	Total	19.888	3					

Cuadro 123
Mediciones de vida útil acelerada, día 0

Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Formulación Final PEa PEb	53	52	1	Apariencia: Apariencia agradable. A tortilla normal. Igual que una tortilla de maíz. Olor: Agradable. Un poco a tortilla pasada. Como tortilla tostado. Textura: Un poco pegajosa. Suave	0.969	0.971	0.006
	52				0.962		
	52				0.970		
	52				0.976		
	52				0.976		
	50						
Control PEa PEb	49	49	2	Apariencia: No esta quemada. Apariencia a tortilla normal. Buen color, beige. Olor: Normal a tortilla. Agradable. Textura: Suave, pero no mucho. Como una tortilla recién hecha.	0.984	0.983	0.003
	49				0.985		
	48				0.979		
	46				0.981		
	51				0.984		
	52						

Cuadro 124
Mediciones de vida útil acelerada, día 1 @ 37°C

Incubado a: 37°C							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control Pea	64	56	5	Apariencia: Cruda en su superficie. Se ve pasada.	0.979	0.980	0.001
	55						
	55						
	51			0.980			
	52						
	60						
Control PEb	60	61	3	Apariencia: Se aprecia moho.	0.989	0.988	0.001
	60						
	68			0.986			
	59						
	59						
	62						
Formulación Final Pea	54	48	6	Apariencia: Cocción adecuada. No se ve pasada.	0.975	0.975	0.001
	55						
	50			0.974			
	48						
	39						
	44						
Formulación Final PEb	61	59	3	Apariencia: No tiene moho. Seca. Me agrada.	0.976	0.977	0.001
	53						
	61			0.978			
	56						
	60						
	60						

Cuadro 125

Mediciones de vida útil acelerada, día 1 @ 30°C

Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	43	42	6	Apariencia: Falta cocción. Agradable.	0.954	0.955	0.001
	40						
	47			Olor: Huele a pasado.	0.956		
	42						
	30			Textura: Pegajoso, como a tortilla pasada.			
	47						
Control PEb	44	38	5	Apariencia: Falta cocimiento. Se ve bien en general.	0.980	0.979	0.001
	42						
	34			Olor: Normal, como a tortilla de maíz. No pasado.	0.978		
	43						
	35			Textura: No existe ninguna liga. No pegajoso. Suave.			
	32						
Formulación Final PEa	52	50	4	Apariencia: Muy agradable. En general se ve bien	0.979	0.979	0.001
	49						
	49			Olor: Huele como a tortilla de maíz. Entre dulce y salado. No huele a pasado.	0.978		
	43						
	55			Textura: Suave. Agradable.			
	50						
Formulación Final PEb	38	48	6	Apariencia: Falta un poco de cocimiento. Bien en general.	0.978	0.978	0.000
	57						
	46			Olor: Agradable. Normal, a tortilla de maíz.	0.978		
	46						
	49			Textura: No pegajosa. Suave.			
	51						

Cuadro 126
Mediciones de vida útil acelerada, día 1 @ 25°C

Incubado a:							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	44	51	5	Apariencia: Se ve pasado. Tiene una capa brillante.	0.986	0.987	0.001
	55						
	51						
	54			Olor: Huele un poco a tortilla pasado. Aún no desagrada en su totalidad.	0.987		
	46						
	54						
Control PEb	52	50	4	Apariencia: Cocción apropiada. Se ve pegajosa.	0.984	0.985	0.001
	50						
	56						
	45			Olor: Huele a tortilla pasada.	0.985		
	45						
	51						
Formulación Final PEa	50	50	1	Apariencia: Buena en general. Agradable.	0.967	0.968	0.001
	51						
	48						
	51			Olor: Agradable. Dulce-Salado. No huele a pasado. No me molesta.	0.968		
	49						
	52						
Formulación Final PEb	43	42	4	Apariencia: Buena en general. Agradable.	0.979	0.978	0.002
	37						
	45						
	45			Olor: Huele bien. No tiene ningún aroma a pasado.	0.976		
	44						
	37						

Cuadro 127
Mediciones de vida útil acelerada, día 2 @ 37°C

Incubado a:							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	42	52	7	Apariencia: Manchas amarillas y moradas. Superficie color blanco. Se ve pasada con moho.	0.981	0.981	0.001
	51						
	49			Textura: Suave. A pesar de estar pasada no se puso dura como una tortilla pasada.	0.980		
	59						
	50						
	59						
Control PEb	52	54	8	Apariencia: Manchas (moho) amarillas, moradas. Se ve más oscura que una tortilla normal.	0.987	0.986	0.002
	49						
	64			Olor: Olor a tortilla pasada.	0.984		
	44						
	55						
	62						
Formulación Final PEa	59	54	8	Apariencia: Se ve bien. No se ve pasada.	0.973	0.975	0.002
	58						
	41			Olor: Buen olor. Entre dulce y salado. Olor a maseca.	0.976		
	63						
	51						
	54						
Formulación Final PEb	45	50	5	Apariencia: Se ve bien. No se ve pasada.	0.978	0.976	0.004
	54						
	53			Olor: Buen olor. Entre dulce y salado.	0.973		
	56						
	50						
	43						
				Textura: Suave. Me gusta.			

Cuadro 128
Mediciones de vida útil acelerada, día 2 @ 30°C

Incubado a:							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	56	54	4	Apariencia: Tortilla pasada. Bastante blanca. Secciones negras (moho negro). Olor: Olor muy a pasado. Textura: Suavidad por lo pasado, húmedo. No agradable.	0.976	0.978	0.003
	47						
	53						
	56				0.980		
	59						
	53						
Control PEb	66	53	8	Apariencia: Tortilla pasada. Moho negro, morado, amarillo similar a consomé. Olor: Olor a tortilla pasada. Textura: Pegajoso. Suave por estar pasado.	0.988	0.987	0.001
	50						
	47						
	58				0.986		
	52						
	46						
Formulación Final PEa	53	52	4	Apariencia: Agradable. Secciones con poco cocimiento. Olor: Rico. No huele mal. Textura: Suave. Agradable.	0.978	0.977	0.001
	58						
	52						
	52				0.976		
	47						
	47						
Formulación Final PEb	55	50	4	Apariencia: Se ve bien cocido. En buen estado. Olor: Buen olor. Me agrada. Textura: Muy suave. No desagrada.	0.978	0.978	0.000
	45						
	53						
	47				0.978		
	49						
	52						

Cuadro 129
Mediciones de vida útil acelerada, día 2 @ 25°C

Incubado a: 25°C							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	51	49	7	Apariencia: Tortilla pasada. No tiene manchas pero sí un brillo característico.	0.981	0.981	0.001
	60						
	46			Olor: Pasado. Avinagrado.	0.980		
	44						
	40			Textura: Suave. La tortilla no es elástica como una tortilla normal. Se quiebra.			
	51						
Control PEb	42	47	6	Apariencia: Pasada. Moho verde (poco). Falta cocción.	0.988	0.984	0.006
	42						
	46			Olor: Huele a tortilla pasada.	0.979		
	42						
	57			Textura: Suavidad por pasado.			
	50						
Formulación Final PEa	56	52	10	Apariencia: Excelente, me la comería.	0.980	0.979	0.001
	46						
	63			Olor: Huele bien. Olor a quemado. Olor dulce.	0.978		
	44						
	40			Textura: Suave. Agradable.			
	62						
Formulación Final PEb	59	51	6	Apariencia: No se ve pasada. Sólo tiene una mancha de moho que da desconfianza. En general la tortilla se ve bien.	0.976	0.977	0.001
	47						
	57			Olor: No huele a pasado.	0.977		
	51						
	49			Textura: Se ve pegajosa. Suave. No me desagrada.			
	45						

Cuadro 130
Mediciones de vida útil acelerada, día 3 @ 37°C

Incubado a:								
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua			
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert	
Control PEa	66	59	8	Apariencia: El color cambió por el moho. Se ve una tonalidad morada. No está tan mal.	0.953	0.955	0.002	
	55							
	61			Olor: Olor a descompuesto. Demasiado olor.	0.956			
	51							
	69							
	52							Textura: Suave, pegajosa.
Control PEb	74	72	2	Apariencia: Se observa moho verde similar a mota. Mucho más pasada que la Control PEa.	0.977	0.977	0.001	
	71							
	72			Olor: Olor a descompuesto.	0.976			
	70							
	73							Textura: Muy suave. Desagradable.
	69							
Formulación Final PEa	60	57	4	Apariencia: Buen color en toda su superficie.	0.979	0.980	0.001	
	56							
	62			Olor: Buen olor, me gusta.	0.981			
	57							
	50							Textura: Ligosa sin moho.
	59							
Formulación Final PEb	66	62	10	Apariencia: Como tortilla normal. Bien cocida.	0.984	0.984	0.001	
	71							
	76			Olor: Buen olor, me gusta.	0.983			
	50							
	54							Textura: Pegajosa, suave.
	57							

Cuadro 131
Mediciones de vida útil acelerada, día 3 @ 30°C

Incubado a: 30°C							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	61	63	13	Apariencia: Demasiado pasada. Descompuesta. Mucho moho. Olor: Olor exagerado a tortilla pasada. Textura: Se deshace con mucha facilidad por el moho.	0.984	0.983	0.002
	50						
	45						
	74						
	73						
Control PEb	63	78	9	Apariencia: Muy pasada. Se está pudriendo. Olor: Muy pasada. Textura: Muy suave. Desagradable.	0.985	0.986	0.001
	74						
	83						
	83						
	87						
Formulación Final PEa	58	52	9	Apariencia: Buena apariencia. Buen estado. No hay moho. Olor: Agradable. Dulce y salado. Textura: Aceptable. Normal. Suave.	0.981	0.980	0.001
	40						
	51						
	47						
	65						
Formulación Final PEb	53	49	6	Apariencia: Perfecta. Nada de brillo. Falta un poco de cocimiento en unas secciones. Olor: Huele bien. Entre dulce y salado. Textura: Buena textura. Suave. No pegajosa.	0.980	0.981	0.001
	52						
	37						
	48						
	55						
	48				0.982		

Cuadro 132
Mediciones de vida útil acelerada, día 3 @ 25°C

Incubado a: 25°C							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	46	48	9	Apariencia: Muy pasada.	0.990	0.989	0.001
	36						
	60			0.988			
	43						
	55						
	45						
Control PEb	43	39	5	Apariencia: Muy pasado. Más pasado que Control PEa.	0.986	0.987	0.001
	31						
	36			0.988			
	43						
	39						
	44						
Formulación Final PEa	47	36	8	Apariencia: Me gusta mucho. Falta cocción.	0.980	0.981	0.001
	40						
	31			0.981			
	35						
	40						
	24						
Formulación Final PEb	49	52	7	Apariencia: Buen estado, bien cocida.	0.979	0.977	0.004
	40						
	50			0.974			
	57						
	60						
	54						

Cuadro 133
Mediciones de vida útil acelerada, día 4 @ 37°C

Incubado a:							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	68	66	6	Apariencia: Extremadamente pasada.	0.982	0.982	0.001
	67						
	56						
	66			0.981			
	73				Textura: Un poco más dura que PEb. Suave.		
	67						
Control PEb	66	65	6	Apariencia: Muy pasada. Más que PEa.	0.979	0.981	0.002
	58						
	60			Olor: Muy descompuesto.			
	72						
	71			Textura: Suave.			
	62						
Formulación Final PEa	46	50	6	Apariencia: Me agrada. Muy buen estado.	0.977	0.980	0.004
	53						
	52			Olor: Agradable. Dulce-salado.			
	41						
	53			Textura: No ligoso. Suave.			
	56						
Formulación Final PEb	63	56	6	Apariencia: Se ve bien. Agradable. Bien cocido.	0.981	0.982	0.001
	59						
	58			Olor: Agradable. Me gusta.			
	48						
	48			Textura: Seco, para nada ligoso.			
	60						
					0.983		

Cuadro 134
Mediciones de vida útil acelerada, día 4 @ 30°C

Incubado a: 30°C							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	65	53	10	Apariencia: Tiene mohos, pero la tortilla no se deshace. No me la comería.	0.985	0.984	0.001
	43						
	50			Olor: Muy pasado.	0.983		
	64						
	41			Textura: Seco. Suave.			
	57						
Control PEb	57	62	11	Apariencia: Oscura. Bastante mohos verde y blanco.	0.984	0.980	0.006
	52						
	51			Olor: Huelo muy mal. Olor a mazorca podrida.	0.976		
	65						
	66			Textura: Suave y deshaciéndose por lo pasado.			
	79						
Formulación Final PEa	55	51	7	Apariencia: Muy buena apariencia. Le falta un poco de cocción.	0.979	0.981	0.003
	45						
	54			Olor: Buen olor.	0.983		
	58						
	40			Textura: Nada pegajoso. Suave.			
	54						
Formulación Final PEb	46	50	2	Apariencia: No se ve mohos. Me agrada.	0.980	0.981	0.001
	48						
	51			Olor: Buen olor.	0.981		
	52						
	52			Textura: Empieza a ponerse pegajosa (pasado). Suave.			
	50						

