

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



**Aprovechamiento de residuos y descartes agroindustriales para el  
desarrollo de productos alimenticios**

Trabajo de graduación en modalidad de megaproyecto tecnológico presentado por:

María Andrea de León Barrientos

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos;

Vivian Andrea López Gordillo

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos;

Doresly Anjeanethe Losley Tánchez

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos;

Joshua Emmanuel Ordoñez Rivas

para optar por el grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de Alimentos;

Andrea María Vela Corona

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos.

Guatemala

2017



Aprovechamiento de residuos y descartes agroindustriales para el  
desarrollo de productos alimenticios

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Aprovechamiento de residuos y descartes agroindustriales para el  
desarrollo de productos alimenticios

Trabajo de graduación en modalidad de megaproyecto tecnológico presentado por:

María Andrea de León Barrientos

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos;

Vivian Andrea López Gordillo

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos;

Doresly Anjeanethe Losley Tánchez

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos;

Joshua Emmanuel Ordoñez Rivas

para optar por el grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de Alimentos;

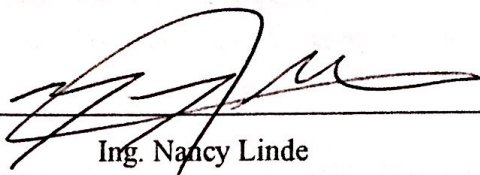
Andrea María Vela Corona

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos.

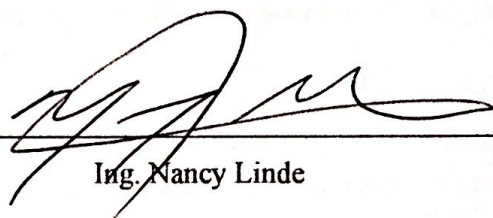
Guatemala

2017

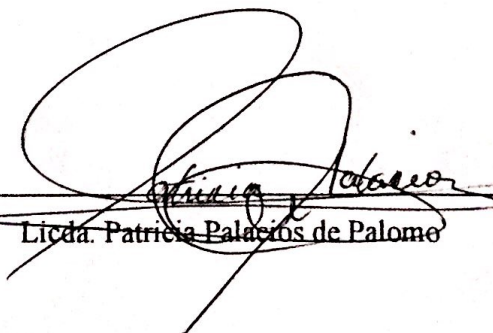
Vo. Bo.:

(f)   
Ing. Nancy Linde

Tribunal examinador:

(f)   
Ing. Nancy Linde

(f)   
MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f)   
Licda. Patricia Palacios de Palomo

Fecha de aprobación: Guatemala, 22 de noviembre de 2017

## PREFACIO

El presente trabajo de graduación no hubiese sido posible sin el apoyo incondicional de las personas que estuvieron presentes en el proceso, a quienes dedicamos este trabajo. Queremos agradecer y dedicar a Dios este proyecto, y lo que este representa, el inicio de nuestra carrera profesional.

Damos gracias especialmente a nuestras familias, quienes nos han dado su apoyo incondicional. A nuestra directora, MSc. Ana Silvia Colmenares, y subdirectora, Licda. Patricia Palomo, por sus enseñanzas, dedicación y guianza a lo largo de toda la carrera y durante la elaboración de este trabajo. Así mismo, agradecemos a nuestra asesora, Ing. Nancy Linde, por su tiempo, dedicación y consejos. No hubiese sido posible la realización del proyecto sin su ayuda.

Agradecemos también al señor Carlos Arias, quien fue un apoyo importante en el desarrollo de este proyecto, y a las personas e instituciones que nos brindaron la materia prima para el desarrollo de los productos realizados. A nuestros catedráticos y compañeros, por su apoyo y por hacer de estos cinco años una increíble experiencia.

# ÍNDICE

PREFACIO .....	vi
LISTA DE CUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE GRÁFICOS .....	xv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. JUSTIFICACIÓN .....	3
IV. ANTECEDENTES .....	5
A. Descarte de hortalizas por la industria alimentaria .....	5
B. Aprovechamiento de descarte por la industria alimentaria .....	12
V. MARCO TEÓRICO.....	17
A. Palmito .....	17
B. Zanahoria.....	18
C. Pulpa de café .....	22
D. Arroz .....	31
E. Piña cultivada en Guatemala ( <i>Cayana lisa</i> ) .....	35
F. Rosa de Jamaica.....	39
G. Galletas tipo cracker.....	41
H. Sopas instantáneas.....	45
I. Papillas.....	46
J. Barras energéticas tipo granola .....	51
K. Productos pre y post entrenamiento .....	53
L. Evaluación sensorial .....	59
M. Análisis de vida útil .....	60

VI. METODOLOGÍA.....	62
A. Obtención de harinas a partir de descarte agroindustrial .....	62
B. Caracterización de harinas.....	62
C. Desarrollo de producto a partir de descarte agroindustrial.....	63
D. Caracterización de productos desarrollados .....	78
E. Análisis sensorial .....	78
F. Análisis de vida útil .....	79
VII. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....	80
A. Harina de palmito .....	80
B. Galleta tipo cracker a partir de harina de palmito y pulpa de zanahoria .....	83
C. Sopa instantánea baja en sodio a partir de harina de palmito y pulpa de zanahoria.....	98
D. Papilla instantánea a partir de harina de arroz y pulpa de zanahoria .....	114
E. Harina de pulpa de café .....	130
F. Barra energética tipo granola con la incorporación de harina de pulpa de café .....	135
G. Bebida hipertónica post entrenamiento y mermelada pre entrenamiento .....	145
VIII. CONCLUSIONES .....	160
IX. RECOMENDACIONES.....	162
X. BIBLIOGRAFÍA.....	163
XI. ANEXOS .....	171
A. Apéndice A - Curvas de calibración .....	171
B. Apéndice B - Cálculos de muestra .....	176
C. Apéndice C - Boleta perfil sensorial .....	181

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Residuos obtenidos en el proceso de beneficio e industrialización de 1 kg de café cereza.....	7
Cuadro 2. Cosecha anual de Rosa de Jamaica.....	8
Cuadro 3. Cosecha anual de Rosa de Jamaica.....	12
Cuadro 4. Composición nutricional del palmito.....	17
Cuadro 5. Principales desórdenes físicos observados en la zanahoria.....	19
Cuadro 6. Composición nutricional de la zanahoria.....	20
Cuadro 7. Resumen de producción de zanahoria en Guatemala.....	21
Cuadro 8. Composición química (%) de la pulpa de café.....	23
Cuadro 9. Componentes orgánicos presentes en pulpa de café.....	23
Cuadro 10. Contenido de cenizas y minerales en pulpa de café.....	26
Cuadro 11. Contenido de aminoácidos (g/16g N) en pulpa de café.....	27
Cuadro 12. Principales fuentes de cafeína.....	29
Cuadro 13. Composición nutricional del arroz blanco.....	32
Cuadro 14. Composición nutricional de la harina de arroz.....	33
Cuadro 15. Clasificación botánica de la piña.....	35
Cuadro 16. Clasificación botánica de la Rosa de Jamaica.....	39
Cuadro 17. Energía necesaria según rangos de edades.....	49
Cuadro 18. Estándares para preparados alimenticios para lactantes de más edad y niños pequeños.....	49
Cuadro 19. Requerimientos de vitaminas y minerales en lactantes de más edad y niños pequeños.....	50
Cuadro 20. Análisis fisicoquímicos realizados en las harinas.....	63
Cuadro 21. Bitácora galleta cracker.....	64
Cuadro 22. Bitácora del sazónador para galleta cracker.....	66
Cuadro 23. Bitácora de elaboración de fideos.....	67
Continuación cuadro 23. Bitácora de elaboración de fideos.....	68
Cuadro 24. Bitácora de elaboración de consomé.....	69
Cuadro 25. Bitácora de elaboración de papilla.....	70
Continuación cuadro 25. Bitácora de elaboración de papilla.....	71
Cuadro 26. Bitácora de desarrollo de formulaciones para snack energético tipo barra de granola.....	72
Cuadro 27. Formulación 1 de gel pre entrenamiento.....	73
Cuadro 28. Formulación 2 de gel pre entrenamiento.....	73
Cuadro 29. Formulación 1 de bebida hipertónica.....	73

Cuadro 30. Formulación 2 de bebida hipertónica.....	73
Cuadro 31. Formulación 3 de bebida hipertónica.....	74
Cuadro 32. Formulación 4 de bebida hipertónica.....	74
Cuadro 33. Formulación 5 de bebida hipertónica.....	74
Cuadro 34. Formulación final de gel pre entrenamiento.....	77
Cuadro 35. Formulación final de bebida hipertónica post entrenamiento.....	77
Cuadro 36. Análisis fisicoquímicos realizados en productos desarrollados.....	78
Cuadro 37. Descripción de las poblaciones que participaron en las pruebas sensoriales de los productos desarrollados.....	79
Cuadro 38. Análisis granulométrico de la harina de palmito.....	80
Cuadro 39. Análisis granulométrico de la harina de trigo.....	80
Cuadro 40. Análisis proximal de harina de palmito.....	81
Cuadro 41. Caracterización fisicoquímica de harina de palmito.....	81
Cuadro 42. Formulación de galleta tipo cracker.....	83
Cuadro 43. Análisis proximal de galleta tipo cracker.....	84
Cuadro 44. Determinación del contenido de sodio en galleta tipo cracker.....	86
Cuadro 45. Comparación en contenido de sodio con marcas comerciales.....	86
Cuadro 46. Análisis organoléptico de galleta tipo cracker.....	87
Cuadro 47. Formulación y contenido de sodio en sazónador.....	88
Cuadro 48. Formulación y contenido de sodio en sazónador.....	88
Cuadro 49. Propiedades físicas del polipropileno metalizado.....	89
Cuadro 50. Determinación de vida de anaquel de galleta cracker empacada en polipropileno metalizado, según su actividad de agua y su textura.....	89
Cuadro 51. Evaluación sensorial de aceptabilidad para galletas tipo cracker.....	93
Cuadro 52. Alternativa a sazónador para galleta cracker.....	94
Cuadro 53. Determinación de costos de materia prima para galleta cracker.....	96
Cuadro 54. Determinación de costos de materia prima para el sazónador.....	96
Cuadro 55. Determinación de costos operativos.....	96
Cuadro 56. Determinación del costo total para una porción de 24 g.....	97
Cuadro 57. Comparación de precio con galletas crackers de marcas comerciales.....	97
Cuadro 58. Formulación de fideo tipo ramen para sopa instantánea.....	99
Cuadro 59. Formulación de consomé para sopa instantánea.....	100
Cuadro 60. Análisis proximal, fibra dietética y sodio de fideos tipo ramen.....	101

Cuadro 61. Análisis proximal y sodio de consomé.....	101
Cuadro 62. Actividad de agua de sopa instantánea.....	101
Cuadro 63. Composición de sopa instantánea según porcentaje de fideos y consomé que la componen. .	102
Cuadro 64. Sodio de la sopa instantánea final con base en la composición ideal establecida.....	103
Cuadro 65. Características de reconstitución de sopa instantánea.....	103
Cuadro 66. Actividad de agua respecto al tiempo almacenado en incubadora a 37°C. ....	106
Cuadro 67. Aceptabilidad global de la sopa instantánea. ....	107
Cuadro 68. Aceptabilidad ante el sabor de la sopa instantánea. ....	108
Cuadro 69. Aceptabilidad ante el sabor de la sopa instantánea. ....	109
Cuadro 70. Aceptabilidad ante la textura de la sopa instantánea.....	111
Cuadro 71. Aceptabilidad ante el color de la sopa instantánea.....	112
Cuadro 72. Costos de materia prima utilizada en base al porcentaje utilizado en la elaboración de fideos.	113
Cuadro 73. Costos de materia prima utilizada en base al porcentaje utilizado en la elaboración de consumé. ....	113
Cuadro 74. Costos operativos .....	113
Cuadro 75. Costos totales del producto desarrollado.....	114
Cuadro 76. Comparación con productos en el mercado. ....	114
Cuadro 77. Formulación de la papilla instantánea.....	115
Continuación cuadro 77. Formulación de la papilla instantánea. ....	116
Cuadro 78. Análisis proximal de papilla instantánea.....	118
Cuadro 79. Análisis de fibra dietética de papilla instantánea. ....	119
Cuadro 80. Análisis de minerales en papilla instantánea.....	119
Cuadro 81. Propiedades físicas y granulometría de la papilla instantánea. ....	120
Cuadro 82. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según la apariencia de la papilla instantánea.....	121
Cuadro 83. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según la textura de la papilla instantánea.....	122
Cuadro 84. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según el sabor de la papilla instantánea.	122
Cuadro 85. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según el color de la papilla instantánea.	123
Cuadro 86. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según el olor de la papilla instantánea. .	123
Cuadro 87. Comparación de los promedios otorgados a la papilla instantánea para determinación de aceptación. ....	125

Cuadro 88. Costos de materia prima utilizada en base al porcentaje empleado en la elaboración de la papilla instantánea.....	129
Cuadro 89. Costo de la papilla instantánea.....	129
Cuadro 90. Evaluación física de harina de pulpa de café.....	130
Cuadro 91. Composición química de harina de pulpa de café.....	131
Cuadro 92. Contenido de minerales y cafeína en harina de pulpa de café.....	131
Cuadro 93. Características fisicoquímicas de harina de pulpa de café.....	131
Cuadro 94. Formulación de snack energético tipo barra de granola.....	135
Cuadro 95. Componentes principales en snack energético tipo barra de granola.....	136
Cuadro 96. Contenido de minerales y cafeína en snack energético tipo barra de granola.....	138
Cuadro 97. Descripción de la población que participó en el análisis sensorial del producto desarrollado.....	139
Cuadro 98. Distribución por edad de la población que participó en el análisis sensorial del producto desarrollado.....	139
Cuadro 99. Distribución por género, de la población que participó en el análisis sensorial del producto desarrollado.....	139
Cuadro 100. Promedios de puntajes obtenidos para atributos sensoriales evaluados.....	139
Cuadro 101. Cambio de actividad de agua y perfil organoléptico durante estudio de vida de anaquel.....	141
Cuadro 102. Comparación de vida útil respecto a otras marcas comerciales.....	141
Cuadro 103. Costos de materia prima para una barra de 30 g.....	143
Cuadro 104. Costos operativos para elaborar una barra de 30 g.....	143
Cuadro 105. Información técnica para determinación de costos operativos.....	144
Cuadro 106. Resumen de costos y precio de barra energética.....	144
Cuadro 107. Comparación de precio respecto a otras marcas comerciales.....	144
Cuadro 108. Evaluación sensorial de gel pre entrenamiento.....	147
Cuadro 109. Aceptabilidad de sabor del gel pre entrenamiento.....	147
Cuadro 110. Aceptabilidad de olor de gel pre entrenamiento.....	148
Cuadro 111. Aceptabilidad de apariencia de gel pre entrenamiento.....	149
Cuadro 112. Evaluación sensorial de bebida hipertónica post entrenamiento.....	150
Cuadro 113. Descripción de muestra de análisis de ordenamiento.....	151
Cuadro 114. Aceptabilidad de muestras evaluadas.....	151
Cuadro 115. Panel de ordenamiento de bebida hipertónica post entrenamiento.....	151
Cuadro 116. Nivel de aceptabilidad de compra del producto.....	153
Cuadro 117. Análisis proximal de gel pre entrenamiento.....	153

Cuadro 118. Análisis de minerales en gel pre entrenamiento. ....	154
Cuadro 119. Análisis proximal de bebida hipertónica post entrenamiento. ....	154
Cuadro 120. Análisis de minerales en bebida hipertónica post entrenamiento .....	155
Cuadro 121. Costos de materia prima de gel pre entrenamiento. ....	158
Cuadro 122. Costo de un empaque de gel pre entrenamiento.....	158
Cuadro 123. Costos de materia prima de bebida hipertónica post entrenamiento.....	158
Cuadro 124. Costo de una botella de 500ml. ....	159

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Almacenamiento de Rosa de Jamaica. ....	9
Figura 2. Sección longitudinal de fruto de café ( <i>Coffea arabica</i> ): 1. Ericarpio; 2. Disco o centro; 3. Mesocarpio; 4. Endocarpio; 5. Piel plateada o espermoderma; 6. Embrión.....	22
Figura 3. Partes constitutivas del grano de arroz. ....	31
Figura 4. Variedad de piña cultivada en Guatemala ( <i>Cayena Lisa</i> ). ....	37
Figura 5. Variedad de Rosa de Jamaica cultivada en Guatemala (Variedad Roja). ....	40
Figura 6. Etiqueta Nutricional Nestum .....	47
Figura 7. Clasificaciones en la rueda de alimentos.....	54
Figura 8. Flujo de proceso de obtención de infusiones y puré de cálices de Rosa de Jamaica. ....	75
Figura 9. Flujo de proceso de obtención de infusiones y puré de cáscara de piña. ....	75
Figura 10. Flujo de proceso de bebida hipertónica post entrenamiento. ....	76
Figura 11. Flujo de proceso de gel pre entrenamiento.....	76
Figura 12. Anatomía de galleta tipo cracker.....	83
Figura 13. Anatomía de sopa instantánea. ....	104
Figura 14. Anatomía de papilla.....	117
Figura 15. Etiqueta Nutricional de la papilla instantánea .....	120
Figura 16. Anatomía de barra energética con pulpa de café.....	142
Figura 17. desarrollo de empaque de gel pre entrenamiento .....	155
Figura 18. Desarrollo de empaque bebida hipertónica post entrenamiento.....	156
Figura 19. Poster publicitario de gel pre entrenamiento .....	157
Figura 20. Poster publicitario de bebida hipertónica post entrenamiento.....	157
Figura 21. Boleta para prueba de aceptabilidad escala hedónica en galleta tipo cracker. ....	181
Figura 22. Boleta para prueba de aceptabilidad escala hedónica en papilla instantánea. ....	182
Figura 23. Boleta para prueba de preferencia en papilla instantánea. ....	183
Figura 24. Boleta para prueba de aceptabilidad escala hedónica en papilla instantánea.....	184
Figura 25. Boleta para prueba de preferencia en papilla instantánea. ....	185
Figura 26. Boleta utilizada para análisis sensorial de barra energética con pulpa de café. ....	185
Figura 27. Boleta utilizada para análisis sensorial de Bebida hipertónica y mermelada pre entrenamiento	186
Figura 28. Boleta utilizada para análisis sensorial de sopa instantánea a base de harina de palmito y pulpa de zanahoria .....	187