Cuadro 135
Mediciones de vida útil acelerada, día 4 @ 25°C

Incubado a: 25°C							
Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)			Evaluación sensorial	Actividad de agua		
	Medición	Promedio	Incert		Mediciones (±0.003)	Promedio	Incert
Control PEa	29	32	9	Apariencia: Pasado con moho morado.	0.988	0.989	0.001
	20						
	46			Olor: Pasado, desagradable. Muy mal olor.	0.989		
	30						
	30			Textura: Suave	0.989		
	38						
Control PEb	44	41	4	Apariencia: Manchas blancas, negras y verdes.	0.988	0.987	0.001
	41						
	39			Olor: Muy pasada.	0.986		
	35						
	43			Textura: Pegajosa y suave por descomposición.	0.986		
	44						
Formulación Final PEa	37	42	7	Apariencia: Buen estado. Falta cocimiento. Agradable.	0.982	0.983	0.001
	42						
	34			Olor: Huele bien.	0.984		
	53						
	46			Textura: Más dura que las anteriores Finales. Suave.	0.984		
	38						
Formulación Final PEb	33	35	4	Apariencia: Buen estado. Bien cocida.	0.981	0.982	0.001
	36						
	30			Olor: Huele bien. Levemente agrio.	0.983		
	34						
	40			Textura: No está ligoso. Más duro que las otras Finales.	0.983		
	39						

Cuadro 136
Mediciones de vida útil acelerada, parámetro límite

Muestra	Penetración (1/10mm @24.0°C)	Actividad de agua, Aw	Evaluación sensorial
Tortilla pasada	61.00 ±1.00	0.980 ±0.002	Apariencia: Tortilla suave. A punto de descomponerse. Textura: Suave. A causa de la humedad del producto. Olor: Suave. A tortilla a punto de descomponerse

Cuadro 137
Mediciones de vida útil acelerada, Penetración

Control, Polietileno de baja densidad A

Temperatura en día	Penetración (1/10mm)		
	25°C (298.15K)	30°C (303.15K)	37°C (310.15K)
0	49	49	49
1	51	42	56
2	49	54	52
3	48	63	59
4	32	53	66

Control, Polietileno de baja densidad B

Temperatura en día	Penetración (1/10mm)		
	25°C (298.15K)	30°C (303.15K)	37°C (310.15K)
0	49	49	49
1	50	38	61
2	47	53	54
3	39	78	72
4	41	62	65

FF, Polietileno de baja densidad A

Temperatura en día	Penetración (1/10mm)		
	25°C (298.15K)	30°C (303.15K)	37°C (310.15K)
0	52	62	52
1	50	50	48
2	52	52	54
3	36	52	57
4	42	51	50

FF, Polietileno de baja densidad B

Temperatura en día	Penetración (1/10mm)		
	25°C (298.15K)	30°C (303.15K)	37°C (310.15K)
0	52	52	52
1	42	48	59
2	51	50	50
3	52	49	62
4	35	50	56

Gráfico 32
Mediciones de vida útil

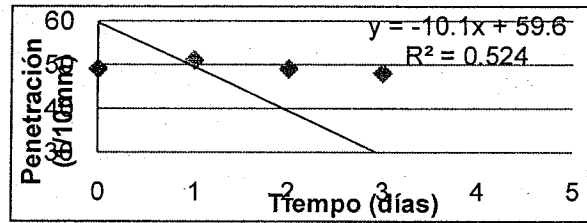


Gráfico 33
Mediciones de penetración

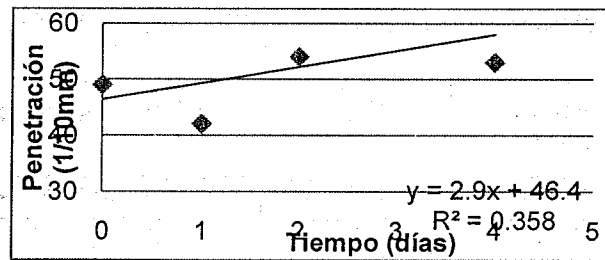


Gráfico 34
Medición de PEa

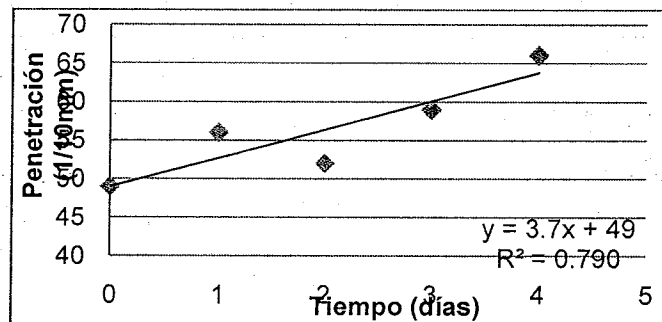
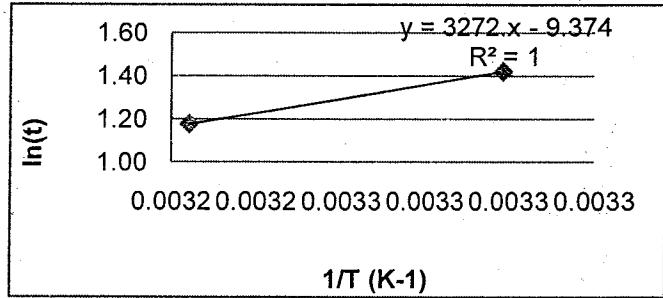


Gráfico 35
Medición de control



Cuadro 138

Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEa Control

Temperatura (K)	Pendiente (Penetración/día)	Límite de aceptabilidad	Penetración inicial (1/10mm @24.0°C)	Vida de anaquel, t (días)	ln(t)	1/T
298.15	-3.7000	61.00	49.00	-3.24	N/A	0.0034
303.15	2.9000	61.00	49.00	4.14	1.42	0.0033
310.15	3.7000	61.00	49.00	3.24	1.18	0.0032

Temperatura (K)	1/T(K-1)	ln(t)	Vida de anaquel, t (días)
297.15	0.0034	1.64	5.15

Gráfico 36
Mediciones de vida útil

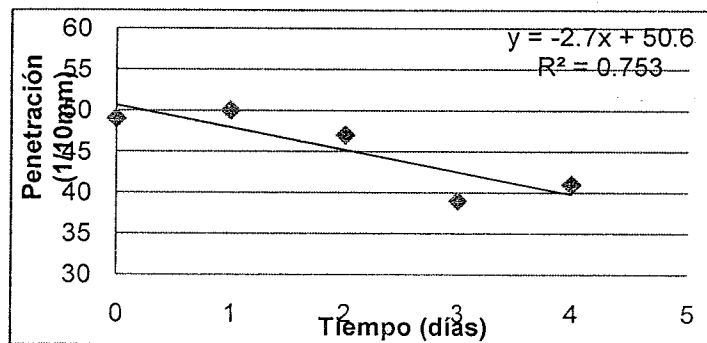


Gráfico 37
Mediciones de PEb

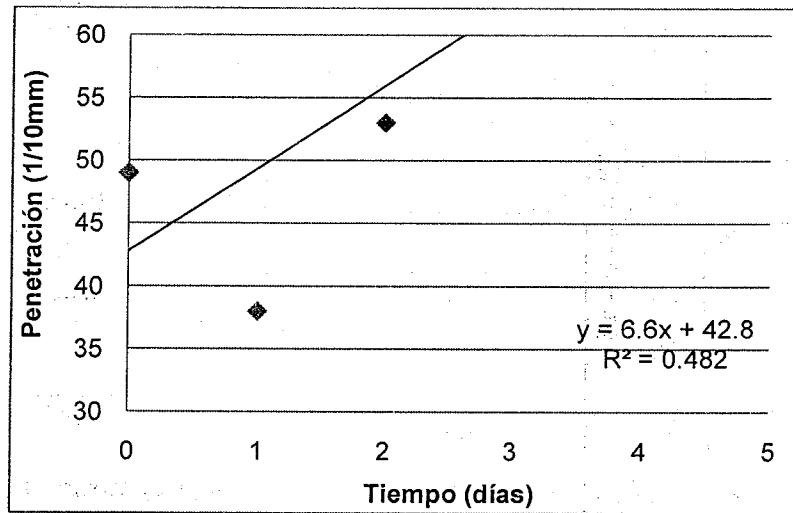
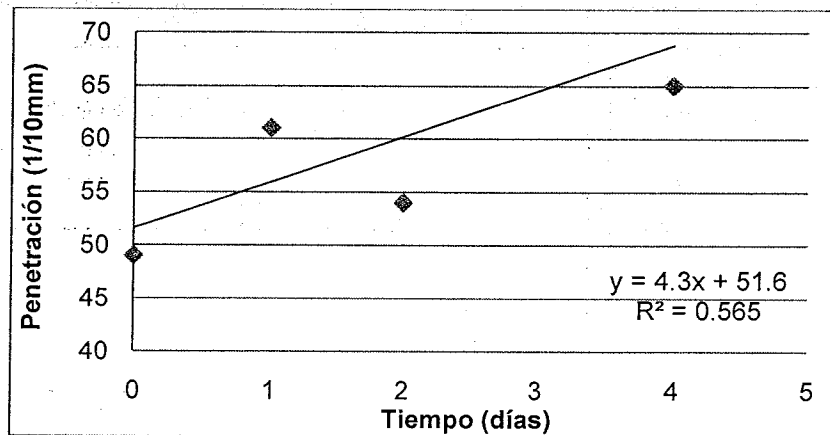


Gráfico 38
Mediciones de control



Cuadro 139
Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEb Control

Temperatura (K)	Pendiente (Penetración/día)	Límite de aceptabilidad	Penetración inicial (1/10mm @24.0°C)	Vida de anaquel, t (días)	ln (t)	1/T
298.15	-2.7000	61.00	49.00	-4.44	N/A	0.0034
303.15	6.6000	61.00	49.00	1.82	0.60	0.0033
310.15	4.3000	61.00	49.00	2.79	1.03	0.0032

Temperatura (K)	1/T(K-1)	ln(t)	Vida de anaquel, t (días)
297.15	0.0034	0.21	1.24

Gráfico 39
Mediciones de vida útil

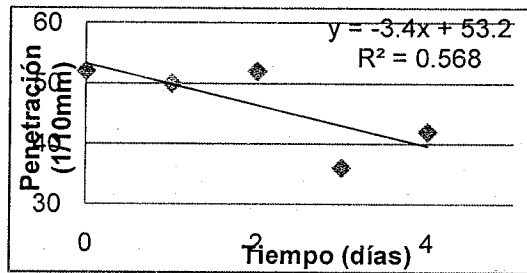


Gráfico 40
Mediciones de penetración

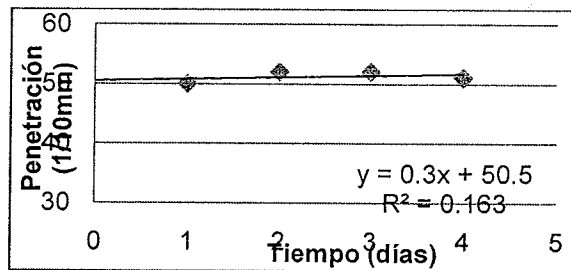


Gráfico 41
Mediciones de PEb

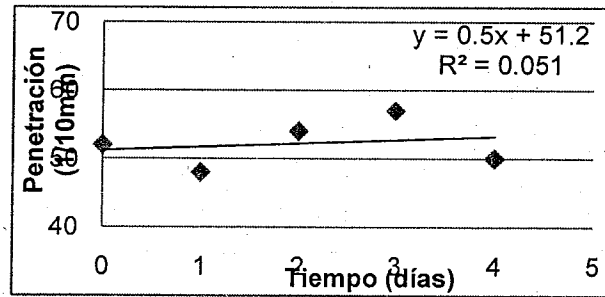
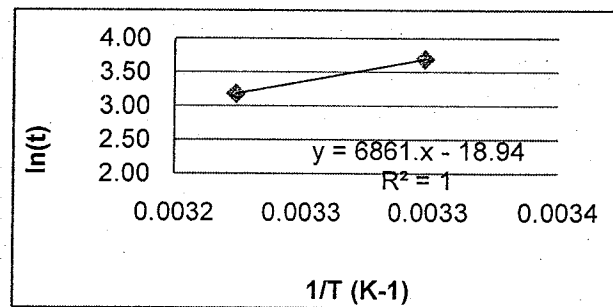


Gráfico 42
Medición final



Cuadro 140

Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEa Final

Temperatura (K)	Pendiente (Penetración/día)	Límite de aceptabilidad	Penetración inicial (1/10mm @24.0°C)	Vida de anaquel, t (días)	ln (t)	1/T
298.15	-3.4000	61.00	49.00	-3.53	#¡NUM!	0.0034
303.15	0.3000	61.00	49.00	40.00	3.69	0.0033
310.15	0.5000	61.00	49.00	24.00	3.18	0.0032