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción nacional de Rosa de Jamaica en Guatemala.....	8
Gráfico 2. Producción nacional de piña en Guatemala.....	11
Gráfico 3. Determinación de vida útil de galleta tipo cracker empacada en polipropileno metalizado. ....	90
Gráfico 4. Agrupación por género de la muestra poblacional que participó en la evaluación sensorial. ....	92
Gráfico 5. Agrupación por edad de la muestra poblacional que participó en la evaluación sensorial. ....	92
Gráfico 6. Aceptabilidad de galleta, por atributos. ....	95
Gráfico 7. Aceptabilidad global de galletas tipo cracker. ....	95
Gráfico 8. Actividad de agua respecto al tiempo de almacenamiento a T=37°C. ....	106
Gráfico 9. Aceptabilidad global de la sopa instantánea. ....	108
Gráfico 10. Aceptabilidad ante el sabor de la sopa instantánea. ....	109
Gráfico 11. Aceptabilidad ante el olor de la sopa instantánea. ....	110
Gráfico 12. Aceptabilidad ante la textura de la sopa instantánea. ....	111
Gráfico 13. Aceptabilidad ante el color de la sopa instantánea. ....	112
Gráfico 14. Opinión respecto a la apariencia general del producto. ....	121
Gráfico 15. Opinión respecto a la textura del producto. ....	122
Gráfico 16. Opinión respecto al sabor del producto. ....	122
Gráfico 17. Opinión respecto al color del producto. ....	123
Gráfico 18. Opinión respecto al olor del producto. ....	123
Gráfico 19. Resultados para la prueba de preferencia entre la papilla elaborada a base de harina de arroz y pulpa de zanahoria y la marca comercial Nestum®. ....	125
Gráfico 20. Comentarios más frecuentes para la papilla instantánea. ....	126
Gráfico 21. Comentarios más frecuentes para la Papilla Nestum®. ....	126
Gráfico 22. Actividad de agua vs tiempo (meses). ....	128
Gráfico 23. Promedios de puntajes obtenidos de evaluación sensorial*. ....	140
Gráfico 24. Muestra poblacional estudiada de acuerdo con su género. ....	146
Gráfico 25. Panel sensorial evaluado por edades. ....	146
Gráfico 26. Aceptabilidad global de gel pre entrenamiento. ....	147
Gráfico 27. Aceptación del sabor. ....	148
Gráfico 28. Aceptabilidad de olor de gel pre entrenamiento. ....	149
Gráfico 29. Aceptabilidad de apariencia de gel pre entrenamiento. ....	150
Gráfico 30. Aceptabilidad global de bebida hipertónica post entrenamiento. ....	150

Gráfico 31. Curva de calibración de hierro.....	171
Gráfico 32. Curva de calibración de calcio.....	172
Gráfico 33. Curva de calibración de zinc.....	173
Gráfico 34. Curva de calibración de sodio.....	174
Gráfico 35. Curva de calibración de potasio.....	175

## RESUMEN

El propósito del presente Megaproyecto consistió en desarrollar productos a partir de descartes agroindustriales, los cuales representan un tercio de la producción total anual de alimentos. Dichos descartes significan un problema para distintos aspectos nacionales como lo son la economía y la contaminación ambiental. Para el aprovechamiento de los descartes se desarrolló una galleta tipo cracker y una sopa instantánea a partir de harina de palmito y pulpa de zanahoria, una papilla instantánea a partir de pulpa de zanahoria, una barra energética a partir de harina de pulpa de café, una bebida isotónica y un puré a partir de rosa de jamaica y piña.

Tanto en las harinas como en los productos desarrollados se realizó un análisis proximal con el objetivo de determinar su calidad nutricional y un análisis fisicoquímico. Además, en los productos desarrollados se llevó a cabo un análisis organoléptico para determinar su grado de aceptabilidad en su población objetivo.

El presente Megaproyecto es la continuación del tema de aprovechamiento del descarte agroindustrial iniciado por estudiantes de Ingeniería en Ciencias de Alimentos e Ingeniería Industrial, de la Universidad del Valle en el año 2016. Se presentan alternativas diferentes que cumplen con el objetivo establecido y que representen soluciones a los diferentes aspectos y necesidades de la población guatemalteca.

## ABSTRACT

The purpose of this project was to develop products from the agroindustry waste, which represents one third of the Guatemalan annual food production. This waste represents a problem for many national aspects as economy and environmental pollution. For the exploitation of this waste it was developed a cracker and an instant soup from palmetto flour and carrot pulp, an instant pap from carrot pulp, an energy bar from coffee pulp, an isotonic and a jam from Roselle and pineapple.

Both in the flours and in the final products a proximal analysis and a fisicoquimical analysis were performed aiming to determinate their nutritional quality. Also, the developed products were organoleptically analyzed to establish the level of acceptability in its objective population.

The present project is the continuation of the subject of exploitation of the agroindustry waste, that was initiated by Food and Industrial Engineering students from the Del Valle University of Guatemala, in 2016. It shows different alternatives that achieve the established objective and represents solutions to the different aspects and necessities of the Guatemalan population.

# I. INTRODUCCIÓN

El residuo y descarte agroindustrial de la mayor parte de empresas alimentarias guatemaltecas representa un problema para distintos aspectos nacionales, como la economía y la contaminación ambiental que suele generarse. El objetivo del proyecto desarrollado es plantear diversas soluciones para reducir la cantidad de material agroindustrial que es desperdiciado, aprovechándolo para desarrollar nuevos productos que le agreguen valor dichos descartes. Los principales residuos a aprovechar son zanahoria, palmito, pulpa de café, Rosa de Jamaica y piña, a partir de los cuales se busca desarrollar cinco productos dirigidos a la población guatemalteca. Estos residuos se eligieron como materias primas debido a que son productos agrícolas que se cultivan en Guatemala y que al no cumplir con las características organolépticas requeridas para su comercialización, representan una pérdida económica significativa para la agroindustria.

El megaproyecto *“Aprovechamiento de residuos y descartes agroindustriales para el desarrollo de productos alimenticios”* tiene la finalidad de realizar el proceso de desarrollo y elaboración de distintos productos alimenticios que cumplieran con requisitos o necesidades existentes en la población guatemalteca. Entre los productos desarrollados se encuentra una galleta tipo cracker utilizando descarte de palmito y zanahoria, una sopa instantánea lista para consumir utilizando descarte de palmito y zanahoria, una papilla utilizando descarte de zanahoria, un snack energético tipo barra de granola aprovechando pulpa de café, una bebida hipertónica utilizando descarte de Rosa de Jamaica y piña, y una mermelada pre entrenamiento a partir de Rosa de Jamaica y piña.

Para el desarrollo de dichos productos fue necesaria la obtención y análisis físico-químico de las harinas, las cuales constituirían la materia prima a utilizar. De acuerdo a los resultados observados, se desarrollaron los productos descritos con anterioridad, los cuales fueron luego analizados en cuanto a su composición, aceptabilidad y vida de anaquel, para su posterior desarrollo en la industria.

## II. OBJETIVOS

### 1. Generales

1. Desarrollar productos alimenticios a partir de descartes y residuos de industrias agroalimentarias de Guatemala.

### 2. Específicos

1. Desarrollar una galleta salada, tipo cracker a base de harina de palmito y harina de zanahoria, alta en fibra y baja en sodio, y llevar a cabo su análisis proximal, determinación de vida útil y grado de aceptabilidad.
2. Desarrollar una sopa instantánea de vaso, a partir de harina de palmito y pulpa de zanahoria, baja en sodio, y llevar a cabo su caracterización proximal y física, así como su vida útil y aceptabilidad.
3. Desarrollar una papilla instantánea para niños de corta edad (6 a 36 meses), a partir de harina de arroz y pulpa de zanahoria, y llevar a cabo su caracterización proximal y física, así como determinar su vida útil y aceptabilidad.
4. Desarrollar un snack energético tipo barra de granola, a base de avena, con la incorporación de harina de pulpa de café; y evaluar propiedades fisicoquímicas, aceptabilidad, y vida de anaquel, para su posterior industrialización y consumo.
5. Desarrollar una bebida hipertónica post-entrenamiento a partir del descarte de piña y Rosa de Jamaica y una mermelada pre-entrenamiento de cascara de piña cocida y calices de Rosa de Jamaica y llevar a cabo una caracterización de hidratos de carbono y sodio para la bebida y caracterización de hidratos de carbono para la mermelada.

### III. JUSTIFICACIÓN

Las pérdidas y descartes de alimentos tienen un impacto en la seguridad alimentaria para la población en pobreza, en la calidad e inocuidad de los alimentos, en el desarrollo económico, y en la sostenibilidad del medio ambiente. Las causas exactas de las pérdidas de alimentos dependen de las condiciones específicas y de la situación local de cada país. Dichas pérdidas están influenciadas por patrones y decisiones en la producción de cultivos, infraestructura y capacidad de producción, cadenas de mercadeo y canales de distribución, y por la compra de los consumidores y sus prácticas alimenticias (Gustavsson, 2011).

El descarte y pérdida de los alimentos representa un desperdicio de los recursos utilizados para su producción, tal como el suelo, agua, energía e insumos. La producción de alimentos que no son consumidos lleva a la generación innecesaria de CO<sub>2</sub>, y a la pérdida económica de la industria (Gustavsson, 2011).

A nivel global, aproximadamente un tercio de los alimentos producidos para consumo humano se pierden o descartan, lo cual representa 1.3 billones de toneladas de alimentos por año. Los productos se pierden a lo largo de la cadena de suministro, desde la producción inicial agrícola hasta el consumo final en casa. En los países subdesarrollados, más del 40% de los alimentos se pierden durante la post cosecha y el procesamiento; mientras que en países industrializados, más del 40% se pierde durante la distribución y el manejo dado por el consumidor (Gustavsson, 2011).

El grupo de alimentos que presenta mayor pérdida y descarte son las frutas y los vegetales, principalmente durante la post cosecha y clasificación dada por estándares físicos de calidad que no se cumplen. En los países en desarrollo, las pérdidas en la producción agrícola dominan el total de pérdidas a lo largo de la cadena de suministro, lo cual se debe al deterioro de los cultivos prececeros en los climas húmedos y tropicales, así como a la estacionalidad, la cual lleva a un exceso de producción que luego es descartado (Gustavsson, 2011).

Por otro lado, la reducción en el descarte de alimentos, además de contribuir en la lucha contra el hambre, puede también prevenir impactos climáticos. Según estudios demográficos, mientras la demanda promedio global per cápita de alimentos ha permanecido constante, la disponibilidad de alimentos durante las últimas cinco décadas ha incrementado, lo cual indica que en países desarrollados se consumen más alimentos de lo recomendado o simplemente éstos alimentos son desperdiciados. Consecuentemente, las emisiones de gases invernadero asociados al descarte de alimentos podría incrementar de 0.5 a 1.9-2.5 Gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes por año para el 2050 (Hic, 2016).

Sin embargo, se estima que el 14% de las emisiones generadas por la industria agrícola para el año 2050, podrían evitarse por medio de un mejor manejo en la utilización de alimentos y en su distribución (Hic, 2016).

Evitar la pérdida y descarte de alimentos puede también ahorrar recursos utilizados en su producción, puede ayudar a reducir impactos ambientales por la actividad agrícola, y mejorar local y regionalmente, la seguridad alimentaria. El descarte de los alimentos ocurre en varias etapas de la cadena de suministro. La reducción de componentes alimenticios durante la producción, postcosecha, y procesamiento, es considerado una pérdida, mientras que el descarte se refiere a los alimentos que se desechan por un mal manejo (Hic, 2016).

Las pérdidas de alimentos ocurren por lo general en países en vías de desarrollo debido a la falta de infraestructura eficiente, mientras que el descarte es más común en países desarrollados. Cerca del 30 al 40% de los alimentos se pierden o desechan en ambos tipos de países. Para lograr la eliminación del hambre, los países con déficit de alimentos necesitan incrementar su disponibilidad de productos alimenticios, mientras que otros países necesitan mejorar sus sistemas de distribución (Hic, 2016).

## IV. ANTECEDENTES

### A. Descarte de hortalizas por la industria alimentaria

1. Palmito. La palma que se cultiva en Guatemala es *Bactris Gasipaes*. De esta se aprovecha su fruto, una dropa de gran valor alimentario, su madera y el cogollo, que se cosecha para extraer palmito. La flor, el endospermo de la semilla y el palmito (cogollo) son comestibles. Este último tiene aproximadamente 5% de proteínas y es apto para la industrialización en conservas. Además, el fruto de segunda calidad, proveniente de la palma, se utiliza como alimento de engorde para ganado vacuno, porcino, aves e incluso peces (García, 2004).

Del palmito específicamente se envasa la parte comestible, el corazón del brote de un color blanco, crujiente y de sabor similar al de la nuez. Las capas exteriores se desechan, lo que provoca perjuicios significativos tanto económicos como para el medio ambiente, aunque en ese subproducto hay materia prima para obtener compuestos bioactivos que pueden utilizarse para procesar productos saludables para el consumidor (Martínez, 2011).

El proceso de enlatado de palmito genera un alto contenido de subproductos debido a la poca uniformidad en el diámetro del producto y a la textura y dureza de éste. Los principales subproductos de este cultivo son las vainas medianas que cubren el corazón y la parte inferior, ubicada debajo de la porción comestible, los cuales representan un aproximado del 84% del peso total de la cosecha de palmito. Debido a la gran cantidad de descarte que presenta efectos negativos en el ambiente, se han buscado diversas alternativas para disminuir su contaminación, tales como la obtención de harinas ricas en fibra dietética (62-71%) para su uso como ingredientes en diversos procesos (Bolanho, 2015).

Por otro lado, de la cáscara que también se descarta puede producirse harina con buen perfil nutricional, rico en fibra, carbohidratos, fósforo, hierro, caroteno, ácido ascórbico y riboflavina. Por esta razón, generalmente, es utilizada para la alimentación y engorde de aves. Un estudio realizado por Campo-Gavira demostró que a mayor adición de harina de cáscara de *Bactris gasipaes* en la alimentación de aves, mayor ganancia de peso en estas. Se logró una adición de 20% de harina, sin que esta cambiara significativamente las características organolépticas del alimento. Es importante mencionar que esta adición también resulta favorable en términos económicos ya que la relación costo beneficio es mejor, por lo que es una alternativa viable para generar un uso a este descarte (Campo, 2016).

2. Zanahoria. El rendimiento del cultivo de zanahoria se relaciona con distintos factores, entre los que se encuentran la cantidad de raíces cosechadas, el peso y el número de raíces que pueden descartarse por diversos defectos que presenten. Una característica importante de esta hortaliza que presenta un efecto considerable es la longitud de la raíz, ya que entre mayor sea este valor, aumenta la susceptibilidad a daños durante la cosecha y la posterior manipulación de las mismas; además, se da un aumento respecto a las exigencias de calidad y profundidad de suelos (Gaviola, 2013).

Entre los principales defectos en las raíces de zanahoria que son causa de descartes se encuentra las plantas florecidas de manera prematura, las raíces fuera de tamaño establecido, las raíces rajadas, podridas, atacadas por insectos y raíces con hombros de coloración diferente, ya sea verde o morado. En cuanto a las plantas que florecen de manera prematura, esto se da cuando la planta usa las reservas encontradas en la raíz, resultando en una disminución de su calidad, tornándose dura y fibrosa. La tendencia al rajado de las raíces depende del tipo de suelo en el que se cosechan, del grado de humedad del mismo, de la velocidad a la que crecen y del estado de desarrollo que presentan; en este caso, las raíces más grandes son las más susceptibles a este defecto (Gaviola, 2013).

3. Pulpa de café. El café es uno de los productos alimenticios más importantes, siendo el segundo más producido globalmente, después del aceite crudo. Alrededor de 60 países tropicales y subtropicales producen café extensivamente, por lo cual se considera uno de los principales productos agrícolas de exportación. Su importancia económica se debe principalmente a la bebida de café, una infusión preparada a partir de los granos tostados y molidos (Esquivel, 2011).

La infusión de café es conocida como un estimulante, lo cual se atribuye principalmente a la cafeína; sin embargo, el número de compuestos químicos identificados en la bebida es grande, y algunos de ellos tienen muchos atributos beneficiosos. Adicionalmente, los subproductos de la industria cafetalera en muchos casos no son manejados adecuadamente, y por lo tanto, constituyen una preocupación ambiental. Sin embargo, estos subproductos pueden también ser un potencial recurso de compuestos con propiedades funcionales (Esquivel, 2011).

En el proceso del café se estima que menos del 5% de la biomasa generada se aprovecha en la elaboración de la bebida, el resto queda en forma residual. Dichos residuos constituyen materiales lignocelulósicos como hojas, ramas y tallos, generados en el proceso de renovación de los cafetales; frutos verdes que se caen durante la recolección, pulpa o exocarpio del fruto, que representa aproximadamente el 44% del fruto fresco; y la borra o ripio, que se genera en las fábricas de producción de café soluble y cuando se prepara la bebida a partir del grano tostado y molido, que representa cerca del 10% del peso del fruto fresco (Rodríguez, 2010).

En la siguiente tabla se observa el peso de los residuos generados en cada una de las etapas del proceso de beneficio e industrialización del café (Rodríguez, 2010).

Cuadro 1. Residuos obtenidos en el proceso de beneficio e industrialización de 1 kg de café cereza.

Proceso	Residuo obtenido	Pérdida (g)
Despulpado	Pulpa fresca	436
Desmucilaginado	Mucilago	149
Secado	Agua	171
Trilla	Pergamino y película plateada	42
Torrefacción	Volátiles	22
Preparación de bebida	Borra	104
Pérdida acumulada		924

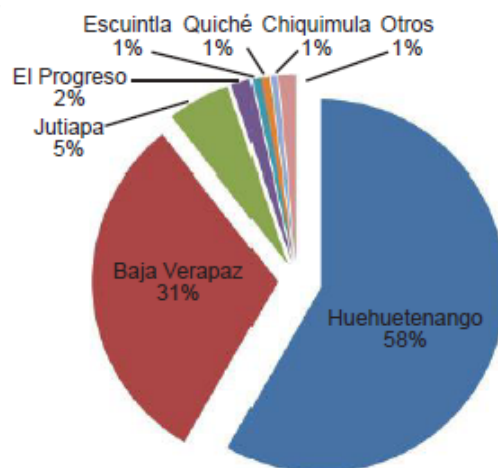
La pulpa es el primer producto que se obtiene en el procesamiento del fruto de café, y representa, en base húmeda, alrededor del 43.58% del peso del fruto fresco. Se estima que por cada millón de sacos de 60 kg de café almendra exportados, se generan 162,900 toneladas de pulpa fresca, la cual si no se maneja adecuadamente, produce una contaminación equivalente a la generada durante un año, en excretas y orina, por una población de 868.736 habitantes (Rodríguez, 2010). En el caso de Guatemala, en el periodo 2014 a 2015 se produjeron 2.926 millones de sacos de 60 kg (Anacafé, 2015), lo cual generó aproximadamente 4.76 billones de toneladas de pulpa fresca.

La industria cafetalera es considerada como una de las más contaminantes a nivel mundial, con alteraciones ambientales negativas. En la mayoría de los países productores de café no se utilizan sistemas de tratamiento eficientes, lo cual se agrava al considerar que los centros de despulpe de café se encuentran en zonas de montañosas donde están los ecosistemas más frágiles; además que el proceso de beneficio se realiza en los meses de sequía, durante los cuales los ríos disminuyen el caudal aumentando la concentración de las sustancias contaminantes (Sotolongo, 2000).

Los sistemas de tratamiento utilizados en la actualidad han resultado ineficientes en la mayoría de los casos, debido a que no son apropiados para tratar este tipo de residual de naturaleza química compleja, por lo que se hace necesaria la búsqueda de otros sistemas o alternativas para el aprovechamiento de estos residuos (Sotolongo, 2000).

4. Rosa de Jamaica. Desde el punto de vista morfológico, la Jamaica es una planta arbustiva semileñosa anual o bianual que pertenece a la familia Malvaceae y alcanza entre uno a tres metros de altura. Sus tallos son abundantes, muy ramificados y de corteza roja, con hojas alternas de bordes irregularmente aserrados.

Gráfico 1. Producción nacional de Rosa de Jamaica en Guatemala.



(MAGA,2016)

La Rosa Jamaica es un producto potencial de exportación. Japón, Estados Unidos de América y Alemania, en conjunto tienen un consumo per cápita de 2.5 kg de Jamaica al año, y demandan arriba de las 15 mil toneladas anuales. Por lo general, solicitan cotizaciones a CIF (costo seguro y flete). Con base en una encuesta de importadores de jamaica convencional en Estados Unidos y Alemania, se han determinado precios CIF aproximados por tonelada métrica de entre \$7,300 USD a \$11,620 USD.

Cuadro 2. Cosecha anual de Rosa de Jamaica.

Año	Producción anual (Toneladas)
2010	697
2011	797
2012	844
2013	928
2014	1021
2015	1123
2016	1236

(MAGA, 2016)

Aproximadamente de 10kg de cálices frescos se obtiene 1kg de cálices secos. En el que se requiere un porcentaje de humedad entre 5% y 10%, para luego ser almacenado en costales de 20kg. Por medio de eso se logra la conserva de los cálices por varios meses previo a su comercialización.

Actualmente la mayoría de los productores de Rosa de Jamaica no tienen un lugar adecuado de almacenamiento de los cálices secos, ya que no tienen la posibilidad económica para almacenar el producto en bodegas con las características deseadas. Al no contar con esa infraestructura la merma oscila entre un 10% y un 20% del total almacenado.

Figura 1. Almacenamiento de Rosa de Jamaica.



(Hernández, 2010)

Una de las principales formas de la elaboración de la Rosa de Jamaica es por medio del extracto de Jamaica diluido, este proceso consiste en poner contacto los cálices de Jamaica con agua calientes, para la extracción de materiales que imparten el sabor, como lo son:

- Ácidos grasos
- Azúcares
- Compuestos aromáticos
- Color (producido por antocianinas)

En el proceso de extracción ocurre una rehidratación de los cálices los cuales recuperan un porcentaje de humedad perdida durante la deshidratación, el porcentaje de humedad recuperado es de 312% del peso inicial, regularmente en la industria esta merma es desechada y no es utilizada para la elaboración de subproductos, ya que después de infusión realizada con los cálices de Rosa de Jamaica esta pierde sus propiedades nutricionales.

Del cultivo de Rosa Jamaica dependen 15 mil productores, perteneciendo el 40% a Baja Verapaz (Granados y El Chol), 30% de Huehuetenango (Jacaltenango y Nentón) y el resto del país. Se benefician además 46,550 productores indirectos que participan en la cadena productiva de Rosa de Jamaica (Carvajal, 2015).

Entre los principales usos industriales de la Rosa de Jamaica se encuentra el extracto de las flores de Jamaica para utilizarlo como colorantes naturales para los alimentos, en emulsiones para las bebidas y en la preparación de mermeladas y gelatinas, este da una coloración rojo brillante y placentero con un sabor ácido. La cocción de las flores también se usa como un sustituto del té o el café por personas que sufren de problemas de salud. La Jamaica, por su fibra y cálices, se emplea asimismo en la manufactura de cordajes y canastas, así como en la preparación de bebidas refrescantes (Carvajal, 2015).

La semilla constituye una fuente excelente de aceite de cocina. Los tallos tiernos, hojas y cálices se usan en la preparación de sopas y salsas. Los cálices se ocupan en preparados que se consumen como sustitutos de la carne. Las flores y frutos carnosos se utilizan en infusiones farmacéuticas para aliviar los síntomas de bronquitis y tos (Carvajal, 2015).

5. Piña. En Guatemala se cultivan 2 variedades de piña la Cayana Lisa y la MD2, en Guatemala a nivel industria se utilizar la cayenna Lisa, por lo que el estudio será dirigido a esta variedad.

La piña MD2 es de color amarillo, que crece sin espinas y sobre todo tiene tolerancia a ciertas plagas y enfermedades. Sus flores son de color amarillo con peso promedio de 1.8 a 2.0 kilos por fruto. También es conocida como “golden Ripe”, “Extra Sweet”, y “Maya Gold”, es un híbrido desarrollado por el Instituto de Investigaciones de Hawái y por la multinacional Del Monte. (Pac, 2005)

Esta especie es la más común como venta de fruta fresca, está compuesta por hojas verde oscuro con manchas. Su fruto maduro es de gran tamaño, de color rojizo y de colores amarillo oro. Esta variedad tiene un contenido de azúcar de 13<sup>o</sup>Brix, en el que la mayor parte de sus es sacarosa y fructosa. Debido a su alto contenido de azúcar es una variedad que tiende a fermentarse, por esa razón es una variedad que no se utiliza en la industria.

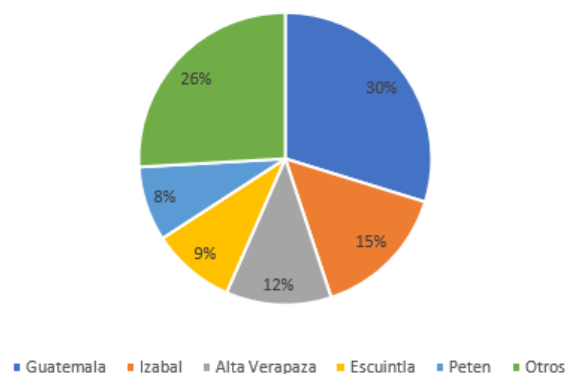
Actualmente la piña en Guatemala es un producto de suma importancia para la economía del país, en el año 2015 registro un crecimiento de 100 hectáreas, por la calidad de cosecha del producto la piña es exportada a México, El Salvador y Honduras. (Gándara, 2016)

En tiempo de cosecha los agricultores recogen alrededor de 60 mil piñas diarias, durante el 2015 se tuvo una producción anual de 5 millones 561 mil 73 quintales de piña. Del año 2008 al 2015 se tuvo un crecimiento 23.58%. (Gándara, 2016) De acuerdo a la FAO la piña al momento de la cosecha se tiene un desperdicio equivalente a 9.55%, en el cual 6.4% es provocado por daños físicos y el 3.15 es provocado por una mala manipulación.

Entre los principales problemas que da la piña es el rastrojo producido, ya que es un producto que en la actualidad no se aprovecha y equivale a un 38% del peso de la piña. Normalmente el rastrojo de la piña es mezclado con tierra para producir abono, pero debido a la humedad de la planta propicia la reproducción de la mosca paletera, la cual es una mosca que se alimenta de la sangre del ganado y la enferma. (Fonseca, 2009) Debido a ese problema los agricultores prefieren tratar dicho desperdicio por medio de herbicidas y quemarlo, lo cual provoca una contaminación ya que en los gases producidos llevan herbicidas los cuales provocan que su alrededor se contamine (Gandara,2016).

La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Guatemala (36%), Izabal (14%), Escuintla (11%) y los demás departamentos de la República suman el (39%) restante. El 74.4% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 5 departamentos: Guatemala (29.9%), Izabal (15.2%), Alta Verapaz (11.7%), Escuintla (9.3%) y Petén (8.3%) (Maga, 2016).

Gráfico 2. Producción nacional de piña en Guatemala.



(MAGA, 2016)

Cuadro 3. Cosecha anual de Rosa de Jamaica.

Año	Producción anual (Toneladas)
2007	4509
2008	4500
2009	5266
2010	5166
2011	5366
2012	5368
2013	5390
2014	5720
2015	5880
2016	6040

(INE, 2016)

## B. Aprovechamiento de descarte por la industria alimentaria

1. Palmito. A las industrias procesadoras de palmito se las ha clasificado en el grupo de los vegetales frescos y procesados. El aprovechamiento del tallo está dado como: Palmito aprovechable 50%; Alimento Animal 16% y Desecho 34%. Sin embargo, los desechos son conocidos por su alto contenido de fibra. El conocimiento de las propiedades de los residuos fibrosos del palmito permite seleccionar la fibra adecuada a las funciones específicas que se requieran en los diferentes sistemas alimenticios. El subproducto del palmito incrementa el contenido de fibra dietética en los alimentos en los cuales es añadido, lo cual mejora la salud digestiva del consumidor, ayudándolo a un mejor tránsito intestinal. Estudios han señalado que la aplicación de la fibra de palmito depende principalmente del color del producto al cual será añadida, controlando la cantidad a agregar para que no se afecten las propiedades ópticas, evitándose así el rechazo del producto (Bayas, 2010).

Guatemala es un país en el cual la alimentación no es correctamente orientada. La falta de conocimiento hace que el poblador se alimente con lo que tiene a disposición de acuerdo a su economía, sin considerar si estos alimentos son o no los adecuados para cubrir sus necesidades nutricionales. Por esta razón, es necesario descubrir alternativas nuevas que permitan mejorar la dieta básica del consumidor, sin afectar considerablemente su economía (Vásquez, 2002). Las harinas elaboradas a partir del descarte del palmito son una buena alternativa y han ganado atención como un ingrediente noble y una fuente económica para funcionar como ingrediente funcional en diversos productos alimenticios, y aunque su elaboración representa un costo para el productor, su uso tiene un efecto positivo en el ambiente y en la salud de los consumidores (Bolanho, 2015).

Los subproductos ricos en fibra del palmito pueden incorporarse en productos alimenticios como agentes económicos, no calóricos, para la sustitución parcial de harina, grasa o azúcar, como potenciadores de retención de agua y aceites y para mejorar la emulsión o la estabilidad oxidativa. Además, por poseer color, olor y sabor neutro, están siendo utilizados indistintamente en productos salados o dulces ya que no afectan las propiedades sensoriales de estos han sido usados, idealmente, en la elaboración de la masa de alimentos tradicionalmente fritos como empanadas de harina, plátano, yuca y morocho (Cruz, 2015). Los subproductos del palmito también han sido utilizados en productos de panadería, productos lácteos, jamones, carne procesada y sopas deshidratadas debido a que pueden modificar la textura del producto, evitar la sinéresis y aumentar la vida de anaquel, al mismo tiempo que favorecen la salud del consumidor gracias a su alto contenido de fibra (Cervejeira, 2014).

Por otro lado, del descarte del pseudotallo de la palma puede obtenerse un material similar a la madera. Como residuo del proceso de manufactura de este material, y luego de colectar el corazón de la palma, se obtiene un material fibroso. Este material presenta alta fuerza de tensión, comparado con la fibra extraída de otras palmas como la palma Coir y Leopoldinia Piassaba. Su fuerza de tensión le brinda un gran potencial para ser utilizado para reforzar matrices poliméricas y para producir paneles aglomerados con buenas propiedades mecánicas (Temer, 2012).

De las hojas de la palma se obtiene un colorante que generalmente se utiliza para teñir tejidos. En plantaciones, las hojas y partes del tallo que no son utilizadas, se emplean como fertilizantes orgánicos. Mientras que la cáscara del fruto constituye un remedio popular contra enfermedades hepáticas.

2. Zanahoria. En Guatemala, la mayoría de la población se encuentra viviendo en pobreza, lo que ha llevado a que exista una desnutrición crónica en niños, como es el caso de Sololá, donde el 72.3% de los niños sufren esta condición. En el año 2009 se reportó que existía una merma del 8% de la producción total del cultivo de zanahoria, por lo que se implementaron medidas para reducir las pérdidas de alimento, lograr así generar ingresos económicos y ofrecer productos alimentarios nutritivos para la población. El proceso implementado en Sololá consistió en la recolección, procesamiento, extracción, pasteurización y envasado del jugo. Además, se trabajó en la obtención de harina a partir de la pulpa de zanahoria, utilizando la maquinaria apropiada para lograrlo. Con la mecanización de los procesos, las pérdidas reportadas se redujeron al 2.5% de la producción, y cuando se estableció y puso a funcionar una fábrica de jugos en el año 2013, la merma se redujo a menos del 1%. Los resultados de este proceso permitieron confirmar que cuando se tiene un proceso establecido adecuado y se cuenta con la maquinaria necesaria, se logra una reducción de pérdidas en la etapa de producción y procesamiento, obteniendo además productos con beneficios para la nutrición (FAO, 2015).

Similar a lo que se está planteando en Guatemala, en Argentina existe una iniciativa para reducir el descarte de zanahorias que no se comercializan por su tamaño o forma, por lo que investigadores en la Universidad Nacional del Litoral diseñaron un proceso para aprovecharlas y evitar que se transformen en un contaminante ambiental. El proceso que se propone es lograr la extracción de los carotenos que le dan a esta hortaliza su color naranja característico, para utilizarse como colorante en la industria alimenticia. Otra forma de aprovechamiento es la producción de biocombustibles, algo que se puede lograr debido a que las zanahorias son ricas en azúcares, pueden fermentarse y formar alcoholes aprovechables como bioetanol (DICYT, 2012).

3. Pulpa de café. En los países productores de café, los residuos y subproductos del café constituyen una fuente de grave contaminación y problemas ambientales. Es por ello que a mediados del siglo XX se comenzaron a realizar pruebas para utilizar dichos residuos como materia prima para la producción de piensos, bebidas, vinagre, biogás, cafeína, pectina, enzimas pépticos, proteína y abono. El ensilaje de la pulpa de café es una alternativa válida a la de manipular y almacenar las enormes cantidades de pulpa que se producen en las fábricas y beneficios. La inclusión de ensilaje de pulpa de café en el régimen alimenticio de algunos animales de granja podría contribuir a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en los países en desarrollo (Rathinavelu, 2005).

La pulpa de café contiene cafeína, lo cual se ha visto como un factor negativo respecto a su utilización como pienso animal. Sin embargo, con un leve drenaje de la pulpa inoculación con aditivos comerciales de ensilaje y envase en forros de plástico, puede conseguirse en 3 a 4 meses un pienso adecuado para forraje de ganado, lo cual puede traer ingresos suplementarios fuera de temporada (Rathinavelu, 2005).

El efecto fisiológico de la cafeína puede causar en rumiantes y ratas un aumento en la actividad motora. El resultado de dicha actividad puede ser un aumento en el uso de la energía que tendría como efecto final en el descenso en la ganancia de peso y en la eficiencia de conversión. Tanto la cafeína como el ácido clorogénico actúan de manera conjunta (Noriega, 2007). Entre los efectos que causan los elevados contenidos de cafeína se encuentran la sed del animal y el incremento en la evacuación urinaria que trae como consecuencia la excreción del nitrógeno (Noriega, 2007).

La pulpa de café es relativamente alta en azúcares, por lo que se ha utilizado como sustrato para el crecimiento microbiano, especialmente fúngico. Se ha considerado un excelente sustrato para especies como *Aspergillus oryzae*, *Bacillus megatherium*, y *Saccharomyces carevisae* (Braham; Bressani, 1979).

Por otro lado, el alto contenido de agua en la pulpa representa una de las desventajas en su utilización debido a que dificulta el transporte, manejo, procesamiento y uso directo en la alimentación animal; sin embargo, su composición química favorece su uso como ingrediente en la dieta de los animales (Noriega, 2007).

Debido al alto volumen de pulpa generada como consecuencia de la actividad cafetalera, se han realizado estudios para evaluar la factibilidad de su utilización como combustible directo. Se ha evaluado su aprovechamiento en la producción de biogás y bioetanol (Rodríguez, 2010).

El biogás es una mezcla gaseosa constituida por metano, en una proporción que oscila entre 50 y 80%, y gas carbónico, con pequeñas trazas de vapor de agua, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, monóxido de carbono, nitrógeno, oxígeno y trazas de compuestos orgánicos; y se origina por la degradación de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. Por otro lado, el bioetanol se obtiene por fermentación de medios azucarados hasta lograr un grado alcohólico, después de fermentación, en torno al 10-15%, concentrándose por destilación para la obtención del denominado “alcohol hidratado” (4-5% de agua) o hasta llegar al alcohol absoluto (99.4% de pureza), tras un proceso de deshidratación (Rodríguez, 2010).

Considerando que el poder calorífico de la gasolina es de 34 MJ/L, se tendría que la energía disponible en los subproductos del café generados por 1 ha/año, es equivalente a la contenida en 513 gal de gasolina. Dicha energía, por provenir del campo, es renovable y tiene un gran valor económico en la actualidad, dada la inestabilidad de los precios de combustibles provenientes de fuentes fósiles (Rodríguez, 2010).