Temperatura (K)	1/T(K-1)	ln(t)	Vida de anaquel, t (días)
297.15	0.0034	4.15	63.20

Gráfico 42
Mediciones de vida útil

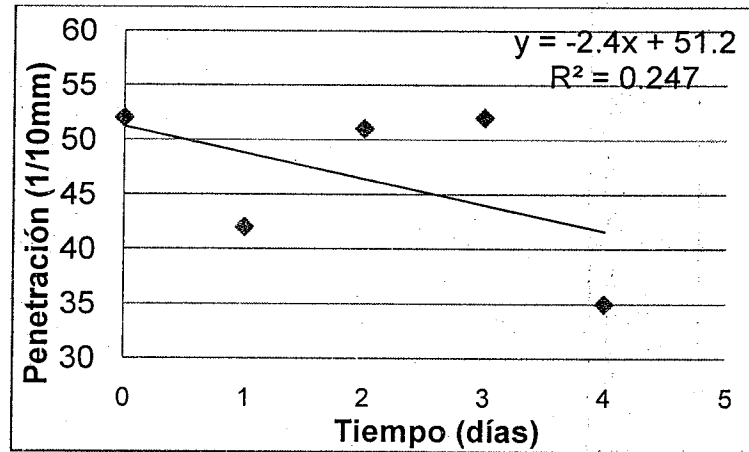


Gráfico 43
Mediciones de penetración

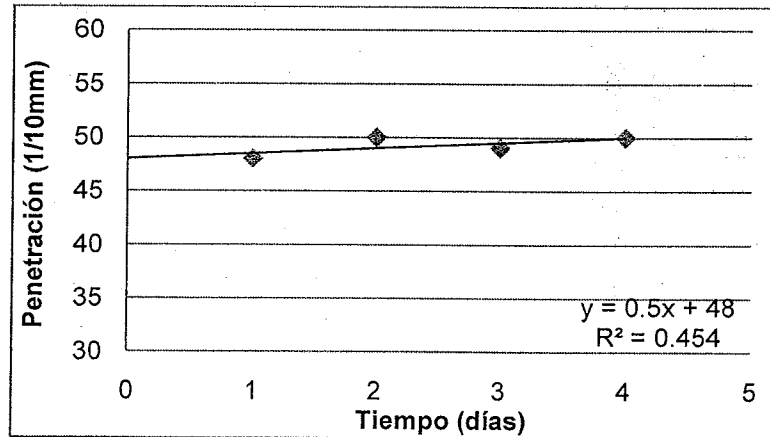


Gráfico 44
 Mediciones de PEb

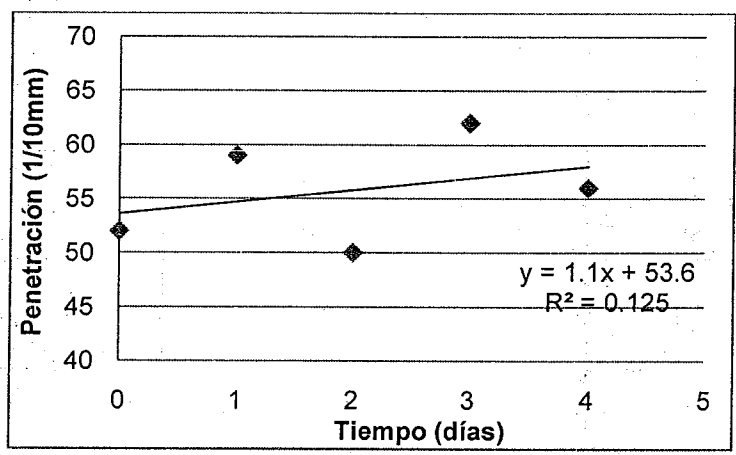
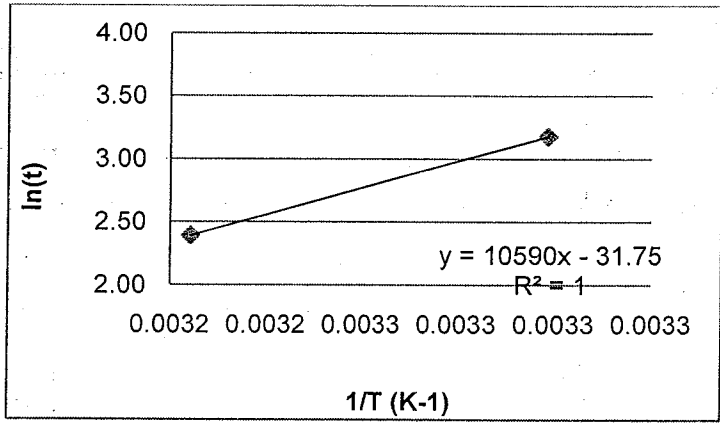


Gráfico 45
 Mediciones de FFinal



Cuadro 141
Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEb Final

Temperatura (K)	Pendiente (Penetración/día)	Límite de aceptabilidad	Penetración inicial (1/10mm @24.0°C)	Vida de anaquel, t (días)	ln (t)	1/T
298.15	-2.4000	61.00	49.00	-5.00	#jNUM!	0.0034
303.15	0.5000	61.00	49.00	24.00	3.18	0.0033
310.15	1.1000	61.00	49.00	10.91	2.39	0.0032

Temperatura (K)	1/T(K-1)	ln(t)	Vida de anaquel, t (días)
297.15	0.0034	3.88	48.55

Cuadro 142
Mediciones de vida útil acelerada, Actividad de agua

Control, Polietileno de baja densidad A

Temperatura en día	Actividad de agua, Aw		
	25°C (298.15K)	30°C (303.15K)	37°C (310.15K)
0	0.983	0.983	0.983
1	0.987	0.955	0.980
2	0.981	0.978	0.981
3	0.989	0.983	0.955
4	0.989	0.984	0.982

Control, Polietileno de baja densidad B

Temperatura en día	Actividad de agua, Aw		
	25°C (298.15K)	30°C (303.15K)	37°C (310.15K)
0	0.983	0.983	0.983
1	0.985	0.979	0.988
2	0.984	0.987	0.986
3	0.987	0.986	
4	0.987	0.980	

FF, Polietileno de baja densidad A

Temperatura en día	Actividad de agua, Aw		
	25°C (298.15K)	30°C (303.15K)	37°C (310.15K)
0	0.971	0.971	0.971
1	0.968	0.979	0.975
2	0.979	0.977	0.975
3	0.981	0.980	0.980
4	0.983	0.981	0.980

FF, Polietileno de baja densidad B

Temperatura en día	Actividad de agua, Aw		
	25°C (298.15K)	30°C (303.15K)	37°C (310.15K)
0	0.971	0.971	0.971
1	0.978	0.978	0.977
2	0.977	0.978	0.976
3	0.977	0.981	0.984
4	0.982	0.981	0.982

Gráfico 46
Mediciones de vida útil

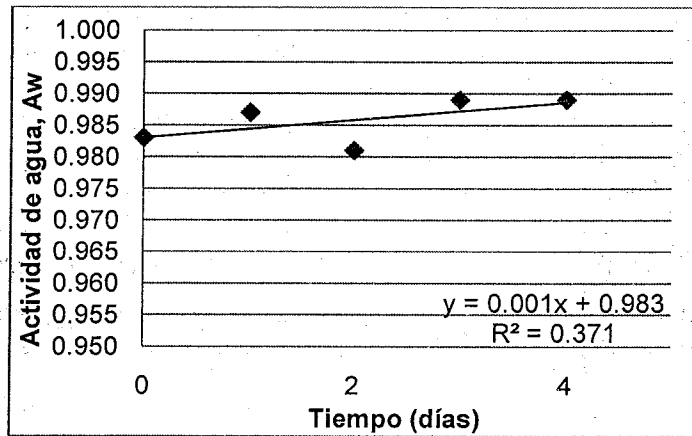


Gráfico 47
Mediciones de Aw

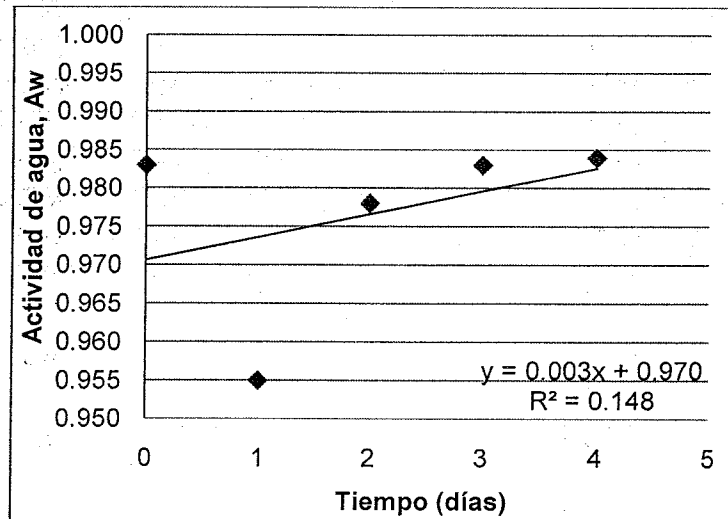


Gráfico 48
Mediciones de PEa

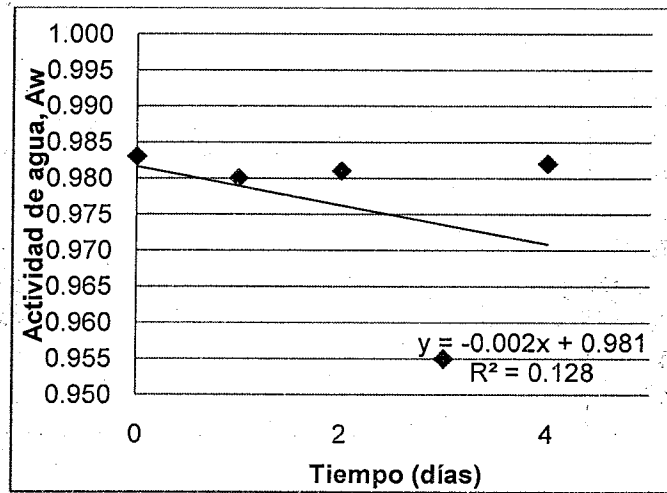
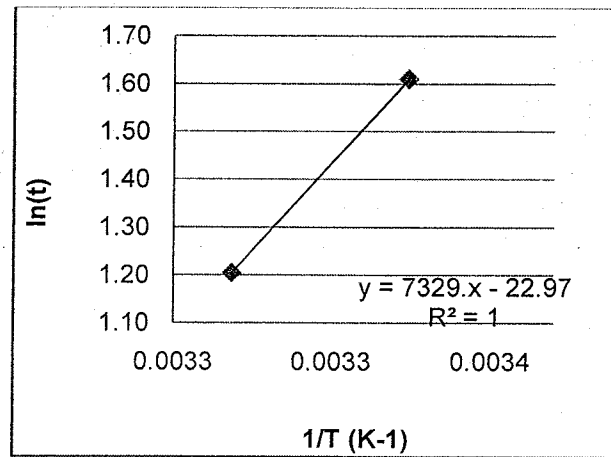


Gráfico 49
Mediciones de control



Cuadro 143
Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEa Control

Temperatura (K)	Pendiente (Aw/día)	Límite de aceptabilidad	Actividad de agua inicial, Aw	Vida de anaquel, t (días)	ln (t)	1/T
298.15	0.0014	0.99	0.98	5.00000	1.61	0.0034
303.15	0.0030	0.99	0.98	3.33333	1.20	0.0033
310.15	-0.0027	0.99	0.98	-3.70370	N/A	0.0032

Temperatura (K)	1/T(K-1)	ln(t)	Vida de anaquel, t (días)
297.15	0.0034	1.69	5.4303