4. Rosa de Jamaica. Actualmente la rosa de jamaica se distribuye en dos presentaciones, como una hoja deshidratada y como concentrado de esta hoja. Tanto en la industria alimentaria, como en los hogares los cálices después de realizar la infusión son desechados.

Del aprovechamiento que se les da a los cálices de rosa de jamaica, después de la infusión realizada son:

- Abono orgánico
- Alimento para aves
- Mermelada
- Cordones (Elaborados con la fibra)
- Ingrediente en la gastronomía (Urbina,2009)

5. Piña. En la actualidad se han buscado alternativas para tratar el rastrojo de piña, del peso total de la piña un 38% equivale de cascara. Entre las principales alternativas que se han tratado para reducir el desperdicio de la piña, se encuentra:

- Alimento para ganado: Actualmente se realizan mezclas con desperdicios de otras plantas, como alternativa de alimentación al ganado. Ya que esto puede proporcionarle a la res un 7.5% de proteína cruda, un 11% de fibra cruda y un contenido de energía de 59%. Debido a su bajo contenido de proteína, no es un alimento que se debe considerar como fuente de proteína si no como una fuente de carbohidratos, de energía inmediata (López, 2014).

- **Cuero vegetal:** Es una tela producida a partir de la fibra de hojas de piña. Esta es una alternativa ecológica, sostenible y alternativa del cuero de animal utilizada (Ecoinventos, 2017).
- **Energía:** Esta es una alternativa que propone convertir el rastrojo en biomasa, para la producción de energía. En comparación con el bagazo de caña el rastrojo de piña puede llegar a producir hasta un 50% más de energía (García, 2013).

## V. MARCO TEÓRICO

### A. Palmito

1. Información general palmito. El palmito es un producto, típicamente tropical, que se obtiene del corazón o centro de una palma erecta que proviene de palmeras de distintas variedades del género *Bactris gasipaes*. Es una palma mono o multicaule, de 7 a 20 metros de altura, presentando de 7 a 20 hojas terminales pendientes hacia los lados. Este cultivo presenta un rápido crecimiento, de 1.5 a 2 metros por año, y la producción de frutos inicia de 3 a 5 años después de su plantación. Esta palma puede vivir entre 50 a 75 años. Esta palma se cultiva para la producción de palmitos y frutos, siendo un producto muy apreciado como componente de ensaladas (Valencia, R & *et.al.*, 2013).

Esta especie se encuentra adaptada a un amplio rango ecológico en regiones tropicales y subtropicales, con un rango óptimo de crecimiento en regiones por debajo de los 800 metros de altitud, sin estacionalidad y temperaturas promedio sobre los 24 y 28°C. (Valencia, R & *et.al.*, 2013). Se distribuye desde Nicaragua hasta Brasil, en zonas húmedas no inundables a menos de 1.300 msnm (Camacho, 1989).

2. Composición nutricional. Se ha identificado que el palmito cuenta con propiedades saludables. Sin embargo, es importante su adaptación a los gustos y preferencias de la población para que sea incorporado con más naturalidad a las diferentes preparaciones de alimentos (López, 2012). A continuación, se presenta la composición nutricional de este producto.

Cuadro 4. Composición nutricional del palmito.

Componente	Valor (%)
Humedad	91.43
Proteínas	3.21
Fibra	0.57
Grasa	0.75
Cenizas	1.04
Carbohidratos	2.0

(Tapicha, 2000)

Además, este alimento es considerado una rica fuente de minerales como sodio, potasio, magnesio, calcio, fósforo, hierro, zinc, cobre, boro y silicio. Varios autores afirman que el valor nutricional y la composición del palmito es similar a la del repollo (Vásquez, 2002).

La parte que cubre el corazón del palmito y la parte ubicada debajo de la porción comestible de éste presenta un alto contenido de fibra dietética, aproximadamente del 62-71%. La ingesta de alimentos con alto contenido de fibra dietética se ve asociada a varios efectos fisiológicos y metabólicos como: incremento de la masa fecal, brinda un ambiente favorable para la multiplicación de la microbiota intestinal y previene y controla la obesidad, aterosclerosis, enfermedades coronarias, cáncer colon rectal y diabetes (Bolanho, 2015).

3. Producción. En América Central, el cultivo del palmito se extiende predominantemente en la región caribeña, donde se adapta bastante bien. Debido a que su origen es en suelos de baja fertilidad, su fertilización no representa un alto costo; sin embargo, su crecimiento es más vigoroso mientras más fértil sea el suelo en que se desarrolla. Entre las principales limitaciones que presenta es el no soportar un mal drenaje o un exceso de luz (Vásquez, 2004).

4. Enfermedades de la palma. Hasta el momento, según estudios realizados en Costa Rica desde 1972, existen 27 patógenos identificados que afectan la calidad del palmito. Se han reportado pudriciones que son ocasionadas por *Erwinia* o por *Phytophthora*, así como manchas negras del follaje que son causadas por *Colletotrichum sp.* las cuales representan un problema moderado para el cultivo. Además, existen plagas que ocasionan una pérdida de calidad, como lo son la taltuza, un roedor subterráneo que se come el rizoma. También se ha reportado el ataque de coleópteros procedentes de banano o coco tales como el *Rhynchophorus palmarum* y el *Metamasius hemipterus*, de los cuales se sospecha existe una relación directa con la enfermedad del añublo bacteriano. En general, el cultivo del palmito se encuentra afectado por una serie de problemas principalmente fitosanitarios que disminuyen tanto su producción como comercialización (Vásquez, 2004).

## B. Zanahoria

1. Información general zanahoria. La zanahoria es una hortaliza perteneciente a la familia *Umbelliferae*, especie *Daucus carota*. Es una planta de estación fría, con un crecimiento óptimo entre los 15-25°C, humedad entre 70-80% y un pH de suelo entre 6.5-7.5. Es una planta originaria de Eurasia y el norte de África, que además se encuentra ampliamente distribuida por todas las regiones templadas del hemisferio norte. La zanahoria se refiere a la raíz pivotante engrosada de la planta, con un color naranja característico, aunque existen variedades de color amarillo o morado, que puede llegar a tener hasta 1.5m de altura. Esta hortaliza es considerada como una fuente de fibra, vitamina A, minerales y carotenoides (Gaviola, 2013).

En Guatemala se cultiva principalmente el tipo *Bangor* y *Chantenay*, la cual es una zanahoria medio larga y gruesa, que llena los requerimientos de la gran mayoría de agricultores y consumidores. Estas variedades se caracterizan por tener un largo aproximado de 20-25 cm, un diámetro aproximado de 4.5 cm y un color naranja intenso (Herrera, 2008).

2. Calidad de zanahorias. A pesar de que existen muchas propiedades visuales y organolépticas que diferencian las distintas variedades de zanahoria que existen, en general existen distintos parámetros de calidad que se deben cumplir para que esta sea aceptada por el mercado y el posterior consumidor. Entre estas características se encuentra la firmeza, ya que estas no deben estar flácidas. Además, deben ser rectas y tener un adelgazamiento uniforme, y tener una coloración naranja brillante. Además, debe tener ausencia de residuos de raicillas laterales y de “corazón verde”, lo que se da por exposición a luz solar durante la fase de crecimiento. Respecto al sabor, esta debe tener un bajo amargor, alto contenido de humedad y azúcares reductores (Herrera, 2008).

Cuadro 5. Principales desórdenes físicos observados en la zanahoria.

Fisiopatía	Descripción
Magulladuras, perforaciones y puntas quebradas	Son señales de un mal manejo del cultivo
Brotación	Se da cuando las zanahorias desarrollan nuevos tallos luego de ser cosechadas, dándose principalmente si no se tiene un manejo de bajas temperaturas en la postcosecha
Raíces blancas	Se da por condiciones de producción subóptimas que resultan en rayas o parches de bajo color en las raíces
Amargor	Puede resultar por estrés pre-cosecha, frecuencia inadecuada de riesgo o exposición a etileno procedente de cámaras de maduración o mezclas con otros productos
Daño por congelamiento	Resulta cuando se tienen temperaturas de $-1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ o inferiores, y generalmente exhiben un anillo externo de tejido infiltrado visto en forma transversal
Blanqueamiento	Debido a la deshidratación de los tejidos cortados o pelados por abrasión, siendo un problema en zanahorias cortadas frescas

(Intecap, 2010)

3. Composición nutricional. La zanahoria contiene una cantidad importante de carbohidratos y un alto contenido de fibra insoluble y soluble. El aspecto nutricional más destacable de esta hortaliza es su alto contenido de vitamina A y carotenoides que presentan actividad pro vitamínica A, la cual es una vitamina importante para el buen funcionamiento de la retina, el buen estado de la piel y mucosas. Respecto a la vitamina A, una zanahoria de tamaño mediano es capaz de cubrir el 89% de las necesidades diarias de esta vitamina para hombres de 20-39 años, y el 112% para mujeres de la misma edad. Además de la vitamina A, se encuentran presentes en cantidades más discretas la vitamina C y B<sub>6</sub>, además de minerales como hierro, yodo y potasio (Riera, 2012).

Cuadro 6. Composición nutricional de la zanahoria.

Componente	Por 100 g de porción comestible
Energía	40 kcal
Proteínas	0.9 g
Lípidos totales	0.2 g
Hidratos de carbono	7.3 g
Fibra	2.9 g
Agua	88.7 g
Calcio	41 mg
Hierro	0.7 mg
Yodo	9.0 µg
Magnesio	13 mg
Zinc	0.3 mg
Sodio	77 mg
Potasio	155 mg
Fósforo	37 mg
Selenio	1.0 g
Tiamina	0.05 mg
Riboflavina	0.04 mg
Eq. Niacina	0.6 mg
Vitamina B6	0.15 mg
Folatos	10 µg

Continuación cuadro 6. Composición nutricional de la zanahoria.

Componente	Por 100 g de porción comestible
Vitamina B12	0.0 µg
Vitamina C	6.0 mg
Vitamina A	1.346 µg
Vitamina D	0.0 µg
Vitamina E	0.5 mg

(Riera, 2012)

4. Producción en Guatemala. En Guatemala, existen alrededor de 7,830 fincas dedicadas a la producción de esta hortaliza según datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria realizada por el INE en el año 2008, con aproximadamente 1,960 hectáreas distribuidas en toda la región. Los departamentos con la mayor producción son el departamento de Chimaltenango, con una producción de 344,786 quintales, seguido por Sololá con 151,085 quintales, seguido por Sacatepéquez, Quetzaltenango y por último Jalapa. La producción total de zanahoria registrada según esta encuesta fue de 702,185 quintales como el total de la República en el año 2008. Respecto a la exportación de este producto, según cifras registradas por el Banco de Guatemala, en el año 2009 se exportaron 6,504.82 toneladas métricas de este producto, lo cual representa el 11.47% del total producido en ese año, siendo Estados Unidos, El Salvador y Honduras los principales mercados (Intecap, 2008).

Cuadro 7. Resumen de producción de zanahoria en Guatemala.

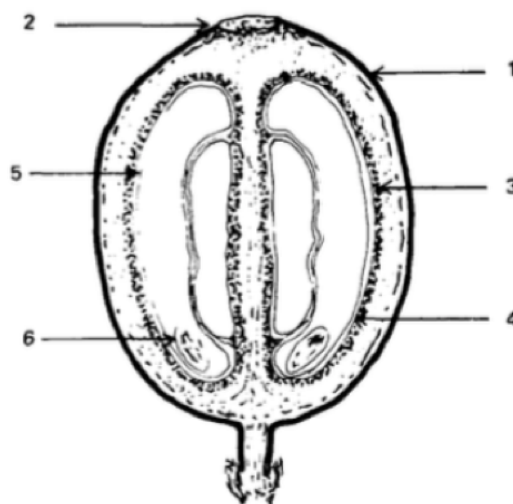
Producto	Área cosechada (hectáreas)	Producción (Tonelada métrica 2009)	Exportación (Tonelada métrica)
Arveja china	6,510.00	43,693.13	40,380.98
Brócoli	6,930	91,345.73	37,647.11
Tomate	10,290.00	372,446.49	24,149.41
Cebolla	3,780.00	124,738.50	22,630.22
Zanahoria	1,960.00	56,699.32	6,504.82
Chile pimiento	1,960.00	45,813.05	3,662.26
Mini vegetales			30,2 millones

(Intecap, 2008)

## C. Pulpa de café

1. Anatomía del fruto de café. La fruta del café, llamada también cereza, está compuesta por una piel externa dura o pericarpio, usualmente verde en frutos no maduros, el cual se torna rojo violeta o rojo oscuro cuando el fruto madura. El pericarpio cubre la pulpa amarillenta, fibrosa y dulce, llamada también mesocarpio. Seguidamente se encuentra una capa translúcida, sin color, delgada, viscosa y altamente hidratada, conocida como mucilago o capa de pectina. Luego se encuentra el delgado endocarpio de color amarillo, llamado también pergamino. Finalmente, se encuentra una piel que cubre cada hemisferio del grano (Esquivel, 2011).

Figura 2. Sección longitudinal de fruto de café (*Coffea arabica*): 1. Eriocarpio; 2. Disco o centro; 3. Mesocarpio; 4. Endocarpio; 5. Piel plateada o espermoderma; 6. Embrión.



(Braham; Bressani, 1979)

2. Composición de pulpa de café. La pulpa de café es el primer producto obtenido durante el procesamiento, y representa cerca del 29% del peso de toda la cereza, sobre base seca. Valores representativos de la composición química de la pulpa fresca, deshidratada y fermentada, se muestran en la siguiente tabla, los cuales pueden variar según la variedad de café, localización y prácticas agrícolas (Braham; Bressani, 1979):

Cuadro 8. Composición química (%) de la pulpa de café.

	Fresca	Deshidratada	Naturalmente fermentada y deshidratada
Humedad (%)	76.7	12.6	7.9
Materia seca (%)	23.3	87.4	92.1
Extracto etéreo (%)	0.48	2.5	2.6
Fibra cruda (%)	3.4	21.0	20.8
Proteína cruda (%)	2.1	11.2	10.7
Cenizas (%)	1.5	8.3	8.8
Extracto libre de nitrógeno (%)	15.8	44.4	49.2

(Braham; Bressani, 1979)

Los componentes orgánicos encontrados en la pulpa de café son de interés en términos de su uso potencial como materia prima industrial y para alimentación animal, y se consideran responsables de la contaminación generada por la pulpa. En la siguiente tabla se muestran valores reportados en la literatura (Braham; Bressani, 1979):

Cuadro 9. Componentes orgánicos presentes en pulpa de café.

Componente	Contenido en base seca (%)
Taninos	1.80-8.56
Sustancias totales pécticas	6.5
Azúcares reductores	12.4
Azúcares no reductores	2.0
Cafeína	1.3
Ácido clorogénico	2.6
Total de ácido cafeico	1.6

(Braham; Bressani, 1979)

Los taninos condensados (proantocianidinas) también son constituyentes importantes de la pulpa de café fresca. Su concentración incrementa durante el secado y es mayor en las variedades de café amarillo que en las rojas (Esquivel, 2011).

El término “tanino” se define como “cualquier compuesto de suficiente peso molecular que contiene suficientes hidroxilos y otros grupos funcionales como carboxilos, para formar complejos con proteína y

otras macromoléculas. Los taninos condensables son un grupo de polifenoles bioflavonoides naturales, que toman formas específicamente de oligómeros o polímeros de unidades de polihidroxi flavan-3-ol, como catequinas y epicatequinas. Se ha estudiado que la ingesta diaria de catequinas y proantocianidinas está estimada entre 18-50 mg/día, siendo las principales fuentes el té, chocolate, manzanas, peras, uvas y vino rojo, así como algunos granos, entre ellos el sorgo y las legumbres (Kumari, 2012).

La mayoría de los estudios recientes realizados sobre los efectos antinutricionales de los taninos se han centrado en el ácido tánico y otros taninos hidrolizables. Dichos efectos antinutricionales son concernientes, sin embargo, éstos compuestos presentan también beneficios a la salud debido a su propiedad antioxidante. Los taninos se han considerado cardio protectores, antiinflamatorios, anticarcinogénicos, antimutagénicos, entre otros. Dichos efectos protectores están relacionados a su capacidad a actuar como captadores de radicales libres y activar enzimas antioxidantes. Se ha observado que tienen la capacidad de mejorar la recepción de glucosa por medio de mediadores de las vías de señalización de la insulina por medio de enzimas. La reducción del índice glicémico ocasionado por los compuestos fenólicos ha sido atribuido a dicha acción (Kumari, 2012).

Estudios experimentales y clínicos han mostrado que las proantocianidinas tiene efecto antioxidante, antinociceptivo y cardioprotector, sin mostrar efectos significativamente tóxicos. Dichos estudios también han descrito la capacidad de los taninos para mejorar la absorción de glucosa e inhibir la adipogénesis, por lo que se han considerado como medicamentos potenciales para el tratamiento de diabetes mellitus no insulina dependiente (Kumari, 2012).

Se ha estudiado que los taninos presentes en el té verde tienen múltiples beneficios para la salud, incluyendo la reducción en el riesgo a contraer cáncer y enfermedades cardiovasculares. Las catequinas son protectoras de la radiación, lo cual evita la formación de tumores. Así mismo, las catequinas tienen actividad antimutagénica contra mutaciones espontáneas e inducidas químicamente. Dichos compuestos tienen la capacidad antioxidativa para inhibir la oxidación del colesterol LDL y el contenido de grasa corporal, lo cual reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Kumari, 2012).

Por otro lado, se ha revisado también los posibles efectos negativos de los taninos sobre la salud. Estos efectos incluyen la formación de complejos como proteínas, carbohidratos y minerales, así como su efecto pro-oxidante a altas concentraciones. Estos compuestos tienen la capacidad de unirse fuertemente a proteínas ricas en aminoácidos como prolina, glicina y ácido glutámico y péptidos, por dos interacciones importantes: puentes de hidrógeno e interacción hidrofóbica. Dichas interacciones provocan la disminución en la biodisponibilidad de las proteínas para que puedan ser absorbidas por el organismo. Así mismo, pueden unirse a macronutrientes como los carbohidratos, lo cual puede interferir negativamente en la salud (Vázquez, 2012).

Otra de las desventajas que presentan los taninos es su interacción con minerales divalentes como el hierro no hemático, inhibiendo la absorción de los metales, lo que puede llegar a ser un problema en poblaciones con incidencia de anemia o vegetarianos. Esto se complica cuando la fuente de taninos son té o vino, deficientes en vitamina C, ya que ésta incrementa la absorción de hierro no hemático (Vázquez, 2012).