Gráfico 50

Mediciones de vida útil, Control

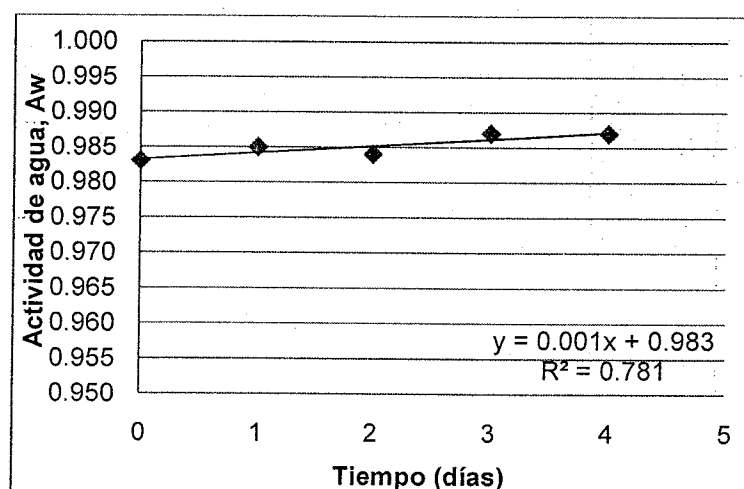


Gráfico 51
Mediciones de Aw

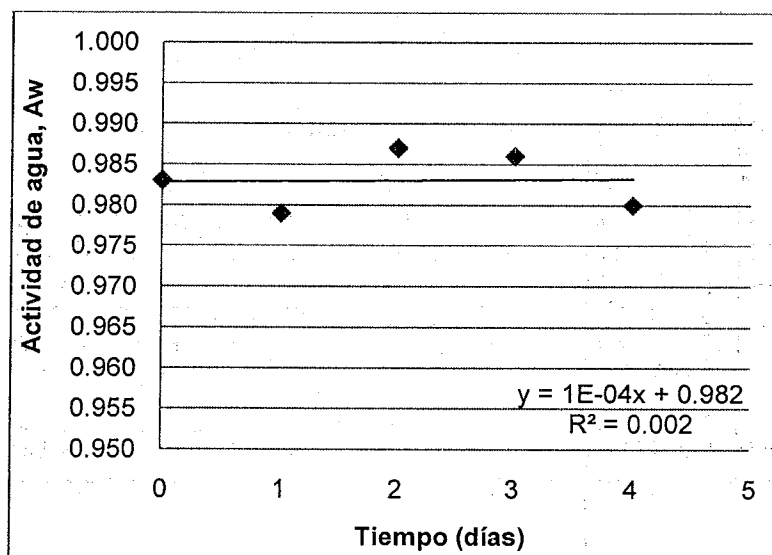


Gráfico 52
Mediciones de PEb

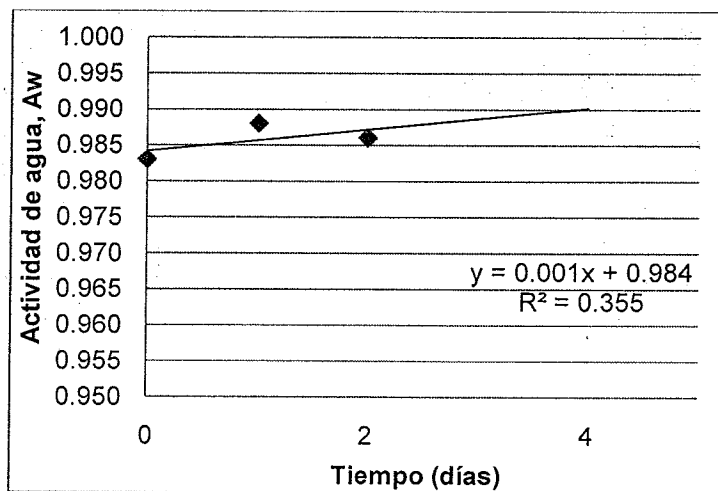
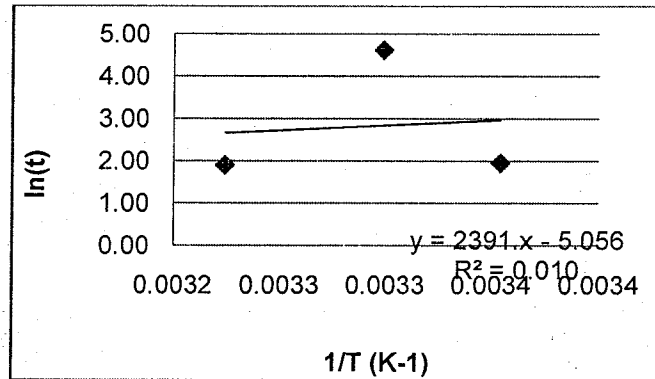


Gráfico 53
Mediciones de control



Cuadro 144

Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEb Control

Temperatura (K)	Pendiente (Aw/día)	Límite de Aceptabilidad	Actividad de agua inicial, Aw	Vida de anaquel, t (días)	ln (t)	1/T
298.15	0.0014	0.99	0.98	5.00000	1.61	0.0034
303.15	0.0030	0.99	0.98	3.33333	1.20	0.0033
310.15	-0.0027	0.99	0.98	-3.70370	N/A	0.0032

Temperatura (K)	1/T(K-1)	ln(t)	Vida de anaquel, t (días)
297.15	0.0034	1.69	5.4303

Gráfico 54
Mediciones de vida útil

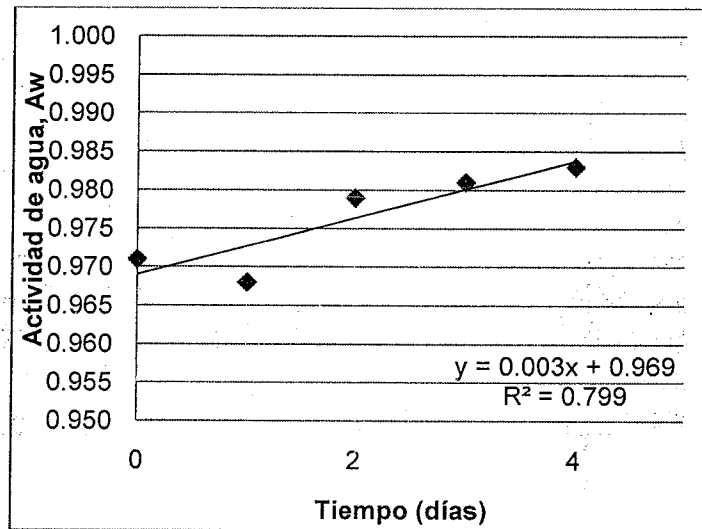


Gráfico 55
Mediciones de Aw

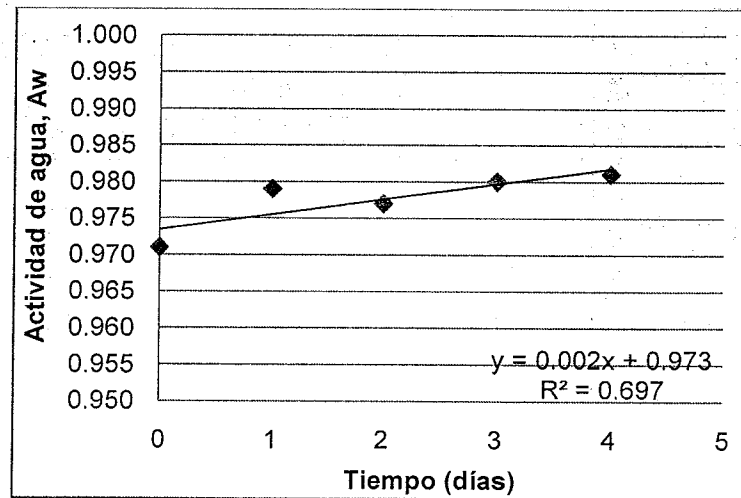


Gráfico 56
Mediciones de PEa

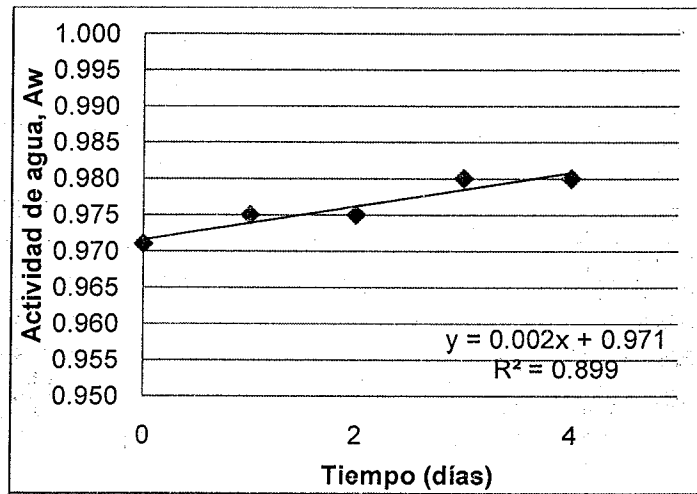
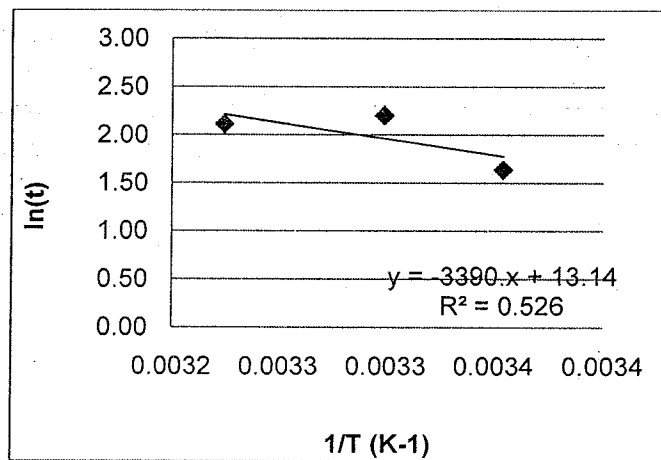


Gráfico 57
Mediciones de FFinal



Cuadro 145

Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEa FFinal

Temperatura (K)	Pendiente (Aw/día)	Límite de aceptabilidad	Actividad de agua inicial, Aw	Vida de anaquel, t (días)	ln (t)	1/T
298.15	0.0037	0.99	0.97	5.13514	1.64	0.0034
303.15	0.0021	0.99	0.97	9.04762	2.20	0.0033
310.15	0.0023	0.99	0.97	8.26087	2.11	0.0032

Temperatura (K)	1/T(K-1)	ln(t)	Vida de anaquel, t (días)
297.15	0.0034	1.74	5.6762

Gráfico 58

Mediciones de vida útil

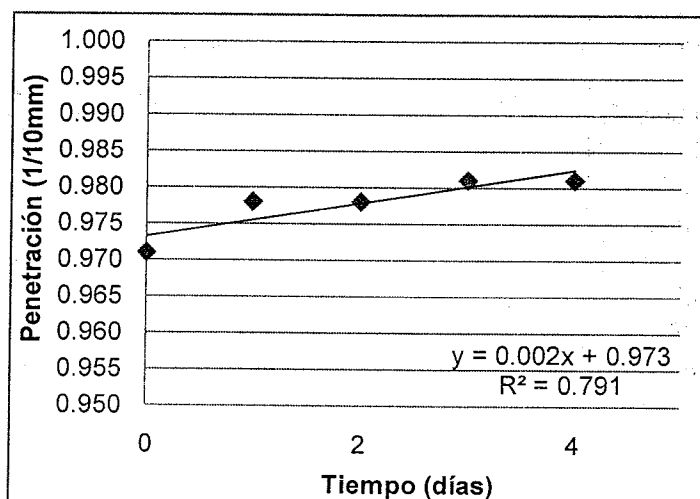


Gráfico 59
Mediciones de Aw

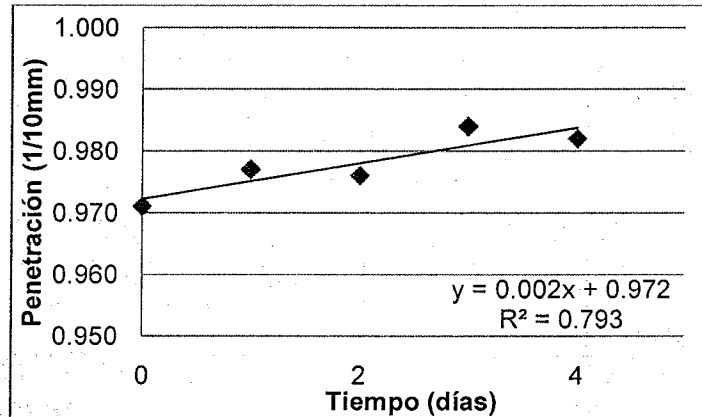
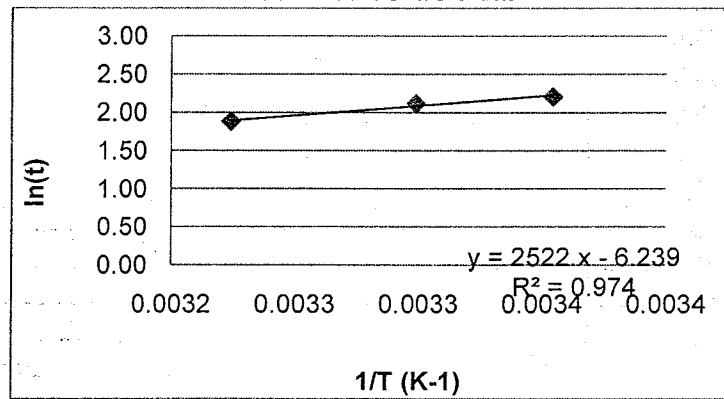