Se ha determinado que los efectos benéficos o nocivos de los compuestos fenólicos dependen de la cantidad en que son ingeridos. Sin embargo, aún no se ha determinado un valor de ingesta recomendada, debido a las diferencias de cultura y dieta entre los seres humanos, lo cual evita determinar con exactitud una dosis exacta ingerida. Además, los hábitos alimenticios actuales no permiten la ingesta de grandes cantidades de taninos, como el remojo de los frijoles antes de su cocción, por ejemplo. La influencia de la matriz en que se administran los polifenoles es importante; aquellos que se obtienen de fuentes alimenticias son mucho más seguros que los que se ingieren como suplementos, los cuales generalmente son extraídos de fuentes como resinas o cortezas de árbol (Vázquez, 2012).

En la pulpa de café se han determinado pequeñas cantidades de taninos insolubles condensables, los cuales constituyen 0.8-2.8% de *C. Arabica* y *C. Canephora*. Sin embargo, se ha observado que sumergir la pulpa en agua y proveer un tratamiento con soluciones alcalinas, ensilaje con melaza, e inoculación con diversos microorganismos, son formas de reducir el contenido de taninos. Así mismo, el almacenamiento de la piel y pulpa deshidratada puede provocar una disminución lineal del contenido de taninos, aproximadamente del 39% por año (Farah, 2006).

La cafeína es conocida por incrementar el sentido de alerta por medio de la estimulación del sistema nervioso central, y por aumentar la circulación sanguínea y respiración, siendo probablemente la principal razón de la popularidad del café. Otros posibles efectos beneficiosos de la cafeína incluyen la mejora del estado de ánimo y del rendimiento durante la actividad física y tiempo de reacción, así como la reducción de síntomas asociados con la enfermedad de Parkinson (Esquivel, 2011).

Sin embargo, se han atribuido efectos negativos también a la cafeína, como insomnio y adicción leve, lo cual ha impulsado el desarrollo de la industria de café descafeinado. Altas dosis de cafeína pueden causar ansiedad, inquietud, tensión, nerviosismo y agitación psicomotora; usos prolongados de este alcaloides pueden incrementar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, con diferencias individuales en la respuesta a la cafeína, probablemente relacionado a factores genéticos (Esquivel, 2011).

Respecto a su contenido mineral, la siguiente tabla muestra el contenido promedio de minerales en la fracción de cenizas de la pulpa de café. El alto contenido de potasio puede impedir su utilización como alimento para animales (Braham; Bressani, 1979).

Cuadro 10. Contenido de cenizas y minerales en pulpa de café.

Componente	Concentración
Cenizas (g%)	8.3
Ca (mg%)	554
P (mg%)	116
Fe (mg%)	15
Na (mg%)	100
K (mg%)	1765
Mg	Trazas
Zn (ppm)	4
Cu (ppm)	5
Mn (ppm)	6.25
B (ppm)	26

(Braham; Bressani, 1979)

Los mayores constituyentes de las fracciones de carbohidratos en una base seca han sido reportados como: 27.65% celulosa, 12.40% azúcares reductores como glucosa, 2.02% azúcares no reductores, y 6.52% de sustancias totales pécticas. El fraccionamiento de la pared celular y de polisacáridos estructurales de la pulpa de café por medio del método Van Soest, indica un contenido de 63% de materia celular, lo cual sugiere que el material es relativamente alto en nutrientes. Los niveles de lignocelulosa (17.7%), lignina (17.5%), y hemicelulosa (2.3%), indican que la pulpa es superior a muchos otros alimentos. Sin embargo, 3% de la proteína se encuentra en una forma lignificada, lo cual indica que probablemente no es proteína disponible (Braham; Bressani, 1979).

En la siguiente tabla se muestra la composición de aminoácidos esenciales y no esenciales de la proteína cruda de café. Los datos indican que la proteína de la pulpa tiene niveles similares o más altos de aminoácidos que otros productos como harinas de semilla de algodón o de soya. Así mismo, la pulpa de café presenta concentraciones más altas de aminoácidos que el maíz. Por otro lado, la pulpa de café es deficiente en aminoácidos azufrados. Se requiere más investigación sobre la composición de aminoácidos en la pulpa, así como la biodisponibilidad de dichos compuestos (Braham; Bressani, 1979).

Cuadro 11. Contenido de aminoácidos (g/16g N) en pulpa de café.

	Pulpa de café	Maíz	Semilla de soya	Semilla de algodón
Lisina	6.8	1.7	6.3	4.3
Histidina	3.9	2.8	2.4	2.6
Arginina	4.9	3.1	7.2	11.2
Treonina	4.6	3.3	3.9	3.5
Cisteína	1.0	1.0	1.8	1.6
Metionina	1.3	1.6	1.3	1.4
Valina	7.4	5.0	5.2	4.9
Isoleucina	4.2	4.3	5.4	3.8
Leucina	7.7	16.7	7.7	5.9
Tirosina	3.6	5.0	3.2	2.7
Fenilalanina	4.9	5.7	4.9	5.2
Hidroxiprolina	0.5	---	---	---
Ácido aspártico	8.7	---	---	---
Serina	6.3	---	---	---
Ácido glutámico	10.8	---	---	---
Prolina	6.1	---	---	---
Glicina	6.7	---	---	---
Alanina	5.4	---	---	---

(Braham; Bressani, 1979)

La cascarilla del café está compuesta por la piel externa, la pulpa y el pergamino, resultantes del proceso seco. Ésta es rica en carbohidratos (35%), proteínas (5.2%), fibras (30.08%) y minerales (10.07%). En el proceso húmedo se genera un subproducto levemente diferente porque al presionar la fruta en el agua, por medio de un tamiz, se queda parte de la pulpa, mucílago y pergamino unidas al grano. La piel y pulpa tienen una composición similar a la cascarilla, proteína (7.5-15%), grasa (2.0-7.0%), y carbohidratos (21.0-32.0%) (Esquivel, 2011).

El uso directo de estos subproductos para alimentación animal no se ha logrado debido a factores antifisiológicos y antinutricionales como los taninos y la cafeína presentes. Sin embargo, la cascarilla, piel y pulpa, pueden ser un recurso de fitoquímicos para las industrias alimenticia y farmacéutica (Esquivel, 2011).

Entre los compuestos fenólicos que se han encontrado en la pulpa, por medio de HPLC, son ácido clorogénico (42.2% del total de compuestos fenólicos identificados), epicatequina (21.6%), ácido 3,4-dicafeoilquínico (5.7%), ácido 3,5-dicafeoilquínico (19.3%), ácido 4,5-dicafeoilquínico (4.4%), catequina (2.2%), rutina (2.1%), ácido protocatequínico (1.6%) y ácido ferúlico (1.0%) (Esquivel, 2011).

3. Procesamiento de café. La fruta del café, llamada también cereza, está compuesta por una piel externa dura o pericarpio, usualmente verde en frutos no maduros, el cual se torna rojo violeta o rojo oscuro cuando el fruto madura. El pericarpio cubre la pulpa amarillenta, fibrosa y dulce, llamada también mesocarpio. Seguidamente se encuentra una capa traslúcida, sin color, delgada, viscosa y altamente hidratada, conocida como mucílago o capa de pectina. Luego se encuentra el delgado endocarpio de color amarillo, llamado también pergamino. Finalmente, se encuentra una piel plateada que cubre cada hemisferio del grano (Esquivel, 2011).

El café se comercializa por lo general como grano verde, el cual es producido por un proceso seco o húmedo. En el proceso seco, las cerezas de café cosechadas se secan bajo el sol y luego se descascaran mecánicamente, por medio de lo cual se remueven el pericarpio, pulpa, mucílago y pergamino (Esquivel, 2011).

Por otro lado, en el proceso húmedo la flotación de cerezas dañadas y no maduras en el agua permite su separación de las cerezas maduras, las cuales se hunden. Posteriormente, el pericarpio y la pulpa de las cerezas hundidas, se remueven mecánicamente al presionar la fruta en el agua por medio de un tamiz. Lo que se obtuvo de dicho proceso puede ser llevado a una fermentación controlada de 12 a 48 horas, y ser lavado en tanques de concreto o por medio de lavado mecánico (Esquivel, 2011).

La remoción mecánica de la pulpa reduce la cantidad de agua utilizada, y en consecuencia, el agua contaminada; lo cual permite recuperar la fracción de mucílago que puede ser de interés industrial. Los granos resultantes todavía quedan cubiertos por el pergamino, el cual puede ser removido después del secado y descascarillado (Esquivel, 2011).

La producción de granos de café oro (verdes) genera varios subproductos dependiendo del método de procesamiento. El principal subproducto del proceso seco está compuesto por la piel, pulpa, mucílago y pergamino, los cuales constituyen una fracción única conocida como cascarilla. Por otro lado, en el proceso húmedo, es posible la recuperación de piel y pulpa en una fracción (43.2% w/w), mucílago y azúcares solubles en una segunda fracción, cuando no se utiliza la fermentación (11.8% w/w), y del pergamino (6.1% w/w) (Esquivel, 2011).

4. Cafeína. La cafeína, conocida también como teína, guaranina o mateína, es un constituyente natural presente en más de 60 especies de plantas. Es un polvo inodoro, incoloro y amargo. La cafeína (1,3,7-trimetilxantina) y los otros alcaloides metilxantínicos, como teobromina (3,7-dimetilxantina) y la teofilina (1,3-dimetilxantina), son derivados del grupo de xantinas, que a su vez se derivan de las purinas. Dichos compuestos se relacionan farmacológicamente con los psicoestimulantes (Pardo, 2007).

El café es el producto que contiene la mayor y variable cantidad de cafeína en la dieta (0.8-1.8%). La dosis de cafeína en el café depende de las diferencias genéticas de los granos así como del tiempo y forma de preparación de la bebida (entre 30 y 175 mg por 150 ml). El café descafeinado contiene entre 2 y 8 mg por 150 ml (Pardo, 2007)..

El té es el segundo producto en contenido de cafeína; su concentración oscila entre 20-73 mg/100 ml según el método de elaboración y tiempo de extracción. En el cacao, el contenido de cafeína es 0.4% y en el chocolate es de 5-20 mg/100 y depende del lugar de procedencia del cacao. En el siguiente cuadro se muestran las principales fuentes de cafeína en la dieta (Pardo, 2007).

Cuadro 12. Principales fuentes de cafeína.

	Volumen/peso	Contenido de cafeína (rango)	Contenido de cafeína (promedio)
<b>Café</b>			
Tostado	150 ml	64-124 mg	83 mg
Instantáneo	150 ml	40-108 mg	59 mg
Tostado descafeinado	150 ml	2-5 mg	3 mg
<b>Té</b>			
Té	150 ml	8-91 mg	27 mg
Bolsa de té	150 ml	28-44 mg	30 mg
Hoja de té	150 ml	30-48 mg	41 mg
<b>Cacao</b>			
Cacao africano o sudamericano	150 ml		6 mg
Cacao	150 ml		42 mg
Tableta de chocolate	28 g		20 mg
Chocolate con leche	28 g	1-15 mg	6 mg
Chocolate dulce	28 g	1,5-6 mg	3 mg
Leche con chocolate	240 ml	2-7 mg	5 mg
Chocolate a la taza	28 g	18-118 mg	60 mg
<b>Bebidas</b>			
Colas	180 ml	15-35 mg	
Colas descafeinadas	180 ml	0 mg	
Colas light	180 ml	13-35 mg	
Colas light descafeinadas	180 ml	0 mg	

(Pardo, 2007)

La FDA limitó la cantidad de cafeína en las bebidas carbonatadas a 0.2 mg/ml, por considerarla una sustancia con potencial adictivo y ser una fuente importante de cafeína en todas las edades. Sin embargo, existen numerosos productos dirigidos a niños que contienen cafeína sin ser especificada en la etiqueta. En niños menores de 18 años, en España, la ingesta media es de 1 mg/kg/día, siendo las principales fuentes de cafeína los refrescos y el chocolate (Pardo, 2007).

La cafeína produce de forma dosis dependiente una activación generalizada del sistema nervioso central, posiblemente al aumentar la liberación de noradrenalina. Aumenta la alerta, reduce la sensación de cansancio y fatiga, aumenta la capacidad de mantener un esfuerzo intelectual y mantiene el estado de vigilia a pesar de la privación de sueño. Así mismo, la cafeína tiene un efecto analgésico dosis-dependiente potenciado por los inhibidores de la serotonina y un efecto adyuvante en la analgesia (Pardo, 2007).

Entre otros efectos farmacológicos, la metilxantinas estimulan el centro respiratorio y son broncodilatadoras. La cafeína mejora discretamente la función respiratoria al aumentar la contractibilidad del diafragma. La administración del compuesto provoca también un aumento de la presión arterial y tiene un efecto cronotrópico e inotrópico positivo, resultado en un aumento de la frecuencia cardiaca (Pardo, 2007).

La cafeína es la metilxantina más activa para mejorar el rendimiento físico porque produce vasodilatación a nivel muscular, aumenta la respuesta contráctil al estímulo nervioso y disminuye el cansancio y fatiga (Pardo, 2007).

El consumo moderado de cafeína no está asociado al incremento en el riesgo de enfermedades cardiacas en la ausencia de medicamentos. Este compuesto puede tener efectos protectores al riesgo de contraer diabetes tipo 2, enfermedad de Parkinson, y enfermedades hepáticas (EUCIF, 2007).

Uno de los factores de riesgo para la subfertilidad en hombres y mujeres, junto con el tabaco y las drogas, es la cafeína. Su consumo moderado no aumenta el riesgo de aborto espontáneo, no disminuye el crecimiento y no provoca la microcefalia. Sin embargo, altos niveles de cafeína, a diferentes dosis, antes y durante el embarazo, aumenta el riesgo de aborto espontáneo en no fumadoras. La ingesta elevada de cafeína en forma de café, té, chocolate o colas durante el tercer trimestre del embarazo podría disminuir el crecimiento fetal (Pardo, 2007).

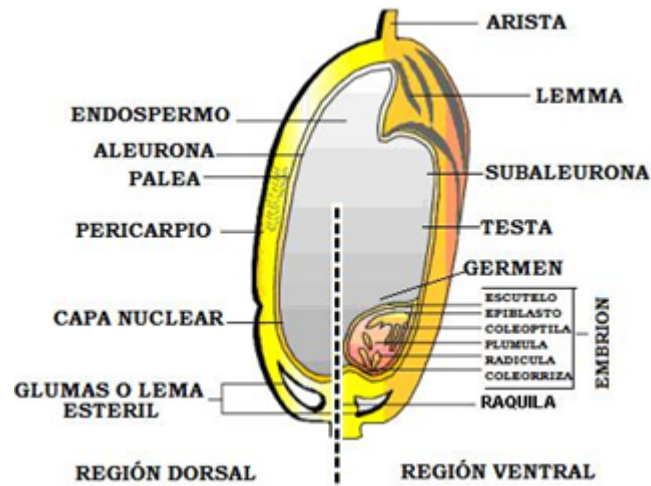
La cafeína, reconocida como sustancia ergogénica, se retiró de la lista de sustancias prohibidas en 2004 por la FDA. Aunque sus efectos de mejora habitualmente se refieren a dosis de 3-6 mg/kg de peso corporal, con dosis menores de 1-2 mg/kg de peso también ya se pueden obtener. Su efecto ergogénico es multifactorial, y puede explicarse en parte por una mayor capacidad contráctil, que actúa a través del transporte de  $Ca^{++}$  en la membrana muscular (Lizarraga, 2009).

La mayoría de los estudios epidemiológicos sugieren que una ingesta menor a 300 mg al día de cafeína, no representa riesgo para la salud. Dosis entre 100 – 600 mg producen una mejor coordinación del cuerpo y de la mente, pero en personas sensibles puede ocasionar falta de descanso y pérdida de motricidad fina. Cantidades mayores a 2,000 mg pueden causar insomnio, temblores y respiración agitada. Sin embargo, el consumo frecuente de cafeína puede desarrollar una tolerancia mayor a dichos efectos; sus propiedades estimulantes afectan menos a los consumidores frecuentes que a los ocasionales (EUCIF, 2007).

## D. Arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una monocotiledónea (planta semi acuática) perteneciente a la familia Poaceae, tiene su origen en el Sudeste Asiático y China Continental y es uno de los cereales de mayor consumo a nivel mundial. El grano de arroz es el ovario maduro y está formado por el fruto cariopse y por la cáscara, esta última compuesta por las glumelas (palea y lema). A su vez el cariopse está formado por el embrión, el endosperma, capas de aleurona (tejido rico en proteínas), tegmen (cubierta seminal), y el pericarpio (cubierta del fruto). (Pincirolí, 2010)

Figura 3. Partes constitutivas del grano de arroz.



(Pincirolí, 2010)

La calidad depende de (Meng, 2016):

- Capacidad para ser molido
- Calidad para proceso y cocimiento
- Calidad nutricional

Índices de calidad: (Meng, 2016)

- Color del pericarpio
- Tamaño del grano:
  - o Largo: 6.5 – 7.5 mm
  - o Medio: 5.4 – 6.0 mm
  - o Corto: 5.0 – 5.2 mm
- Apariencia general
- Traslucidez
- Resistencia del grano al proceso, rendimiento, comportamiento al cocerlo

Desde el punto de vista nutricional, uno de los principales nutrientes son los hidratos de carbono, aunque también aporta minerales, vitaminas (niacina, tiamina y riboflavina) y proteínas en bajas cantidades. Los granos enteros son ricos en fibra, vitaminas del complejo B, minerales, tocoles y fitonutrientes. Entre los antioxidantes encontrados en los granos se cuentan los ácidos fenólicos, flavonoides, tocoferol, tocotrienoles, selenio, zinc, fibra soluble y ácido fitico (Pincirolí, 2010).

Cuadro 13. Composición nutricional del arroz blanco.

Componente	Por 100 g de porción comestible
Energía	360 kcal
Proteína	6.61 g
Lípidos totales	0.59 g
Hidratos de carbon	79.34 g
Fibra dietética total	-
Agua	12.89%
Ceniza	0.58 g
Calcio	9.0 g
Hierro	4.36 mg
Yodo	9.0 µg
Magnesio	35.0 mg
Zinc	1.16 mg
Sodio	1.0 mg
Potasio	86.0 mg
Fósforo	108.0 mg
Selenio	1.0 g
Tiamina	0.58 mg
Riboflavina	0.05 mg
Eq. Niacina	5.0 mg

Continuación cuadro 13. Composición nutricional del arroz blanco.

Componente	Por 100 g de porción comestible
Vitamina B6	0.14 mg
Folatos	386.0 µg
Vitamina B12	0.0 µg
Vitamina C	0.0 µg
Vitamina A: Eq. Retinol	0.0 µg
Vitamina D	0.0 µg
Vitamina E	-

(INCAP, 2012)

1. Harina de arroz pregelatinizada. La harina de arroz se obtiene de arroz blanco o integral, el cual debe estar parcialmente cocido previo a la molienda. Esta se caracteriza por tener un sabor suave, color blanco, carbohidratos de fácil digestión y propiedades hipoalergénicas. Se utiliza para el desarrollo de productos instantáneos en polvo y compatibles con otros ingredientes, como la leche entera, descremada o hidrocoloides, que favorecen el desarrollo de suspensiones viscosas en fase continua y de alta estabilidad, evitando la formación de grumos (Álvarez, 2012).

Cuadro 14. Composición nutricional de la harina de arroz.

Componente	Por 100 g de porción comestible
Energía	366 kcal
Proteína	5.95 g
Lípidos totales	1.42 g
Hidratos de carbon	80.13 g
Fibra dietética total	2.40 g
Agua	11.89%
Ceniza	0.61 g
Calcio	10.0 g
Hierro	0.35 mg
Yodo	9.0 µg
Magnesio	35.0 mg
Zinc	1.80 mg
Sodio	0.0 mg
Potasio	76.0 mg
Fósforo	98.0 mg
Selenio	1.0 g

Continuación cuadro 14. Composición nutricional de la harina de arroz.

Componente	Por 100 g de porción comestible
Tiamina	0.14 mg
Riboflavina	0.02 mg
Eq. Niacina	2.59 mg
Vitamina B6	0.44 mg
Folatos	4.0 µg
Vitamina B12	0.0 µg
Vitamina C	0.0 µg
Vitamina A: Eq. Retinol	0.0 µg
Vitamina D	0.0 µg
Vitamina E	-

(INCAP, 2012)

2. Almidón. Este hidrato de carbono es parte fundamental de la dieta del hombre desde la prehistoria, además de que después de la celulosa es el polisacárido más abundante e importante desde el punto de vista comercial. Se encuentra en cereales, tubérculos y en algunas verduras y frutas como polisacárido de reserva energética (Dergal, 2013).

Desde el punto de vista químico, el almidón es una mezcla de dos polisacáridos:

- Amilosa: producto de la condensación de glucosas por enlaces glucosídicos  $\alpha(1,4)$ , que establece largas cadenas lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón. Es decir, la amilosa es una  $\alpha$ -D-(1,4)-glucana.
- Amilopectina: contiene ramificaciones que le da una forma molecular similar a la de un árbol. Las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces  $\alpha$ -D-(1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa.

Los almidones contienen 15-30% de amilosa y el resto de amilopectina. Cereales como el arroz tienen variedades llamadas “céreas” que están constituidas casi sólo por amilopectina. Hay otras que tienen hasta 90% de amilosa. La concentración relativa de estos dos polímeros está regida por factores genéticos típicos de cada cereal.

Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización.

El almidón sirve de reserva energética en el reino vegetal y se encuentra en pequeños corpúsculos discretos, o gránulos, cuya estructura compacta permite almacenar mucha glucosa en una reducida partícula.

En un mismo cereal se distinguen varios tipos de gránulos; en general, los que se encuentran en la zona más exterior del endospermo son poliédricos, mientras que los del interior son redondos (Dergal, 2013).

3. Gelatinización. Los gránulos de almidón son insolubles en agua, debido a que su estructura está altamente organizada y a que presenta una gran estabilidad por las múltiples interacciones que existen con sus dos polisacáridos constituyentes. Sin embargo, cuando se calienta se absorbe el líquido en las zonas intermicelares amorfas de amilopectin, que son las menos organizadas y las más accesibles, pues los puentes de hidrógenos no son tan numerosos ni rígidos como en las áreas cristalinas de amilosa. A medida que se incrementa la temperatura se retiene más agua y el gránulo empieza a hincharse y a aumentar de volumen, sin que presente un aumento importante en la viscosidad (Dergal, 2013).

Al llegar a cierta temperatura, normalmente cerca a 65°, aunque depende de cada tipo de almidón, el gránulo alcanza su volumen máximo y pierde tanto su patrón de difracción de rayos X como la propiedad de birrefringencia; si se administra más calor, el gránulo hinchado, incapacitado para retener el líquido, se rompe parcialmente y la amilosa y la amilopectina, fuertemente hidratadas, se dispersan en el seno de la disolución. En ese punto se pierde la estructura original y la birrefringencia del gránulo; esto va ligado a un aumento de la viscosidad en donde 30% de la amilosa se encuentra en solución. A este proceso se le llama gelatinización y es una transición de un estado ordenado de estructura cristalina a otro desordenado en el que se absorbe agua y calor. Es decir, la gelatinización transforma los gránulos de almidón insolubles en una solución de las moléculas constituyentes en forma individual (Dergal, 2013).

## E. Piña cultivada en Guatemala (*Cayana lisa*)

### 1. Clasificación botánica de la piña.

Cuadro 15. Clasificación botánica de la piña.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Bromeliales</i>
Familia	<i>Bromeleaceae</i>
Género	<i>Cayana</i>
Especie	<i>Comosus L.</i>
Nombre científico	<i>Ananas Comosus</i>
Nombre común	<i>Piña</i>

(Alvarez,2011)

## 2. Descripción botánica.

- a. Raíz. El sistema radicular de la piña es muy superficial, generalmente las raíces se localizan en los primeros 15 cm. del suelo, aunque pueden profundizarse hasta 60 cm. o más.
- b. Tallo. Se encuentra cubierto de hojas lanceoladas, es carnosos y se encarga de almacenar los nutrientes de la planta que son desarrollados por las hojas.
- c. Hojas. Son envoltentes dispuestas en forma de espiral, una planta adulta presenta de 70 a 80 hojas por planta. Los bordes de éstas pueden estar provistas de espinas o libres según la variedad. Son nombradas de acuerdo a su posición en el tallo, las que se localizan en la parte más baja son las A, B y C; las localizadas en la parte superior son nombradas D, E, y F. Las hojas “D” son las que se usan como muestra para la inducción floral.
- d. Inflorescencia. La inflorescencia contiene de 100 a 200 flores dispuestas en forma de espiral fusionadas entre sí y con el tallo central, dando origen a un fruto partenocárpico del cual la cáscara está formada por los sépalos y brácteas de la flor.
- e. Fruto. Es no climatérico y su forma varía de cilíndrico hasta forma piramidal dependiendo la variedad.
- f. Hijos del tallo central. Brotan los diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para propagar la piña, estos son: basales que se forman en la base del fruto; los hijuelos de tallo que se desarrollan a partir de yemas axilares del tallo y los retoños que se originan en la base de este, por la proximidad al suelo presentan raíces propias, cualidad que los convierte en aptos para una segunda cosecha; y la corona que se ubica en la parte superior del fruto. Para propagar la piña el material más recomendable son los hijuelos que se desarrollan a partir de las yemas axilares del tallo (Alvarez,2011).

## 3. Variedades. A nivel internacional se distinguen 23 variedades, destacándose (Pretelt, 2003):

- *Española roja*
- *Mauritus*
- *PR-1-67*
- *Cabezona*
- *Pernambuco*
- *Montufar*
- *Abacaxi*
- *Ripley*
- *James Quenn*
- *Queen*
- *Spanish Jewel*
- *Sugar*

- *Singapore Spanish*
- *Masmerah*
- *Cayena Lisa*
- *Champaka*
- *Monte Lirio*
- *Perolera*
- *Barón de Rothschild*
- *Brecheche*
- *Burmanguesa*
- *Maipure*
- *Rondon*

En Guatemala se da la variedad *Cayena lisa*. Son plantas medianas, de hojas largas y anchas, color verde oscuro con manchas rojizas, de bordes lisos con la excepción de algunos agujijones en la extremidad de la hoja. Fruto en forma cilíndrica, de color externo anaranjado rojizo y amarillo pálido en el interior. Los ojos son planos, hexagonales poco profundos. Como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 4. Variedad de piña cultivada en Guatemala (*Cayena Lisa*).



4. Usos. Entre sus principales usos se encuentra la realización de mermeladas, confituras, vinagres, vinos, jugos, néctares, fruta deshidratada y otros, la piña concede un típico sabor tropical cuando se mezcla en ensaladas de frutas y rellenos de aves, también puede mezclarse con yogurt, cereales y en recubrimientos de pasteles, aunque lo ideal es consumirla fresca (Alvarez, 2011).

5. Condiciones climáticas. El clima afecta la calidad de la fruta, tanto en la composición de azúcares y ácidos como en la susceptibilidad al daño por frío. Este cultivo se desarrolla bien de 50 – 600 msnm, a mayores altitudes la fruta tiende a ser más ácida; el rango favorable de temperatura oscila entre los 20 a 30 °C, incrementos en la temperatura ambiente y luz solar pueden provocar una reducción de la acides de la fruta y mayor sensibilidad a daño por frío.

El óptimo de precipitación se estima entre 1200 – 2000 mm. Bien distribuido en el año. Los requerimientos mensuales mínimos de agua son de 50 mm por planta (Alvarez, 2011).

Los mejores suelos para este cultivo son aquellos que son permeables, franco limosos y con y pH de 5 a 6. En suelos arcillosos se debe hacer énfasis en un buen drenaje, ya que estos tienden a retener mayor cantidad de agua, situación que propicia el desarrollo de enfermedades fungosas (Alvarez, 2011).

6. Composición química. La piña es una fruta rica en azúcares, vitaminas del grupo A, B, C y E, sales minerales y ácidos orgánicos que explican sus virtudes “dinamizantes”. Su ingrediente activo es la Bromelína, una mezcla de 5 enzimas proteolíticas que difieren unas de otras por su capacidad de oxidar reducir sustratos específicos. Además, es rica en ácido málico, cítrico y ascórbico; sales minerales de calcio, fósforo y hierro; glúcidos como sacarosa, glucosa y levulosa (Alvarez, 2011).

7. Usos medicinales. Se ha estudiado que de 10 gr. de fruto podemos obtener hasta 0.87 gr. de bromelina. Se trata de una potente enzima que ha revolucionado la dietética mundial, sobretudo en tratamientos para adelgazamiento y anticelulíticos. Además, posee propiedades anticoagulantes que ayudan a prevenir trombosis, ataques cardíacos, apoplejías y la hipertensión. La bromelina también ayuda a digerir las proteínas resultando de mucha ayuda en el proceso de la digestión de los alimentos. Por su poder antiinflamatorio se vuelve muy eficaz para tratamientos de la artritis (Pretel, 2003).

## F. Rosa de Jamaica

### 1. Clasificación botánica de la Rosa de Jamaica.

Cuadro 16. Clasificación botánica de la Rosa de Jamaica.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Anthophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Género	<i>Hibiscus</i>
Especie	<i>Sabdariffa.</i>
Nombre científico	<i>Hibiscus Sabdariffa L</i>
Nombre común	<i>Rosa de Jamaica</i>

(Meza, 2012)

2. Descripción botánica. Las flores se presentan solitarias en las axilas de las hojas y tallos, miden aproximadamente de 6 a 12 centímetros de ancho; son amarillentas, con un centro de color rosa a rojo marrón que cambian a rosado a medida que llega la tarde hasta marchitarse. La flor tiene un elevado contenido de ácidos orgánicos, entre ellos cítrico, málico y tartárico. Las bebidas de Jamaica son de color rojo vino, debido a su contenido de antociano.

### 3. Variedades. A nivel internacional se distinguen seis variedades, destacándose (Chavarria, 2012):

- Variedad sudan
- Variedad china o morada
- Variedad roja (larga y corta/ América)
- Variedad negra gigante (nigeriana)
- Variedad morada gigante (Tailandesa)
- Variedad no ácida (Vietnam)

En Guatemala se la variedad roja por el color, forma, apariencia, peso, fruto y tamaño de la planta. Como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 5. Variedad de Rosa de Jamaica cultivada en Guatemala (Variedad Roja).



(Chavarria, 2012)

2. Usos. Tiene diversos usos en la medicina naturista (homeopatía), en la industria farmacéutica y alimentaria. En la medicina se destaca por los beneficios que producen las antocianinas, pigmentos que tienen propiedades antioxidantes y que no presentan actividad tóxica ni mutagénica lo que garantiza un amplio uso (Chavarria, 2012).

Presenta un sabor ácido una vez hervida y se usa como un sustituto del té o café especialmente recomendado a quienes presentan problemas de salud. Utilizado en terapia por problemas cardíacos, nerviosos, presión sanguínea alta, fiebre, enfermedades hepáticas y calcificación de las arterias (ideal para personas mayores) (Chavarria, 2012).

3. Condiciones climáticas. El cultivo se desarrolla con temperaturas que oscilan entre los 25 a 38 grados centígrados y régimen lluvioso de 900 a 1400 mm al año, y un mejor desarrollo con precipitaciones anuales promedio de 900 mm y suelos franco arenosos, sin que se produzca encharcamiento a fin de evitar condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades originadas por hongos y bacterias (Chavarria, 2012).

Algunos cultivos establecidos en siembras tardías, son afectados por los vientos del mes de enero que deshidratan la planta impidiendo el desarrollo adecuado del cáliz en su última fase. El proceso de siembra se

realiza entre el mes de mayo y junio, con el fin de alcanzar una planta vigorosa con abundante follaje y condiciones para una buena producción de flores y frutos (Chavarria, 2012).

4. Composición química. Tiene un alto contenido de vitamina C (ácido ascórbico). Cada 100 mg de flor fresca contiene 2.85 mg de vitamina D, 0.04 mg de vitamina B1 y 0.06 mg de vitamina B2 compleja. Los nutricionistas han encontrado en la flor de Jamaica un contenido alto en calcio, niacina, hierro y riboflavina (Chavarria, 2012).

5. Usos medicinales. Entre las propiedades medicinales que posee la rosa de Jamaica, son las siguientes (Garcer, 2011):

- Posee gran cantidad de antioxidantes, principalmente antocianinas. Los antioxidantes ayudan a combatir la degeneración y degradación de la piel y tejidos, manteniendo joven y saludable el cuerpo.
- Antiparasitaria
- Tónico cardíaco
- Propiedades medicinales: antihipertensivo, analgésico, antiinflamatorio y antipirético; además es astringente, antiséptica, cicatrizante, antimicrobiana, digestiva, depurativa y estomáquico.
- Propiedades aperitivas y vitamínicas.
- Afrodisiaco
- Tiene un efecto laxante suave, ayuda a descongestionar intestinos y depurarlos de toxinas y desechos acumulados los cuales son causa de una larga lista de enfermedades y de sobrepeso.
- Reduce la hipertensión arterial debido a que inhibe una enzima convertidora de la angiotensina, lo que estimula la diuresis.
- Reduce el colesterol nocivo y baja los triglicéridos.
  - Impide que el colesterol excesivo se agrupe y forme placas de ateromas que pueden llegar a obstruir las arterias.
- Ayuda a reducir la producción de radicales libres por lo que previene y erradica la aparición de enfermedades degenerativas como el cáncer.
- Brinda energía al cuerpo y es útil para tratar el agotamiento mental.

## G. Galletas tipo cracker

El consumo de snacks ha crecido de manera exponencial en los últimos años debido principalmente al ritmo acelerado de vida que obliga a las personas a comer fuera de sus hogares y optar por productos que puedan ser consumidos en cualquier momento del día. Además, no se puede dejar a un lado el creciente problema de obesidad a nivel mundial y la creciente preocupación de los consumidores por obtener alimentos más saludables (Pineda, 2014).

Según la INEN, galleta se define como un producto obtenido mediante el horneado apropiado de derivados de trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano. Las galletas se consideran un snack ya que son alimentos consumidos como algo temporal y ligero que sacie el hambre del consumidor, proporcione un breve suministro de energía para el cuerpo o un alimento consumido por placer (Bayas, 2010).

Generalmente, la fabricación de galletas se realiza con harina de trigo, sin gran cantidad de salvado. Esta se obtiene de la molienda del trigo por sistemas de fragmentación gradual que buscan separar el endospermo de las envolturas externas y del embrión. La harina blanca se obtiene a través de los procesos de molienda y acondicionamiento del grano, se realiza el descascarillado, para separar el salvado, el germen y la capa de aleurona del núcleo central del grano (endospermo amiláceo). El resto se muele, reduciendo sus dimensiones y según el tamaño de las partículas se separan las diferentes harinas, las cuales se emplean para usos distintos según sus características (Gaytán, 2015).

Las galletas se clasifican en los siguientes tipos (Loor, 2008):

- Galletas saladas
- Galletas dulces
- Galletas Wafer
- Galletas con recubrimiento
- Galletas con relleno

Sin embargo, también pueden clasificarse de acuerdo a la cantidad de agua, azúcar y grasa utilizada en la preparación de la masa.

- Masas cortas: Gran cantidad de grasa y menor cantidad de agua. La grasa envuelve las partículas de harina, evitando su contacto con el agua y, consecuentemente, la formación del gluten. Son blandas, levemente fragmentables, no elásticas y no extensibles. Estas galletas tienden a aumentar el tamaño en longitud y anchura al ser horneadas, en lugar de encoger como ocurre en el caso de los crackers y semidulces. El aumento de tamaño suele ser el mayor problema para controlar el proceso.
- Masas duras: Contienen gran cantidad de agua y poca cantidad de grasa. El agua entra en contacto con las partículas de harina y reacciona con las proteínas, formando el gluten. Son duras, extensibles y elásticas.
- Masas líquidas: El agua es el principal componente en la formulación por lo que no forma una masa propiamente como tal, sino queda fluida. Normalmente no hay formación de gluten debido a la elección de harina, mantiene bajas temperaturas en la mezcla y la homogeneización se da a velocidades muy altas, por poco tiempo (Loor, 2008).