Gráfico 60
Mediciones de PEb



Cuadro 146
Estimación de vida útil, Penetración @ 24°C, PEb FFinal

Temperatura (K)	Pendiente (Penetración/día)	Límite de aceptabilidad	Actividad de agua inicial, Aw	Vida de anaquel, t (días)	ln (t)	1/T
298.15	0.0021	0.99	0.97	9.04762	2.20	0.0034
303.15	0.0023	0.99	0.97	8.26087	2.11	0.0033
310.15	0.0029	0.99	0.97	6.55172	1.88	0.0032

Temperatura (K)	1/T(K-1)	ln(t)	Vida de anaquel, t (días)
297.15	0.0034	2.25	9.4745

Cuadro 147
Resultados, panel sensorial, tortilla desarrollada

#	Intensidad otorgada a cada descriptor, TORTILLA FORMULACIÓN FINAL														
	Apariencia		Aroma						Textura			Sabor			
	Color	Homogénea	Avnegrado	Elote dulce	Salado	Tortilla de maíz	Elote cocido	Masa	Suave	Elástica	Quebradiza	Dulce	Salado	Elote	Tortilla de maíz
1	5	5	0	0	2	10	2	2	7	3	8	6	3	8	10
2	4	8	8	4	10	6	3	9	8	7	8	6	5	8	10
3	4	5	0	0	4	8	7	7	10	7	4	0	7	6	10
4	0	0	1	2	6	4	1	3	7	4	3	3	2	0	1
5	4	5	10	9	0	2	2	1	2	4	7	9	7	1	2
6	8	2	0	0	1	8	0	3	9	5	1	1	5	4	6
7	8	4	0	2	3	4	7	7	9	3	1	3	2	1	0
8	6	7	0	0	0	8	7	7	9	9	0	7	0	7	1
9	6	0	0	2	0	9	2	9	5	1	0	5	0	2	6
10	4	10	1	3	0	6	1	3	3	3	3	0	1	2	6
11	4	8	3	0	0	4	1	8	7	2	2	0	3	3	8
12	8	7	2	1	1	3	5	6	5	4	2	1	0	0	8
13	6	5	10	5	4	3	0	5	10	10	8	0	5	0	0
14	6	5	3	8	1	9	8	9	8	3	4	10	0	5	8
15	4	10	0	2	1	10	10	10	9	1	0	9	2	10	9
16	4	6	1	8	0	6	8	5	10	8	6	7	5	6	7
17	5	9	0	0	0	10	1	6	7	4	1	3	7	4	1
18	4	8	5	0	0	6	0	4	6	6	6	7	5	2	3
19	4	6	1	2	4	8	7	9	5	4	6	7	6	6	7
20	6	9	5	0	0	4	4	10	0	0	5	0	0	5	6
21	6	8	2	2	3	7	4	2	6	4	2	4	0	2	8

Cuadro 148
Resultados, panel sensorial, tortilla control

Intensidad otorgada a cada descriptor, TORTILLA CONTROL															
#	Apariencia		Aroma					Textura			Sabor				
	Color	Homogenea	Aynagrado	Elote dulce	Salado	Tortilla de maiz	Elote cocido	Masa	Suave	Elástica	Quebradiza	Dulce	Salado	Elote	Tortilla de maiz
1	6	7	3	0	3	8	4	9	5	1	9	4	1	4	8
2	4	5	6	1	10	5	5	7	5	9	6	3	4	5	9
3	6	9	0	5	1	6	3	8	6	1	5	0	4	1	4
4	0	10	5	5	3	2	2	5	5	5	7	0	2	0	2
5	4	8	9	1	0	4	9	10	6	8	9	1	5	3	8
6	6	6	4	1	2	4	0	6	8	2	4	0	2	0	9
7	8	10	0	1	1	6	8	8	9	3	1	2	1	2	7
8	9	8	0	0	0	10	5	5	5	2	5	2	0	3	8
9	9	0	0	3	0	8	1	7	3	0	0	0	1	0	5
10	4	2	2	7	2	7	4	5	4	6	5	0	6	5	6
11	4	4	5	0	1	1	1	3	8	5	0	3	1	1	5
12	6	4	4	2	3	3	3	4	2	5	1	7	2	6	2
13	8	7	5	5	2	0	0	1	5	5	6	1	2	5	6
14	8	9	8	1	7	1	1	3	5	3	8	1	10	1	3
15	4	10	9	0	0	1	2	3	1	2	0	1	10	10	10
16	5	7	0	7	1	7	7	6	9	7	10	5	8	4	7
17	8	8	0	0	1	9	1	6	5	0	9	0	10	6	0
18	6	6	1	1	0	7	1	7	4	3	5	2	3	0	5
19	4	7	3	0	7	5	7	6	5	5	5	5	9	5	4
20	5	8	0	2	0	2	0	9	10	0	4	1	3	6	8
21	4	7	0	6	5	5	4	0	8	2	8	2	0	7	6

Cuadro 149
Grupo focal. Apariencia y Textura. Tortilla desarrollada

Atributo	Observaciones	Descriptorios derivados	Panelistas por grupo			Conteo	Frecuencia (%)
			9	6	6		
Apariencia	Preguntas base:	Poco quemada	2	2	2	6	28.6
		Muy quemada	1	0	0	1	4.8
	¿El color de las muestras es homogéneo? alguna de las muestras ¿tiene secciones crudas?	Termino medio, normalmente quemada	6	4	4	14	66.7
		Con secciones crudas	0	0	4	4	19.0
	¿Qué color aprecian en la superficie de cada muestra?	Sin secciones crudas	9	6	2	17	81.0
		Apariencia homogénea	9	6	6	21	100
	¿El tamaño de la tortilla le parece adecuado?	Apariencia heterogénea	0	0	0	0	0
		Color grisáceo	1	0	0	1	4.8
	Comentarios adicionales:	Color Beige	7	5	6	18	85.7
		Color amarillo claro	1	1	0	2	9.5
	El quemado es más dorado. Mejorar la uniformidad de la tortilla	Tamaño adecuado	3	6	6	15	71.4
		Tamaño muy pequeño para habitantes del área rural	6	0	0	6	28.6
		Tamaño muy grande	0	0	0	0	0.0
		Muy delgada	5	5	1	11	52.4
		Muy gruesa	0	0	0	0	0.0
		Grosor adecuado	4	1	5	10	47.6
Textura	Preguntas base:	Elasticidad adecuada	9	6	0	15	71.4
		Mayor elasticidad	0	0	6	6	28.6
	¿Qué piensa de la elasticidad de cada muestra?	Menor elasticidad	0	0	0	0	0.0
		Suavidad adecuada	9	4	1	14	66.7
	¿Percibe la suavidad de cada muestra?	Suavidad elevada	0	1	5	6	28.6
		Suavidad baja	0	1	0	1	4.8
	¿Qué valor le darían a la adhesividad que tiene cada muestra?		0	0	0	0	0.0
		Pegajosidad alta	0	0	0	0	0.0
	Comentarios adicionales:	Pegajosidad intermedia	9	1	0	10	47.6
		Pegajosidad baja o nula	0	5	6	11	52.4
Se percibe poroso en la boca Se siente compacta.	Quebradiza	0	0	0	0	0.0	
	Quebradiza intermedia	9	3	0	12	57.1	
	Poco o no quebradiza	0	3	6	9	42.9	

Cuadro 150
Grupo focal. Sabor y Olor. Tortilla desarrollada

Atributo	Observaciones	Descriptorios derivados	Panelistas por grupo			Conteo	Frec (%)
			9	6	6		
Olor	Preguntas base:	Olor a tortilla de maíz	2	6	4	12	57.1
		Olor a harina de maíz	4	5	0	9	42.9
	¿Qué olor percibe en la muestra? ¿Percibe olor a quemado en cada muestra? ¿Le agrada el aroma general del producto?	Olor ácido	3	0	0	3	14.3
		Olor a harina de trigo	0	1	0	1	4.8
		Olor metálico	0	1	0	1	4.8
		Olor salado	0	0	1	1	4.8
		Olor dulce	0	0	2	2	9.5
		Olor rancio	0	0	4	4	19.0
	Comentarios adicionales:	Poco olor a quemado	3	0	0	3	14.3
		Olor a quemado intermedio	0	0	3	3	14.3
	Se siente olor a pupusa Se siente un aroma dulce suave	Mucho olor a quemado	0	0	0	0	0.0
		Sin olor a quemado	6	5	3	14	66.7
		Olor a coma! de tortillas	0	1	0	1	4.8
		Agrado por el olor en general	7	3	3	13	61.9
Ni les agrada ni les desagrada el olor		2	3	3	8	38.1	
Desagrada olor	0	0	0	0	0.0		
Sabor	Preguntas base:	Dulce	7	4	5	16	76.2
		Ácido vegetal	9	0	0	9	42.9
	¿Qué sabor encuentra en la muestra? ¿Percibe sabor a quemado en el producto?	Salado	2	0	1	3	14.3
		Masa, falta cocción	0	5	3	8	38.1
		Insípida	0	5	0	5	23.8
	Comentarios adicionales:	Grasa	0	2	5	7	33.3
		Tortilla de maíz	0	0	5	5	23.8
	Hay un aftertaste en la boca que no es del todo agradable. Bajar el dulzor, aumentar el sabor a maíz.	Elevado sabor a quemado	0	0	0	0	0.0
		Sabor intermedio a quemado	2	0	0	2	9.5
		Poco o nulo sabor a quemado	7	0	6	13	61.9
Pregunta final: ¿Consumiría el producto?	Sí consumiría el producto	9	3	6	18	85.7	
	No consumiría el producto	0	3	0	3	14.3	

Cuadro 151
Pérdida de agua empaque al vacío luego de 15 días

Vacío (g)											
Día	0	2	4	6	8	10	12	14	16	Pérdida (g)	Media (g)
Lecitina 1	59.1	59.1	59.0	59.0	58.9	58.9	58.8	58.8	58.7	0.4	0.4
Lecitina 2	66.3	66.3	66.2	66.1	66.1	66.0	66.0	65.9	65.8	0.5	
Gomas 1	56.8	56.8	56.8	56.7	56.7	56.6	56.6	56.5	56.5	0.3	0.3
Gomas 2	63.9	63.9	63.8	63.7	63.7	63.7	63.7	63.6	63.5	0.4	
Control 1	78.2	78.2	78.1	78.0	78.0	77.9	77.9	77.8	77.7	0.5	0.5
Control 2	71.7	71.7	71.7	71.6	71.6	71.5	71.4	71.4	71.3	0.4	

Cuadro 152
Pérdida de agua empaque con barrera de oxígeno luego de 15 días

Barrera de oxígeno (g)											
Día	0	2	4	6	8	10	12	14	16	Pérdida (g)	Media (g)
Lecitina 1	56.6	56.6	56.5	56.5	56.5	56.4	56.4	56.3	56.3	0.3	0.3
Lecitina 2	56.5	56.5	56.4	56.4	56.4	56.3	56.3	56.3	56.2	0.3	
Gomas 1	51.9	51.9	51.9	51.8	51.8	51.8	51.8	51.7	51.7	0.2	0.2
Gomas 2	59.4	59.4	59.4	59.3	59.3	59.3	59.3	59.2	59.2	0.2	
Control 1	56.1	56.1	56.1	55.9	55.9	55.9	55.9	55.9	55.8	0.3	0.3
Control 2	54.7	54.7	54.7	54.7	54.6	54.6	54.5	54.5	54.4	0.3	

Cuadro 153
Pérdida de agua empaque bolsa ziploc luego de 15 días

Ziploc (g)											
Día	0	2	4	6	8	10	12	14	16	Pérdida (g)	Media (g)
Lecitina 1	60.9	60.9	60.9	60.8	60.8	60.8	60.6	60.5	60.0	0.9	0.6
Lecitina 2	57.4	57.4	57.4	57.3	57.3	57.2	57.2	57.2	57.1	0.3	
Gomas 1	56.5	56.5	56.5	56.4	56.4	56.4	56.3	56.3	56.1	0.4	0.4
Gomas 2	62.5	62.5	62.4	62.4	62.4	62.4	62.3	62.2	62.0	0.5	
Control 1	62.0	62.0	61.9	61.9	61.8	61.8	61.7	61.7	61.5	0.5	0.5
Control 2	59.1	59.1	59.0	59.0	58.9	58.9	58.8	58.7	58.6	0.5	

Cuadro 154
Análisis proximal, fibra

Muestra	Peso muestra	Peso crisol	Crisoles después del horno	Fibra cruda	Crisoles después de mufla	Fibra	Fibra Total (%)
Propionato 1	1.00	43.36	43.36	0.24	43.36	-0.38	0.62
Propionato 2	1.00	36.77	36.77	0.08	36.77	-0.23	0.31
Sorbato 1	1.01	32.74	32.74	0.25	32.74	-0.49	0.74
Sorbato 2	1.04	42.95	42.95	0.30	42.95	-0.65	0.95
Control 1	1.00	42.99	42.99	0.11	42.98	-0.23	0.34
Control 2	1.03	36.75	36.75	0.21	36.75	-0.37	0.58