#### Materia prima y su importancia en las etapas del proceso

- Harina de trigo: Entre sus componentes como el almidón y las enzimas sobresale el gluten. El gluten es un complejo proteico que al hidratarse adquiere propiedades simultáneas de elasticidad y extensibilidad. La mayor parte del gluten está constituido por gliadina, que le da fuerza a la masa y la glutenina que le brinda elasticidad.
- Grasas: Desempeñan el papel de lubricante, ablandador, saborizante y controlador de expansión. Además, distribuye uniformemente los diferentes aromas.
- Azúcar: responsables del sabor y de la estructura de la mayoría de las galletas. Además, para masas fermentadas, la adición de pequeñas cantidades de azúcar hace que la levadura actúe con mayor rapidez, aumentando la velocidad del proceso de fermentación.
- Levadura; Su principal función en la elaboración de galletas es acondicionar la proteína de la harina. Además, permite el crecimiento de la masa y produce alcoholes y ácidos que contribuyen al desarrollo del sabor y aroma.
- Sal: Se utiliza para brindar sabor y por su propiedad de potenciar el sabor. También retrasa la velocidad de fermentación e inhibe la acción de las enzimas proteolítica sobre el gluten.

(Loor, 2008)

Las galletas también pueden realizarse a partir de “harinas compuestas”. Este término se usa para indicar todo tipo de producto obtenido por la mezcla de distintas harinas con o sin trigo. Estas harinas se caracterizan por presentar un alto contenido de almidón, lo cual adquiere una relevancia especial, principalmente en el aspecto nutricional, ya que disminuyen el contenido de azúcares simples y aumentan el de fibra dietética (Umaña, 2010).

1. Tendencias a los snacks saludables. Varios factores han perjudicado el consumo y crecimiento del sector de snacks, siendo la obesidad tanto en la niñez como en los adultos, una de las principales razones. Según la OMS, la obesidad y el sobrepeso han aumentado a lo largo de América Latina y el Caribe, con un mayor impacto en las mujeres y una tendencia al alza en niños y niñas. Según su nuevo informe, cerca del 58% de los habitantes de la región vive con sobrepeso, esto representa 360 millones de personas. Salvo en Haití (38.5%), Paraguay (48.5%) y Nicaragua (49.4%) el sobrepeso afecta a más de la mitad de la población de todos los países de la región, siendo Chile (63%), México (64%) y Bahamas (69%) los que presentan las tasas más elevadas (OMS, 2017). Por esta razón el consumo de productos saludables está en constante crecimiento. Actualmente, la alimentación consciente está siempre presente al momento de elegir alimentos, incluso en el ámbito de los snacks. Las galletas y los frutos secos son los snacks que se consumen con mayor frecuencia, un 53% y 41% respectivamente se consumen a diario (FACUA, 2010).

2. Practicidad y ritmo de vida acelerado. Muchas personas se ven obligadas a comer con poco tiempo y consumen alimentos calificados como “comida rápida”. Este factor ha incrementado ciertas enfermedades degenerativas debido a estilos de vida deficientes, entre las cuales, las principales son: Diabetes Mellitus, enfermedades del corazón, hipertensión arterial, elevación en las concentraciones sanguíneas de colesterol y triglicéridos, entre otras. Sin embargo, cada vez aumenta más la frecuencia de compra y consumo de alimentos saludables tipo snack. El consumo de snacks ha aumentado de dos porciones diarias por persona en el 2014 a tres porciones diarias por persona en los últimos años. Además de esto, el consumidor busca practicidad, por lo que estos productos son ideales para cumplir con este requerimiento. Se manifiesta una preferencia por los formatos individuales en snacks como consecuencia de factores como: conveniencia, mejor conservación y mayor control de calorías ingeridas (FACUA, 2010).

Es importante mencionar que también se observa una mayor conciencia medioambiental en el consumidor. Según una encuesta realizada por AINIAFORWARD, el 58% de los consumidores pide que el envase de los snacks saludables que consume sea reciclable y un 53% que sea biodegradable.

3. Sodio y sus sustitutos en alimentos procesados. El cloruro de sodio, conocido comúnmente como sal de mesa, es un ingrediente ampliamente utilizado por la industria de alimentos por sus diversos usos, entre los que sobresalen el resaltar los sabores, reducir los sabores indeseables, promover la percepción de la textura y mejorar la intensidad del sabor. Debido a que un alto consumo de este ingrediente representa una contribución a los niveles de sodio en la dieta, y su posterior efecto negativo en la salud, existe una búsqueda por parte de la industria para reducir su contenido en alimentos. Se ha demostrado que un alto consumo de sodio resulta en un aumento en la presión arterial, lo que a su vez aumenta el riesgo de enfermedades cardíacas. El alto contenido de cloruro de sodio en los alimentos procesados se pudo observar de manera más notable en un estudio realizado en Estados Unidos, donde en el año 2016 se observó que el consumo promedio de sodio fue más de 3,400mg/día, un valor arriba de la recomendación diaria según las Guías Dietéticas para 2015-2020, que establece un valor de 2,300 mg/día. (Fanslau, 2017)

Algunas de las tácticas que se están empleando por la industria alimentaria para reducir el sodio en alimentos son (Fanslau, 2017):

- a. Reducir el contenido de sodio en productos de manera gradual para que esta reducción no sea detectada por los consumidores típicos, y por lo tanto no presente en una reducción en el consumo del producto por una pérdida de sabor.
- b. Utilizar sustitutos de sal, especialmente sales a base de potasio en lugar de sales a base sodio. Un ejemplo empleado en la industria en la actualidad es el utilizar cloruro de potasio, *KCl*, el

cual brinda características similares a la sal común, pero presenta la desventaja de tener un sabor amargo por lo que esto debe considerarse al momento de utilizarse.

- c. Utilizar potenciadores de sal para reducir el contenido de sodio en la formulación, pudiendo aplicar ingredientes encontrados de manera natural en alimentos. Esta estrategia se aplica por la búsqueda de la industria por las etiquetas limpias que no son deseables.
- d. Reemplazar la sal con productos naturales, aplicando alimentos con buen sabor que sean nutritivos, aplicando la estrategia de utilizar sabores naturales que no potencian el sabor salado, sino que brindan nuevos sabores.

## H. Sopas instantáneas

Las sopas instantáneas se refieren a preparados industriales cuyo contenido se encuentra generalmente deshidratado, utilizando diferentes técnicas como la liofilización. Los pioneros en este producto fueron el alemán Carl Knorr y Julius Maggi, quienes fueron los primeros en perfeccionar y comercializar este preparado. Este producto se encuentra entre los preparados más antiguos, especialmente por tratarse de alimentos de fácil preparación, al requerir de un tiempo de cocción menor a 10 minutos. Existen diversas presentaciones de este preparado, siendo los más comunes los sabores de pollo, carne o camarones con fideos. Las sopas instantáneas forman parte de la gama de alimentos deshidratados más reconocidos a nivel mundial, reconocidos principalmente por el sector de la población que dispone de poco tiempo para cocinar (Limonés & García, 2011).

Las sopas pueden clasificarse de acuerdo a distintos parámetros, entre los que se incluye su forma de preparación, su densidad o según se conocen en el mercado (Limonés & García, 2011).

Según su modo de preparación, pueden clasificarse en (Limonés & García, 2011):

- a. Sopas deshidratadas, instantáneas: productos que no requieren cocción para su consumo, solo necesitando la adición de agua según las indicaciones establecidas por el fabricante.
- b. Sopas concentradas o condensadas: productos líquidos, semi líquidos o pastosos que se utilizan para lograr preparaciones alimenticias mediante la adición de agua según las especificaciones establecidas.
- c. Sopas listas para consumir: productos que no requieren cocción para su consumo, únicamente necesitando un proceso de calentamiento según las especificaciones.

Según su densidad pueden clasificarse en (Limonés & García, 2011):

- a. Sopas livianas o claras: productos líquidos en las que el caldo es el encargado de determinar el sabor.
- b. Sopas ligadas o cremas: productos en los que los ingredientes cocidos son triturados creando un puré, el cual se liga con nata

Según se conocen en el mercado pueden clasificarse en (Limonés & García, 2011):

- a. Sopas deshidratadas: se obtienen mediante procesos de deshidratación como la liofilización, y que requieren una rehidratación y cocción para su consumo.
- b. Sopas enlatadas: se trata de sopas concentradas que conllevan un método de dilución y cocción para su preparación.
- c. Sopas de vaso: sopas listas para consumir que requieren únicamente la adición de agua hirviendo para su consumo.

## I. Papillas

El período entre el año y los 3 años de vida se caracterizan por ser una época de tránsito entre el crecimiento acelerado del lactante y el crecimiento estable de niño, este desarrollo se puede ver incluso por su dentadura; la mayoría de los niños tienen sus 20 dientes de leche (los primeros dientes que aparecen) al cumplir su tercer año. Es por esto que se prefieren alimentos entre líquidos y semisólidos, como la papilla, con los cuales el niño no tiene que hacer mayor esfuerzo al masticar (Álvarez, 2012).

La papilla hace referencia a un alimento (líquido o espeso) de consistencia cremosa que consiste en una mezcla de alimentos triturados (cocidos o crudos), harina y agua, leche yogur o caldo, que se da a los niños pequeños o a las personas enfermas o mayores con problemas de digestión o de masticación. Este alimento se destina a niños de corta edad (6 meses a 3 años) (Álvarez, 2012).

Las papillas en polvo instantáneas son formulaciones de mezclas de harinas extruidas de cereales con un alto contenido calórico así como de macro y micronutrientes, las cuales al ser diluidas en agua hervida forman instantáneamente la papilla alimenticia. Las harinas más empleadas para la elaboración de papillas son las precocidas y las precocidas instantáneas (Álvarez, 2012).

En la actualidad, las papillas que existen en el mercado contienen alrededor de 1% de proteínas. Esas se formulan principalmente, de purés de frutos y almidón, con lo cual se obtiene un alimento muy reducido o nulo de proteínas (Álvarez, 2012).

Figura 6. Etiqueta Nutricional Nestum

Parción: 25 g Porciones por envase: 8				
COMPOSICIÓN MEDIA	Unidades	Por 100 g	Por 25g	% IDR
Contenido Energético				
Kilocalorias	kcal	379.1	94.8	
KiloJoules	kJ	1590	397.5	
Carbohidratos	g	85	21.3	
Azúcares	g	21	5.3	
Fibra Dietética	g	0.8	0.2	
Proteínas	g	6.4	1.6	
Grasa total	g	1.7	0.4	
Grasa Saturada	g	0.2	0.1	
Colesterol	mg	2	0.5	
Sodio	mg	75	18.8	
VITAMINAS Y MINERALES (*)				(*)
Vitamina A	µg eq Ret	500	125.0	31%
Vitamina D3	µg	8	2.0	20%
Vitamina E	mg ET	5	1.3	31%
Vitamina C (mg)	mg	190	47.5	119%
▶ Vitamina B1 (mg)	mg	0.7	0.2	38%
Vitamina B2 (mg)	mg	0.6	0.2	30%
Niacina	mg	4	1.0	17%
Vitamina B6	mg	0.3	0.1	18%
Ác. Pantoténico **	mg	2	0.5	25%
Vitamina B12	µg	1	0.3	28%
Biotina **	µg	18	4.5	56%
Ac. Fólico	µg	120	30.0	38%
Calcio	mg	430	107.5	15%
▶ Hierro	mg	30	7.5	107%
Fósforo	mg	230	57.5	13%
Zinc	mg	3	0.8	25%

(\*) = % en relación a la Ingesta Dietética de Referencia (IDR) para lactantes de 6 a 11 meses por el INNSZ, publicada en la NOM-086-SSA1-1994.  
 (\*\*\*) = % en relación a la Ingesta Dietética de Referencia (IDR) para lactantes de 7 a 12 meses por FOOD AND NUTRITION BOARD DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE LOS ESTADOS UNIDOS.  
 (\*\*\*) No se cuenta con Ingesta Dietética de Referencia (IDR).

(Álvarez, 2012).

1. Ingredientes utilizados para la elaboración de papillas. Las papillas son mezclas de nutrientes, entre los cuales se destacan (Álvarez, 2012):

- Harina de cereal: Se obtiene de arroz blanco o integral, finamente molido, de interés para el desarrollo de productos instantáneos en polvo y compatibles con otros ingredientes, como la leche entera, descremada o hidrocoloides, que favorecen el desarrollo de suspensiones viscosas en fase continua y de alta estabilidad, evitando la formación de grumos.
- Harina pregelatinizada: producto obtenido por extrusión, a partir de granos de arroz pulidos y seleccionados. Esta permite la sustitución total o parcial de la harina de trigo, tiene bajo contenido de grasa, aporta proteína, minerales y fibra, elevando su valor nutricional, promueve efectos fisiológicos y disminuye el tiempo de tránsito intestinal y colesterol.

- Estabilizantes y gelificantes: Se conocen también como aglutinantes, espesantes hidrocoloides y son compuestos macromoleculares de origen natural, son usados para estructurar y ligar agua en los alimentos, gracias a su alto peso molecular aumentan la viscosidad del medio o incluso actúan como gelificante.

Además de su poder espesante y gelificante, estos pueden emplearse con otras funciones: estabilización de suspensiones y emulsiones, poder de retención de agua, poder ligante y formación de complejos con proteínas. Es por esto que estas macromoléculas están entre los componentes más importantes del complejo “fibra alimentaria”, las cuales hacen parte de la alimentación, pero no son degradadas por las enzimas intestinales propias del hombre (Álvarez, 2012).

- Azúcares y productos azucarados: Brinda sabor dulce, da cuerpo y son un aporte energético importante, además actúa como conservante.
- Sabor y saborizante: El saborizante es una sustancia natural, química o mezcla de ambas que proporcionan uno o todos los efectos que permiten paladear el alimento en la boca.
- Vitaminas: Sustancias orgánicas que se requieren en pequeñas cantidades y que el organismo no puede sintetizar. Contribuyen al normal funcionamiento fisiológico y metabólico del cuerpo.
- Minerales: Elementos químicos inorgánicos en la dieta. La carencia crónica de algunos de ellos provoca enfermedades específicas que desaparecen al aportarlo en la dieta.

Estos componentes tienen gran importancia debido a que ayudan a cubrir los requerimientos nutricionales de los niños de corta edad (1-3 años) y en crecimiento. Aportan un buen balance nutricional en carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales (Álvarez, 2012).

2. Alimentación infantil. La introducción de los alimentos complementarios a la leche para niños de corta edad debe basarse en el seguimiento individual del crecimiento del niño, siendo el momento adecuado aquel donde se aplanan la curva de ganancia de peso, lo cual ocurre entre el cuarto y sexto mes de vida para los niños nacidos a término (Álvarez, 2012).

La edad del niño y el tiempo que toman estos cambios resultan críticos para su estado nutricional futuro. Aunque el tipo de alimentación y estado nutricional determinan el tiempo en que se deben iniciar y terminar de ingerir los alimentos complementarios. Estos alimentos representan la oportunidad de ingerir alimentos con mayor densidad energética que la leche materna, lo que a partir de cierto momento el crecimiento del niño resulta imprescindible para cubrir los requerimientos diarios de energía y nutrientes.

Las papillas son las preparaciones recomendadas para iniciar la alimentación de los niños de corta edad (Álvarez, 2012).

En la alimentación infantil es muy importante que el alimento tenga suficiente energía para cubrir los requerimientos. Como los niños más pequeños tienen capacidad gástrica más limitada, no pueden ingerir alimentos en grandes cantidades; por ellos es necesario que su alimento tenga una alta densidad energética. Por esta razón los cereales precocidos ofrecen una alternativa para aumentar el contenido de energía y demás nutrientes en una papilla (Álvarez, 2012).

Cuadro 17. Energía necesaria según rangos de edades.

Edad (meses)	Energía necesaria por día, además de la leche materna (kcal/día)
6-8	200
9-11	300
12- 23	550
24-36	1088

(Álvarez, 2012)

El Codex Alimentarius considera que cien gramos del producto es a dos razonable para ser ingerida fácilmente en dos o más comidas y propone estándares para este tipo de alimentos.

Cuadro 18. Estándares para preparados alimenticios para lactantes de más edad y niños pequeños.

Constituyente	Cantidad
Proteína	15 g
Grasa	10 – 25 g
Fibra	5 g máximo
Energía	400 Kcal

(Codex Alimentarius, 1991)

La adición de vitaminas y minerales debe efectuarse teniendo en cuenta las necesidades nutricionales de los niños guatemaltecos. En el cuadro que se presenta a continuación se indican las necesidades diarias de referencia de las vitaminas y minerales que con mayor frecuencia son insuficientes en las dietas de los lactantes y niños pequeños (Codex Alimentarius, 1991).

Cuadro 19. Requerimientos de vitaminas y minerales en lactantes de más edad y niños pequeños.

Nutrientes	Necesidades diarias de referencia
Vitamina A	400 µg equivalentes de retinol
Vitamina D	10 µg
Vitamina E	5 mg
Vitamina C	20 mg
Tiamina	0.5 mg
Riboflavina	0.8 mg
Niacina	9 mg
Vitamina B6	0.9 mg
Ácido Fólico	50 µg
Vitamina B12	1 µg
Calcio	800 mg
Hierro	12 mg
Yodo	50 -70 µg
Zinc	10 mg

(Codex Alimentarius, 1991)

Entre las ventajas que puede tener un alimento de reconstitución instantánea es que la digestibilidad es más elevada que con el alimento crudo, pues el tratamiento térmico reduce algunos factores antinutricionales y mejora la digestibilidad (Álvarez, 2012).

Las desventajas que se presentan para este tipo de productos es que debido a los métodos de calor seco se utilizan para obtener un producto instantáneo, puede ocurrir disminución de la calidad de las proteínas por causa de la reacción de Maillard en presencia de carbohidratos reductores (Álvarez, 2012).

## J. Barras energéticas tipo granola

Las barras de granola son consideradas snacks con buenas características sensoriales y nutricionales porque contienen una alta cantidad de carbohidratos, proteínas, lípidos y minerales. Las barras energéticas son suplementos dietarios generalmente consumidos por personas que desean mantener sus necesidades calóricas. Proveen también proteína, grasa, y una alta concentración de carbohidratos (Ankush, 2016).

Las barras nutricionales han ganado importancia y popularidad en el mercado, y actualmente, una gran variedad de barras está disponibles bajo diferentes denominaciones como barras de granola, barras orgánicas, choco barras, barras con relleno de fruta, entre otros. Este alimento ofrece un recurso de nutrientes rápido, conveniente al no requerir preparación, con larga vida de anaquel, y sin necesidad de refrigeración durante su almacenamiento. Pueden ser una fuente de alta energía y proteína para niños y adultos, que suplemente su requerimiento nutricional (Ankush, 2016).