Cuadro 155
Análisis proximal, humedad

Muestra	PESO			% de humedad
	Cápsula	Inicial harina	Final harina y cápsula	
Propionato 1	16.3838	2.1845	18.2809	13.1563
Propionato 2	15.6072	1.6900	17.0704	13.4201
Sorbato 1	16.0420	3.2463	18.8098	14.7399
Sorbato 2	15.9218	2.0712	17.6978	14.2526
Control 1	18.2352	2.0347	19.9349	16.4643
Control 2	15.8159	2.0195	17.4895	17.1280

Cuadro 156
Análisis proximal, cenizas

Muestra	Peso			% de cenizas
	Muestra	Crisol	Final crisol y harina	
Propionato 1	1.0070	17.3486	17.4064	5.7398
Propionato 2	1.0022	16.8382	16.8926	5.4281
Sorbato 1	1.0260	17.9266	17.9821	5.4094
Sorbato 2	1.0273	17.4971	17.5539	5.5291
Control 1	1.0199	32.3683	32.4014	3.2454
Control 2	1.0187	33.0687	33.1005	3.1216

Cuadro 157
Análisis proximal, proteína

Muestra	Peso muestra	mL titulación	Normalidad HCl	% de N2	% de proteína
Propionato 1	0.2501	2.30	0.1072	1.38	8.63
Propionato 2	0.2587	2.40		1.39	8.70
Sorbato 1	0.2550	2.20		1.29	8.09
Sorbato 2	0.2517	2.20		1.31	8.20
Control 1	0.2556	2.40		1.41	8.81
Control 2	0.2565	2.40		1.40	8.78

Cuadro 158
Análisis proximal, grasa

Muestra	Peso			% de grasa
	Inicial	Recipiente	Recipiente y grasa	
Propionato 1	5.0702	76.4543	76.9533	9.8418
Propionato 2	5.0345	75.0007	75.4899	9.7170
Sorbato 1	5.0059	75.5015	75.9674	9.3070
Sorbato 2	5.0311	75.2355	75.7069	9.3697
Control 1	5.0984	74.3511	74.7887	8.5831
Control 2	5.0653	76.4108	76.8878	9.4170

Cuadro 159
Prueba de aceptabilidad, apariencia

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significancia
M2 vs M1	0.467	1.052	2.396	0.547	No
M2 vs M3	0.417	0.948	2.396	0.612	No
M3 vs M1	0.051	0.114	2.396	0.993	No

Cuadro 160
Puntajes prueba de aceptabilidad, apariencia

Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
71	2.000	7.000	3.958	1.516

Cuadro 161
Prueba de aceptabilidad, sabor

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significancia
M3 vs M1	1.130	2.446	2.396	0.044	Yes
M3 vs M2	0.542	1.185	2.396	0.466	No
M2 vs M1	0.589	1.274	2.396	0.415	No

Cuadro 162
Puntajes prueba de aceptabilidad, sabor

Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
71	1.000	7.000	3.451	1.628

Cuadro 163
Prueba de aceptabilidad, textura

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significancia
M3 vs M1	1.337	2.931	2.396	0.013	Yes
M3 vs M2	0.333	0.739	2.396	0.741	No
M2 vs M1	1.004	2.200	2.396	0.078	No

Cuadro 164
Puntajes prueba de aceptabilidad, textura.

Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
71	1.000	8.000	3.704	1.642

Cuadro 165
Cálculo del costo de materias primas para elaboración del pan dulce con vida útil prolongada.

Materia Prima	Cantidad (en gramos)		Cantidades (en quetzales)	
	Cantidad	Disponible	Precio	Costo por receta
Harina Suave	680.39	2268.00	30.89	9.27
Azúcar	283.50	2500.00	17.77	2.01
Sal	7.09	400.00	1.70	0.03
Agua	264.27	907.18	3.35	0.98
Levadura	28.35	453.59	29.46	1.84
Manteca vegetal	141.75	454.00	6.65	2.08
Polvo de hornear	21.26	100.00	5.89	1.25
Goma Xanthan	5.99	200.00	58.04	1.74
Goma Guar	2.99	200.00	22.32	0.33
Fibra de Trigo	9.07	20000.00	846.40	0.38
Propionato de calcio	2.90	1000.00	89.50	0.26
Sorbato de potasio	0.91	1000.00	60.19	0.05
Empaque	1.00	1000.00	271.76	0.27
			TOTAL	20.50
			Precio unitario materia prima	0.57

Insumos	Costo por hora	Tiempo (horas)	Costo total
Electricidad	Q 1.83	0.33	Q 0.61
Gas	Q 550.00	2.00	Q 11.00
Mano de obra	Q 8.50	2.00	Q 17.00
		Total	Q 28.61
		Costo Unitario	Q 0.79
		Costo total unitario	Q 1.36

Cuadro 166
Vida de anaquel acelerada, humedad.

Día	Muestra	25°C	30°C	35°C	40°C
2	PYS	21.01%	21.44%	17.38%	16.60%
	Control	19.16%	17.60%	18.15%	18.97%
4	PYS	20.45%	18.05%	14.50%	16.01%
	Control	17.88%	15.90%	15.70%	16.67%
6	PYS	19.03%	15.38%	12.65%	15.97%
	Control	16.85%	13.38%	12.20%	14.60%
8	PYS	18.99%	14.51%	12.23%	15.02%
	Control	16.35%	13.29%	12.07%	13.77%
10	PYS	18.13%	13.45%	11.68%	14.15%
	Control	15.98%	12.87%	11.46%	12.91%

*PYS: Propionato y sorbato.

Gráfico 61
Vida de anaquel acelerada, humedad.

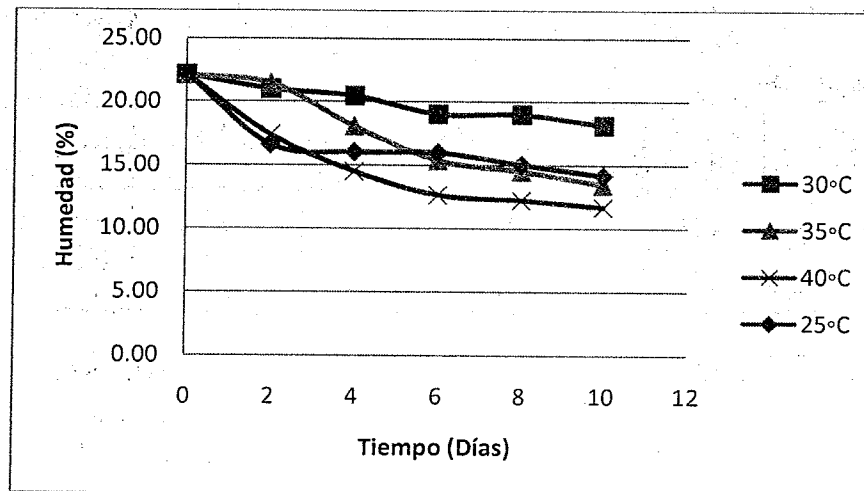
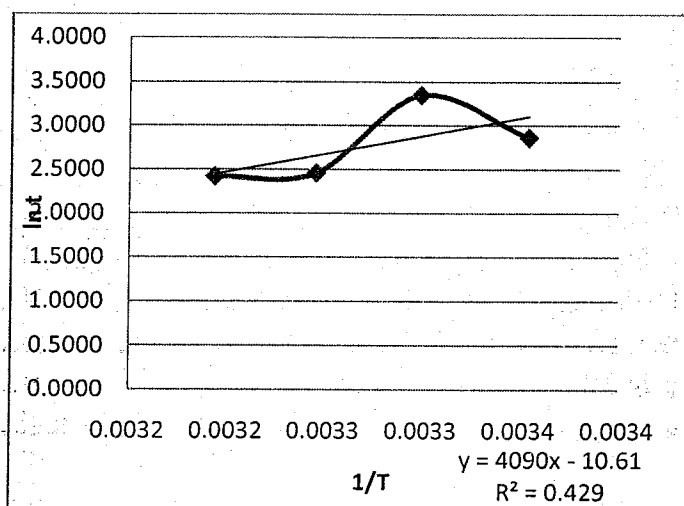


Gráfico 62
Gráfica de Arrhenius humedad.



Cuadro 167
Vida de anaquel acelerada, textura.

Fuerza(g)

Día		Grados centígrados			
		25	30	35	40
2	PYS	55.3	65.8	215.3	40.6
	Control	44.2	77.9	203.4	88.9
4	PYS	20.3	49.8	200.4	27.6
	Control	33.7	65.4	191.5	65.9
6	PYS	9.2	32.3	191.9	17.3
	Control	25.3	52.9	187.9	57.0
8	PYS	1.9	5.0	13.3	7.8
	Control	9.2	7.4	4.7	7.6
10	PYS	0.8	1.7	5.8	3.7
	Control	7.8	6.6	3.2	3.3

*PYS: Propionato y sorbato

Gráfico 63
 Vida de anaquel acelerada, textura.

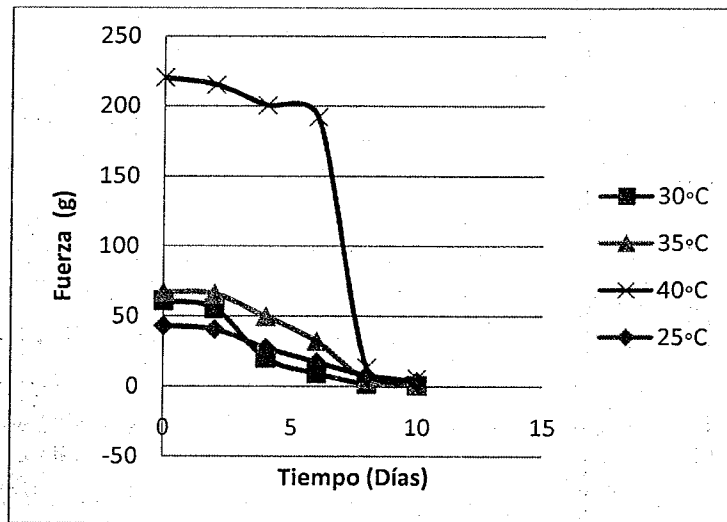


Gráfico 64
 Gráfica de Arrhenius textura.

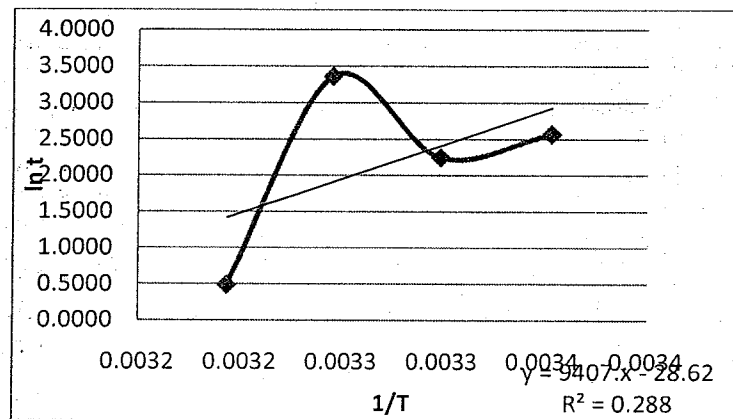


Figura 53
Retención de agua por pérdida de peso.

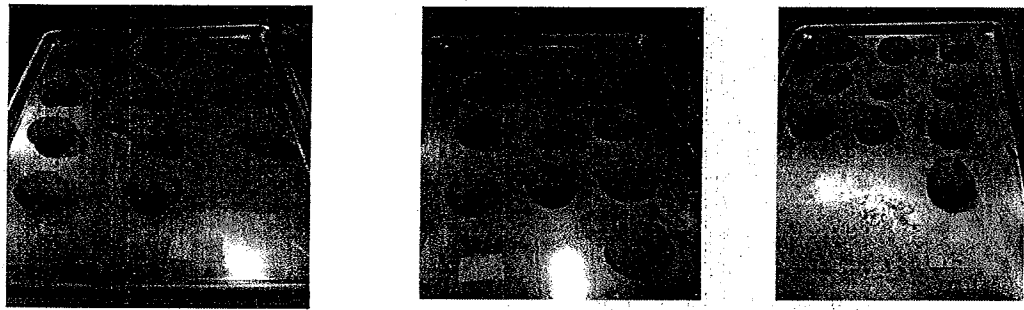
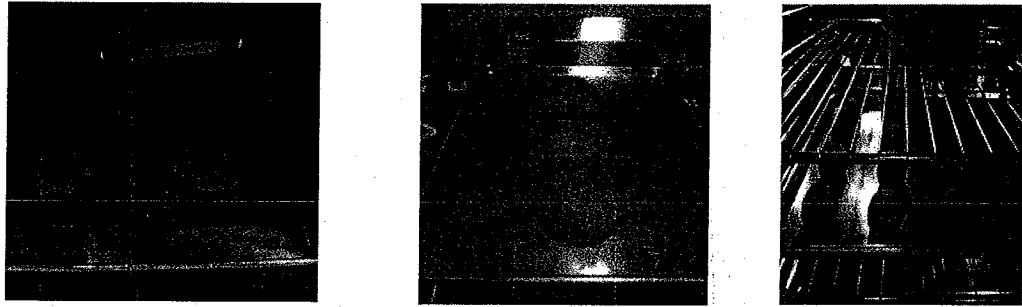


Figura 54

Medición de mohos y levaduras de las formulaciones con preservante.

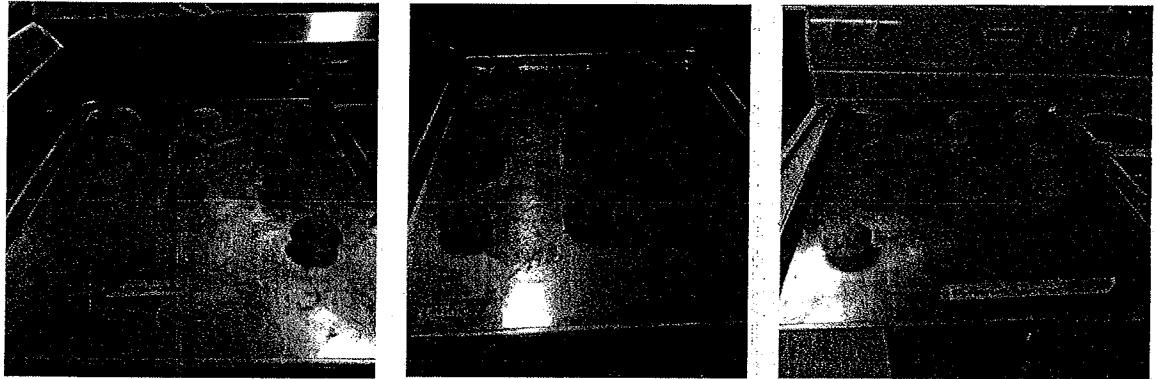


Figura 55

Análisis proximal.

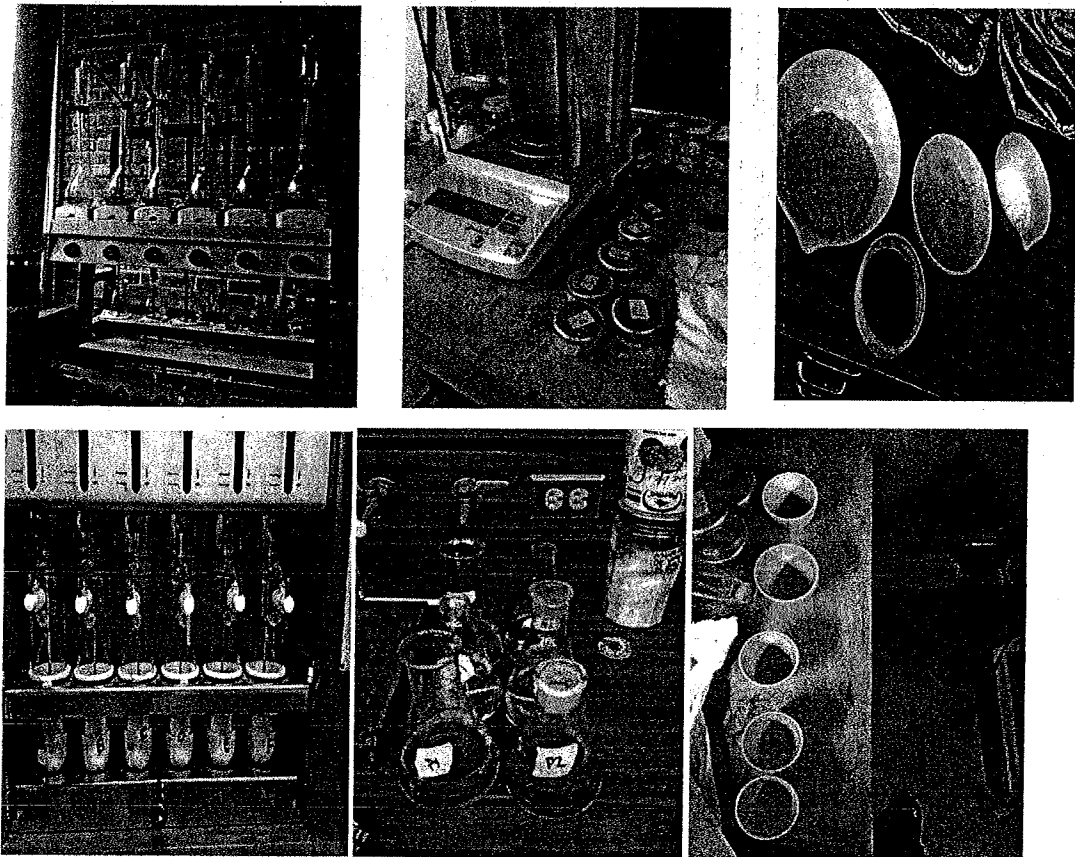


Figura 56

Análisis sensorial, prueba de aceptabilidad, preferencia y grupo focal.

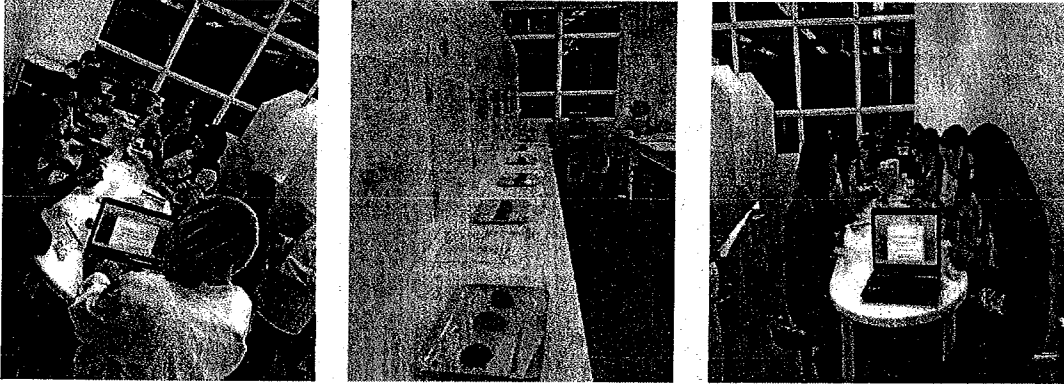


Figura 57

Vida de anaquel acelerada.

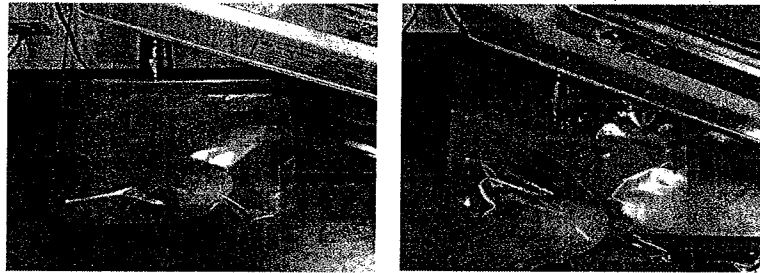
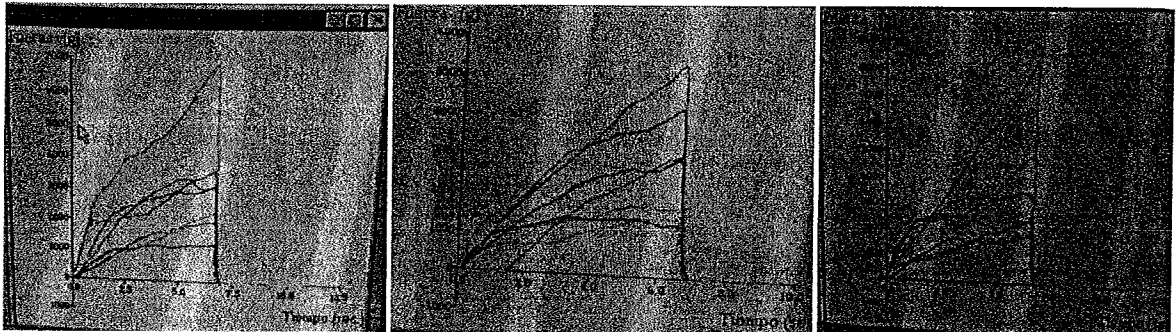


Figura 58

Textura en vida de anaquel acelerada.



ANEXO 17

Características del pan dulce

Nombre: _____

Fecha: _____

CARACTERISTICAS DEL PAN DULCE

1. La homogeneidad en color del pan debe ser en:
a. Corteza b. Miga c. Corteza y Miga
2. El aroma alcohólico o fermentado se percibe como:
a. Un aroma dulce b. un aroma ácido c. un aroma amargo
3. Por medio de este atributo se percibe la frescura del pan:
a. Textura b. Sabor c. Apariencia
4. La intensidad del sabor mantequilla en el pan dulce debe ser:
a. Leve b. Intermedio c. Alta

Fecha: _____

Nombre: _____

ANEXO 18

**Boleta: Prueba de aceptabilidad con escala hedónica
y de preferencia en pan dulce**

A continuación se le presentarán tres tipos de muestras de pan dulce. Observe, pruebe y sienta la textura en la boca de cada muestra, empezando por la que tiene a su izquierda. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada una de las muestras seleccionando el puntaje en el Cuadro 1 y colocándolo en el Cuadro 2 para cada uno de los atributos indicados.

Cuadro 168

Escala hedónica

Puntaje	Descripción
1	Me gusta muchísimo
2	Me gusta mucho
3	Me gusta un poco
4	Me gusta levemente
5	Ni me gusta, ni me disgusta
6	Me disgusta levemente
7	Me disgusta un poco
8	Me disgusta mucho
9	Me disgusta muchísimo

Cuadro 169

Evaluación

Atributo	Código 1234
APARIENCIA	
SABOR	
TEXTURA	
APARIENCIA	
SABOR	
TEXTURA	

(La evaluación continúa en la parte posterior de la boleta)

ANEXO 19

Informe: Visita 1 a la Comunidad El Volcán, Camotán, Chiquimula

La actividad se programó para llevarse a cabo el 30 de septiembre y el 1 de octubre de 2011; tomando en cuenta el traslado y regreso desde la capital, de los integrantes del Megaproyecto.

Cuadro 170

Actitudes e inquietudes expresadas por la comunidad durante actividad en Camotan, Chiquimula

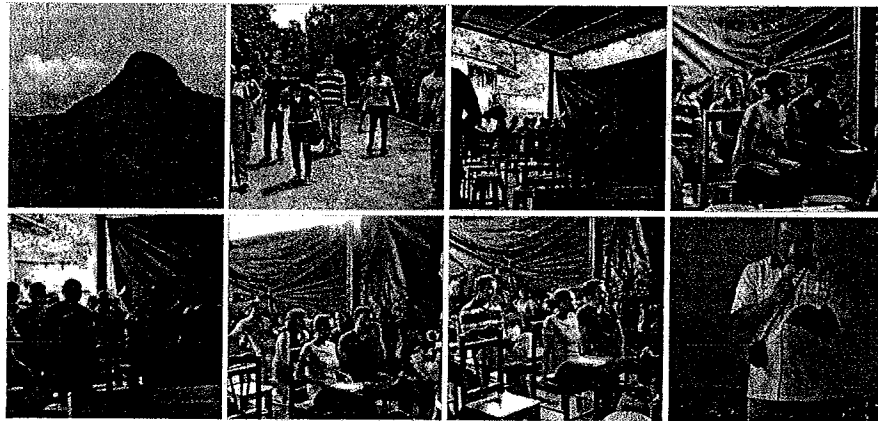
ACTITUDES/TEMORES	INQUIETUDES/ESPERANZAS
Mantener precios de cultivos.	Tuberías
Siembra de hortalizas	Tanques de almacenamiento de agua
Tanque de irrigación y agua potable	Fertilizantes
Asesoramiento de cultivos	Semilla mejorada
Utilización de abonos orgánicos	Transporte
Especies forestales que se adapten a la región	Derrumbes
¿Cómo alimentar a sus hijos?	Pesticidas
Recursos para leña	Guías de alimentación
Resina de pinos	Mal del talluelo
Alimentos deshidratados	Agua: viene con lodo, se necesita hacerla sanitaria
Uso de leña para cocinar	Hay grietas en la tierra
Uso del agua de lluvia almacenada en tambos plásticos	Fumigaciones: se han perdido hojas verdes
Consumo de maíz, frijol y tomate (querrían más plantas)	Hacer un paso donde se derrumba la tubería (u otra opción para evitar que haya derrumbe ahí)
Siembra de árboles para leña	Viviendas: mejorarlas, darles acceso a agua entubada
Sólo hay dos maestros de párvulos y uno de primaria	Salud
No hay servicio de salud, sólo una consulta mensual.	
Mayores enfermedades (en niños): gripe y diarrea	
Partos atendidos por comadrona	
No hay terreno para cultivar	
Semillas por una institución	
Hay 2 tiendas (jugos, golosinas y huevos)	
Hierbas: Santa María, hierba mora, chatale, levo y loroco.	

Conclusiones

- La comunidad está anuente a la participación de la UVG en proyectos que favorezcan el desarrollo de la misma;
- La comunidad tiene identificada la problemática principal, para la que solicitó ayuda: acceso a agua entubada para cada casa;
- Según los integrantes de Cáritas-Zacapa, la intervención de la UVG con un Megaproyecto es viable en la comunidad “El Volcán”;
- La intervención de la UVG es posible en aspectos nutricionales, educativos, de mejora de cultivos, manejo de suelo, elaboración de alimentos, etc.; es decir, se puede lograr una intervención integral con la comunidad;
- Con la intención de lograr la intervención constante y efectiva, se considera conveniente elaborar un proyecto “reproducible” en otras comunidades, tomando en cuenta las particularidades/variables individuales de las mismas.

Figura 59

Consolidado fotografías visita Camotán, Chiquimula



Continuación
Figura 59



ANEXO 20

**Informe: Visita 2, al Caserío Pasaquijuyup, en la Aldea Xujuyup,
en Nahualá Sololá**

La actividad se programó para llevarse a cabo el viernes 16 y el sábado 17 de marzo de 2012, tomando en cuenta el traslado y regreso desde la capital, de los integrantes del Megaproyecto.

Cuadro 171

Cronograma de actividades en Nahualá, Sololá

16/3/12 Hora	Actividad
5:30	Reunión de participantes y traslado hacia Sololá
9:30	Arribo a Sololá
9:45	Reunión con integrantes del consorcio; cambio de vehículos y salida hacia Caserío Pasaquijuyup
11:25	Arribo a Caserío Pasaquijuyup ; traslado de material y equipo para llevar a cabo la actividad programada.
11:30	Presentación a la comunidad del equipo de Megaproyecto. Inicio de actividad de sensibilización y presentación. Se llevó a cabo la actividad de purificación, filtración y reutilización del agua. Observación: la mayoría de los participantes fueron mujeres, que no hablan español, por lo que Erick, nuestro vínculo con el consorcio, funcionó de traductor de español a Kiché.
12:30	Terminó la actividad de Sensibilización y reutilización del agua. Se procedió a responder las inquietudes que tuvieron las participantes y los integrantes del Megaproyecto indagaron en relación con vacunación, alimentación y funcionamiento de la comunidad.
13:00	Caminata de reconocimiento de la comunidad. Los integrantes del Megaproyecto guiados por dirigentes comunitarios y del consorcio, recorrieron la comunidad con la intención de verificar detalles de vivienda, de acceso al agua, de características del terreno y de tomar nota de aspectos a considerar en la intervención.
14:00	Regreso hacia la Xujuyup. Almuerzo en el camino.
15:30	Ubicación de los miembros del Megaproyecto en hotel San Juan, en Santo Tomás, La Unión, Suchitepequez.
20:00	Cena
17/3/12 6:00	Regreso del equipo de Megaproyecto hacia la ciudad Capital
8:30	Desayuno en Cocales
11:30	Ingreso a ciudad Capital.

ANEXO 21

Relato de la visita

Se llevó a cabo una visita a la Comunidad Pasaquijuyup, de la Aldea Xujuyup en Nahualá, Sololá. Cada miembro del equipo multidisciplinario se presentó a la comunidad a través de Erick Chavajay, quien fungió como intérprete, debido a que la mayoría de los habitantes no habla español y se comunican únicamente en el idioma Maya K'iché.

Se trataron temas sobre la purificación del agua; entre ellos se mencionó la filtración: su definición, aplicación, ventajas y una breve, pero ilustrativa, demostración del procedimiento de filtrado. Se mencionó también, el tema de reutilización del agua con técnicas básicas para aplicar en los hogares.

Se habló acerca de los bosques de la comunidad, donde se nos informó que la leña que consumen proviene de ramas de árboles y que ellos recorren grandes distancias para obtenerla. Además, en el recorrido que hicimos después de la capacitación, observamos regeneración natural de bosque, principalmente de llamo, en laderas de montañas y dentro de la comunidad.

Al finalizar la actividad realizamos preguntas sobre los hábitos alimenticios de la comunidad para recabar información para el equipo de desarrollo de alimentos para desastres. Así también se preguntó acerca del estado nutricional en Pasaquijuyup. Se mencionó, como continuación al tema de la importancia de las fuentes de agua y la purificación de esta, la necesidad de que los habitantes del caserío consuman agua potable. Se les habló sobre la cantidad de líquido en el cuerpo, para demostrar el valor de este y qué hacer en caso de diarrea.

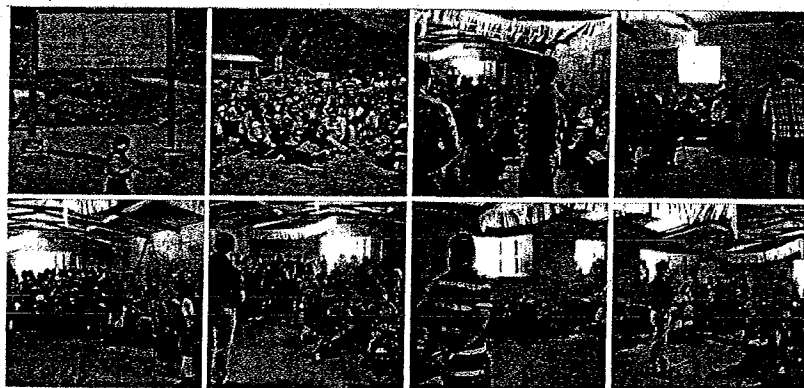
Conclusiones:

- Hay alrededor de 1500 habitantes en la comunidad Pasaquijuyup; las familias constan de entre 10 a 15 personas;

- En relación con la vigilancia y monitoreo nutricional: En la comunidad existen dos promotores de salud. Los habitantes deben asistir al centro de salud más cercano. Las madres de la comunidad reconocen que ellas deben llevar a los niños a la casa de salud para monitoreo una vez al mes, sin embargo no lo hacen siempre de esta forma;
- Los promotores de salud, también están encargados de realizar el monitoreo personalmente buscando a las personas en sus hogares, pero mencionaban que en ocasiones no las encuentran. Una de las madres mencionó que es en la casa de salud donde controlan a los niños por diarrea, ya que es en este lugar donde se dan cuenta que los niños se encuentran con este problema;
- Acerca de los alimentos consumidos: Las madres coinciden en que consumen carne a lo sumo una vez a la semana, únicamente cuando tienen dinero para comprarla, lo mismo ocurre en el caso del arroz;
- El frijol y la tortilla son alimentos que consumen diariamente;
- Acerca del agua: cuando es invierno cuentan con recolección en envases disponibles dentro de sus hogares y cuando es verano caminan hacia nacimientos cercanos para contar con el agua necesaria para vivir;
- Tienen la buena práctica de hervir el agua antes de tomarla, especialmente si se trata de niños o bebés y no experimentan mayor problemática con el agua; más que todo se trata de mejorar la concientización del uso del agua.

Figura 60

Consolidado fotografías visita Nahualá, Sololá



Continuación

Figura 60



ANEXO 22

**Informe: Visita 3, a las comunidades que cuentan con atención
de la Cruz Roja Guatemalteca, Quiché**

La actividad se programó para llevarse a cabo el viernes 15 y el sábado 16 de junio de 2012, tomando en cuenta el traslado y regreso desde la capital, de los integrantes del Megaproyecto.

Cuadro 172

Cronograma de actividades en visita Quiché

15/6/12 Hora	Actividad
5:30	Reunión de participantes y traslado hacia Quiché
9:15	Arribo a Sta. Cruz del Quiché
9:40	Introducción reunión con la Cruz Roja y salida hacia diferentes comunidades.
11:30	Arribo a la comunidad, Patulup.
11:40	Presentación a la comunidad del equipo de Megaproyecto.
11:45	Actividad de reforestación y degustación de prueba de pan. Observación: la mayoría de los participantes fueron mujeres, que no hablan español, por lo que fue necesario el apoyo de la cruz roja como intérprete sobre la función del equipo multidisciplinario (mensaje, por qué estábamos allí).
12:30	Terminó la actividad de reforestación, se conocieron los alrededores de las comunidades.
13:00	Caminata de reconocimiento de la comunidad. Se aclararon las dudas de los integrantes del megaproyecto.
13:30	Visita a Centro de Recuperación Nutricional
14:00	Almuerzo, Sacapulas.
15:00	Recorrido en carro por las siguientes comunidades: Xatinap V, Xesic II, Patulup, Xoljuyub.
18:00	Los integrantes del megaproyecto se instalaron en Chichicastenango, Quiché para la cena y estadía.

ANEXO 23

Relato de la visita

Recibidos en las instalaciones de Cruz Roja guatemalteca por Julissa Lissette Franco, técnico administrativo de proyecto Cambio climático. Se presentó el equipo multidisciplinario y Juan Gomez, miembro del equipo de Cruz Roja brindó su apoyo como guía. Se llevó a cabo una visita a la Comunidad de Patulup. Cada miembro del equipo multidisciplinario se presentó a la comunidad a través del equipo de Cruz Roja, quienes fungieron como intérpretes, debido a que la mayoría de los habitantes no habla español y se comunican únicamente en el idioma Maya K'iché.

Se trataron temas sobre reforestación con las personas de la comunidad; se les preguntó a las personas Sí contaban con acceso a agua, tipo de alimentación que llevaban (hábitos alimenticios, dieta), problemas relacionados con el invierno.

Se observaron las actividades que se llevaban a cabo en la comunidad, como las actividades de la escuela y los recursos con los que se contaban. También se visitó un centro de nutrición en el que se platicó con las personas a cargo para platicar sobre las fuentes a medicamentos con las que cuentan, la cantidad de niños que asisten y los principales problemas que han tenido para resolver la desnutrición crónica de los niños de las comunidades.

Se realizó la actividad de análisis sensorial de pan (semita blanca) por medio de una primera degustación en la que se encontró que la mayor parte de los habitantes mostraron agrado por el producto. Se preguntó sobre su sabor, apariencia, color, olor y se recibieron descriptores como "muy agradable", "buen sabor", siendo la única crítica negativa la presencia de anís y la textura muy dura. Se plantearon recomendaciones para realizar distintas formulaciones con anís y sin anís, azúcar y panela con el fin de llevar a la comunidad un pan que presente las características sensoriales a las que ellos están acostumbrados.

Conclusiones:

Se brinda agua entubada. Las comunidades también cuentan con nacimientos de ríos en las partes altas de las montañas las cuales hacen que el agua baje por gravedad.

En relación con la vigilancia y monitoreo nutricional: En la comunidad existen dos promotores de salud. Los habitantes deben asistir al centro de salud más cercano el cual se encontraba en Sacapulas. Este no contaba con un médico desde inicios del año. Las promotoras de salud salen a las comunidades a verificar casos de desnutrición y dependiendo de la escala en la que se encuentran toman decisión de medicar o llevarla al centro. Se presentó un grado de aceptación por la matriz alimentaria tipo semita blanca por lo que se procederá a modificar su formulación para ampliar su vida útil.

Figura 61**Consolidado fotografías visita varias comunidades en Quiché**

Cuadro 173

Norma Coguanor NGO 29001, Sust. no deseadas

Característica	LMA, en miligramos/litro	LMP, en miligramos / litro
Fluoruro (F)	---	1.700
Hierro total (Fe)	0.100	1.000
Manganeso (Mn)	0.050	0.500
Nitrato (NO ₃ ⁻)	---	10
Nitrito (NO ₂ ⁻)	---	1

Cuadro 174

Norma Coguanor NGO 29001, características generales

Características	LMA (1)	LMP(2)
Color	5.0 u	35.0 u (3)
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT (4)
Conductividad eléctrica	-----	< de 1 500 μ S/cm
Cloro libre residual (5) (6)	0.5 mg/l	1 mg/l
Cloruros (Cl ⁻)	100 mg/l	250 mg/l
Dureza total (CaCO ₃)	100 mg/l	500 mg/l
pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5
Sólidos totales disueltos	500 mg/l	1 000 mg/l
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	100 mg/l	250 mg/l
Temperatura	15 - 25 °C	34 ° C
Calcio (Ca)	75 mg/l	150 mg/l
Fluoruros (F ⁻)	-----	1.7 mg/l
Hierro total (Fe)	0.1000 mg/l	1.000 mg/l
Manganeso (Mn)	0.050 mg/l	0.500 mg/l
Nitratos (NO ₃ ⁻)	-----	10 mg/l
Nitritos (NO ₂ ⁻)	-----	1 mg/l