El desarrollo de barras de cereales comerciales se ha enfocado fundamentalmente en la obtención de productos de buenas características tecnológicas y organolépticas, prolongada vida útil a temperatura ambiente y formulación en base a ingredientes de bajo costo. Investigaciones recientes muestran que en la mayoría de los productos comerciales el promedio del contenido proteico es de 5.5%, y su calidad proteica sería pobre en la medida que provienen principalmente de cereales (arroz, avena, maíz). Las grasas utilizadas se encuentran lejos de las recomendaciones actuales, con ausencia de ácidos grasos poliinsaturados y frecuente presencia de grasas saturadas y/o aceites vegetales hidrogenados (Olivera, 2012).

Es importante considerar que las barras de cereales han sido incorporadas en algunos programas de asistencia alimentaria de comedores escolares, tanto en desayunos como en refacciones, con el objetivo de incluir productos de grano entero y diversificar la escasa oferta de productos de colación para escolares (Olivera, 2012).

Para el desarrollo de formulaciones más saludables, es necesario considerar que el proceso de elaboración comprende una etapa de mezclado de los ingredientes secos, aglutinación con grasas/azúcares, y posterior secado. Durante la etapa de calentamiento pueden desarrollarse reacciones de Maillard, debido a la presencia de azúcares y proteínas. Sin embargo, no se ha encontrado influencia del proceso de obtención de las barras de cereales sobre la calidad proteica (Olivera, 2012).

Una de las clasificaciones que se le ha dado a los alimentos es según su composición mayoritaria, la cual determina su función principal. Dicha clasificación consta de siete grupos de alimentos según su función principal, los cuales pueden dividirse en: plásticos o formadores de tejidos, mixtos (energéticos, plásticos y reguladores), reguladores, y energéticos. Los alimentos que se consideran energéticos son aquellos

que aportan una alta cantidad de energía calórica, por lo que destacan los hidratos de carbono. Los cereales (pan, pasta, maíz), miel, azúcar, mantecas y aceites. Entre los alimentos mixtos se encuentran las legumbres, frutos secos y patatas, los cuales son principalmente energético, pero también plásticos, debido a su aporte de proteínas vegetales, y reguladores, por su contenido de vitaminas y minerales (Palacios, 2009).

#### 1. Micronutrientes en barras energéticas

a. Magnesio. El magnesio es esencial debido a que interviene en más de 300 reacciones enzimáticas diferentes. Participa en el metabolismo de los componentes de los alimentos, en la transformación de los nutrientes complejos en sus unidades elementales y en la síntesis de numerosos productos orgánicos. Es un mineral fundamental para el deportista por su papel en la relajación muscular y en el buen funcionamiento del corazón. Su deficiencia es poco común, sin embargo, puede producir calambres, dolores musculares, latidos cardíacos irregulares, reducción de la presión sanguínea, fatiga, entre otros. Entre sus fuentes se encuentran cereales integrales, frutos secos, verduras y hortalizas verdes (Palacios, 2009).

La cantidad diaria de magnesio recomendada por el National Research Council, es de 6 mg/kg. De peso en adultos sedentarios. Tras ejercicio intenso, el magnesio disminuye en plasma entre un 10 y 15%, probablemente por un aumento de pérdidas por el sudor, que pueden significar hasta un 12% del total del magnesio excretado.

Sin embargo, dosis altas de magnesio no han podido ser relacionadas con un aumento del rendimiento deportivo, y aunque el riñón normal es capaz de excretar tan rápidamente el ion magnesio absorbido, dosis mayores a 500 mg/día tienen un efecto negativo en el balance del fósforo (García, 1991).

b. Zinc. Los requerimientos diarios según la Food and Nutrition Board, se sitúan entre 10 y 15 mg/día, de los cuales se retienen alrededor de 5 mg. En el hombre se han descrito síndromes de deficiencia del mineral, caracterizados por una grave deficiencia de hierro, anemia, hepatoesplenomegalia e hipogonadismo. En corredores de resistencia se han observado bajos niveles de zinc en la sangre, lo cual puede deberse a una dieta inadecuada y/o excesivas pérdidas por orina y sudor, o bien a la falta de recuperación de zinc por caídas transitorias mantenidas por el ejercicio constante y no recuperadas por una dieta equilibrada (García, 1991).

Respecto a la ingesta de dosis altas de zinc, en animales de experimentación, causan anemia, retrasos del crecimiento y, eventualmente la muerte. Además, los suplementos de zinc pueden disminuir la absorción de cobre, lo cual ocurre incluso aunque no se tomen simultáneamente (García, 1991).

Entre las principales funciones de este mineral se encuentra la regulación de la actividad de un gran número de enzimas, favorece el transporte de nutrientes, mantiene la excitabilidad nerviosa y muscular, es un componente estructural de los huesos, y refuerza el sistema inmunológico. Todos estos aspectos son fundamentales en la fisiología del ejercicio, debido a que, por su carácter antioxidante, el zinc ayuda a combatir el estrés oxidativo generado por la actividad física intensa, facilita la regeneración de las pequeñas lesiones musculares, y modifica la acumulación de ácido láctico debido a su influencia sobre la enzima lactato deshidrogenasa (Palacios, 2009).

c. Potasio. El potasio presenta una función importante a nivel muscular debido a que permite la relajación muscular, mantiene el equilibrio interno y metabolismo energético. Participa en la mineralización ósea y mantenimiento de un adecuado estado de hidratación, lo cual es fundamental para la persona que realiza un deporte. Este mineral se encuentra en una gran variedad de frutas y verduras, leche, pescado y carne (Palacios, 2009).

d. Vitamina E. Se considera un antioxidante de los tejidos. Entre sus funciones principales se encuentra la protección y reparación de tejidos dañados y glóbulos rojos. Su deficiencia puede causar anemia. Entre las principales fuentes se encuentran las semillas, frutos secos, aceites vegetales, vegetales de hoja verde (Palacios, 2009).

## K. Productos pre y post entrenamiento

1. Nutrición el proceso de competición. En el proceso del entrenamiento es de suma importancia para el deportista, ya que eso dependerá del rendimiento que tenga. El principal objetivo principal de la nutrición deportiva, tanto previo, como post competencia es el aporte de energía, nutrientes para el mantenimiento y la reparación de tejidos, como también el funcionamiento regular del metabolismo. Entre los nutrientes importantes en el proceso de entrenamiento son los hidratos de carbono y la hidratación (Olivoso, 2012).

Es importante llevar una dieta adecuada, tanto en términos de calidad como en cantidad, antes, durante y después del entrenamiento o competición. Entre los factores que determinan el rendimiento de un deportista principalmente es la nutrición, la dieta de los deportistas se basa principalmente en tres factores importantes, los cuales son (Olivoso, 2012):

- Aporte de energía apropiada
- Nutrientes para el mantenimiento y la reparación de los tejidos musculares
- Mantenimiento del metabolismo corporal

De acuerdo a la Dra. Palacios una buena alimentación no puede sustituir un entrenamiento incorrecto o una forma física regular, pero, una dieta inadecuada puede perjudicar el rendimiento de un deportista bien entrenado (Palacios, 2009).

2. Clasificación de los alimentos. Para la clasificación de alimentos existe una rueda de alimentos, la cual sirve para la clasificación de alimentos, con el fin de determinar su función principal y su composición mayoritaria. En una dieta diaria cuando se consume por lo menos unos o dos alimentos en la cantidad adecuada el resultado es una alimentación correcta (Palacios, 2009).

En esta rueda de alimentos existen siete clasificaciones, las cuales se les asigna un color de acuerdo a su funcionalidad, la clasificación es la siguiente:

Figura 7. Clasificaciones en la rueda de alimentos.



(Palacios, 2009)

De acuerdo a la Dra. Palacios la clasificación de esos alimentos es la siguiente:

- Alimentos plásticos o formadores de tejidos donde predominan las proteínas (color rojo)
  - Grupo I: Leche y sus derivados
  - Grupo II: Carnes, pescado y huevos
- Alimentos mixtos: Energéticos, plásticos y reguladores (color naranja)
  - Grupo III: Legumbres, frutos secos y patatas

- Alimentos reguladores donde predominan las vitaminas y los minerales (color verde)
  - Grupo IV: Verduras y hortalizas
  - Grupo V: Frutas
  
- Alimentos energéticos (color amarillo)
  - Grupo VI: Cereales, miel, azúcar y dulces (alimentos donde predominan los hidratos de carbono).
  - Grupo VII: Manteca y aceites.

En una dieta diaria es necesario llevar una mezcla de estos diferentes alimentos, para llevar una nutrición adecuada y un funcionamiento adecuado del organismo, en el caso que se lleva una dieta monótona puede llegar a conducir a un déficit de uno o más nutrientes.

3. Necesidades energéticas del deportista. En el caso de los deportistas una ingesta energética es de suma importancia, ya que esa debe cubrir todos sus gastos calóricos y le debe permitir mantener un peso corporal adecuado para que su rendimiento no se vea perjudicado.

El deportista debe llevar una dieta equilibrada en una gran variedad de alimentos, existen diversos factores que se deben de tomar en cuenta en cada individuo, las cuales son:

- Intensidad y tipo de actividad
- Duración del ejercicio
- Temperatura del ambiente
- Grado de entrenamiento

Principales Macronutrientes para el ejercicio:

a. Hidratos de carbono. Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía para el cuerpo, deportistas de media y alta intensidad son necesarios para mantener una contracción muscular adecuada durante el ejercicio. De acuerdo a la Dra. Palacios un gramo de hidratos de carbono aporta un promedio de 4kcal. Una dieta adecuada para un deportista supone un alrededor de un 60-65% de hidratos de carbono, con el fin de mantener las reservas energéticas en forma de glucógeno.

Los hidratos de carbono se dividen en dos diferentes grupos, los cuales son:

- Simples o de absorción rápida: Estos son monosacáridos que se encuentran principalmente en frutas, mermeladas, dulces y la leche.

- Complejos o de absorción lenta: En esta clasificación se encuentran los cereales y sus derivados, legumbres y patatas.

1. Hidratos de carbono una semana previa a la competición. El principal de esta etapa es aumentar las reservas de una forma significativa de glicógeno, por medio del consumo de hidratos de carbono y la disminución progresiva de la intensidad del entrenamiento. La dieta debe aportar entre 7-10 gr de HC/kg de peso corporal (Olivoso, 2012).

2. Hidratos de carbono durante el entrenamiento. El objetivo de este es la mantención de los depósitos corporales de estos y el aporte adecuado de energía para la ejecución de la actividad física, mediante el aporte de glucosa y fructosa al hígado permitiendo la síntesis del glicógeno hepático. En función a las horas de entrenamiento diario, los hidratos de carbono a consumir son los siguientes (Olivoso, 2012):

- 1 hora/día = 6-7 gr. de HC/kg de peso
- 2 horas/día = 8 gr. de HC/kg de peso
- 3 horas/día = 9 gr. de HC/kg de peso
- 4 horas/día = 10 gr. de HC/kg de peso

3. Hidratos de carbono horas antes de la competencia. Esta etapa se lleva a cabo en un periodo de 3-4 horas previas a la competencia, en esta etapa es necesario consumir alimentos que provean entre 4-5 gr de HC/Kg de peso corporal, lo que se busca son alimentos que aporten hidrolizados de almidón, ya que estos no aportan mucho dulzor y aportan una menor osmolaridad, de igual manera se requiere un alimento con bajo aporte proteico, fibra y gasa (Olivoso, 2012).

4. Hidratos de carbono durante la competencia. Durante la competencia se sugiere un aporte de 45-60 gr de HC/hora de competencia, esto ayuda en la mantención de los niveles de glicemia, lo cual favorece al deportista en la resistencia de la competencia (Olivoso, 2012).

b. Proteínas. Para un deportista, en su proceso de competición entre un 5-10% de la energía requerida para su desempeño es proveniente de proteínas. Los factores determinantes de los requerimientos de proteínas en los deportistas son el tipo de deporte, la intensidad del ejercicio, la frecuencia del entrenamiento, la ingesta energética a través de la dieta, el contenido de HC del plan de alimentación y las reservas corporales de HC. (Tipton y Olivoso)

La ingesta de proteínas recomendadas para los deportistas es muy variada, pero se podría resumir de la siguiente forma:

- Entrenamiento de fuerza, etapa de mantenimiento: 1,2 - 1,4 gr/kg de peso corporal.
- Entrenamiento de fuerza, etapa de aumento de masa muscular: 1,8 - 2,0 gr/kg de peso corporal.

- Entrenamiento de resistencia: 1,4 - 1,6 gr de proteínas/kg de peso corporal.
- Actividades intermitentes de alta intensidad: 1,4 - 1,7 gr de proteínas/kg de peso corporal.
- Recuperación post-ejercicio: 0,2 - 0,4 gr/kg de peso corporal.

En deportistas entrenados, la ingesta de proteínas en cantidades mayores a lo señalado no otorga beneficios, siendo el exceso de estas oxidado sólo para obtener energía (Tipton y Olivoso).

c. Grasas. En la dieta de un deportista debe estar conformada entre un 20-30% de las calorías del día como grasas. Esto debe permitirles cubrir las necesidades de ácidos grasos esenciales. Previamente a la una competencia es requerido que lleve una alimentación baja en grasa (IMFNB, 2005).

4. Hidratación. La hidratación deportiva es uno de los factores más importantes en su nutrición, ya que una deshidratación puede llegar a provocar efectos negativos en el organismo. Un estado del 2% de deshidratación llega a provocar un aumento de frecuencia cardíaca (FC) y una pérdida de la eficiencia fisiológica. De igual manera un proceso de deshidratación progresivo provoca un aumento de temperatura corporal, el cual puede llegar a los 40°C (Olivoso, 2012).

a. Estado de hidratación. Aproximadamente un 80% de la energía producida para la contracción muscular es eliminada en forma de calor, por lo que el organismo necesita eliminar ese calor para que no ocurra un aumento de la temperatura corporal, el cuerpo recurre al mecanismo de sudoración en la que ocurre un intercambio de calor, se elimina el calor y se enfría el cuerpo, pero en ese proceso ocurre una pérdida significativa de líquidos (Olivoso, 2012).

La deshidratación progresiva causa reducciones significativas del volumen sistólico y de la presión arterial media sin llegar a causar una disminución del gasto cardíaco (al mantener elevada la FC).

Además, cuando se ejercita bajo estrés térmico (en torno los 35°C), la deshidratación también causa una disminución del gasto cardíaco entre un 10-14% (3-4 l/min) debido a la mayor reducción del volumen sistólico que no se compensa totalmente con el incremento de la FC, acompañado además, de una disminución significativa de la presión arterial media (7%) y un incremento significativo de la resistencia vascular periférica (9%) durante un ejercicio de 2 horas en calor a una intensidad media del 65% del VO<sub>2</sub> máximo (Martinez, 2010).

b. Ingesta recomendada de líquidos y electrolitos. Las diferentes necesidades de hidratación de cada deportista se encuentran condicionadas por sus características antropométricas y de composición corporal, género, edad, ejercicio físico diarios y entorno donde realiza su ejercicio.

En la ingesta de los líquidos es necesario una ingesta no muy grande, con una frecuencia concreta y teniendo las características adecuadas en cuanto a su osmolaridad y el funcionamiento correcto del organismo (Olivoso, 2012).

Durante la actividad física existe un mecanismo de sudoración, como medio de enfriamiento, con el fin de disipar el calor producido en la contracción muscular, por ende, existe una pérdida significativa de líquidos, por lo que se recomienda que una persona que se encuentra físicamente activa consuma 1 litro diarios de agua. Las necesidades hídricas en personas deportistas de alto rendimiento dependen de la intensidad de ejecución y el estrés térmico soportado por cada deportista, por lo que se recomienda que haya una reposición hídrica entre 0.7-1.1 de bebida isotónica por hora, la cual se requiere que tenga una concentración mínima de 0.5-0.7 g de Na/L (Olivoso, 2012).

c. Hidratación durante la actividad física. En este estado es necesario tomar en cuenta el entorno donde se está desarrollando el ejercicio, ya que en ambientes muy calurosos y en condiciones de alta humedad relativa la ingesta puede llegar a ser hasta 4 L/día.

Los deportistas consumen bebidas comerciales, con el fin de tener una hidratación inmediata, la composición de estas bebidas incluye azúcares, lo cual favorece el mantenimiento de los depósitos de glucógeno muscular y la glucemia estable y evitar estados de deshidratación. Por lo que es necesaria una hidratación adecuada, ya que una temprana fatiga en el proceso de entrenamiento es provocada por un déficit de hidroelectrolitos (Olivoso, 2012).

Si se compara con la ingesta de agua sola, al añadir HC a una solución y consumiéndose a un ritmo de 1g/min (60g de azúcares/h), se reduce la oxidación de glucosa en el hígado hasta un 30%. Varios estudios han concluido como el aporte de una mezcla de azúcares en las bebidas de rehidratación, con una concentración de entre 6-9% durante el esfuerzo, mejora el rendimiento del deportista (Olivoso, 2012).

De acuerdo con Jeukendrup existe una mejora en el rendimiento deportivo a una mayor ingesta de líquidos y azúcares por hora, un equivalente a 30-90g HC/H.

Antes de la actividad físico-deportiva, sería importante que las bebidas ingeridas no fueran muy azucaradas y con un índice glucémico alto. Si fuera así existiría una respuesta en la insulina que podría provocar efectos hipoglucemiantes de rebote reduciendo en rendimiento deportivo (Palacios *et al*, 2008).

d. Rehidratación después de la actividad física. Es importante una hidratación adecuada después del entrenamiento y una ingesta considerable de hidratos de carbono, los cuales ayudan a reponer de una manera rápida los depósitos de glucógeno muscular gastados durante el ejercicio. De igual manera una bebida con sodio, eso permitirá aumentar la retención de líquidos y suministros de electrolitos eliminados por el sudor. Una hidratación adecuada de igual manera favorecerá la posibilidad de seguir ejercitándose días posteriores (Palacios *et al*, 2008).

Es importante que después de la actividad física haya una reposición entre el 150-200% del peso perdido durante el entrenamiento o competición, lo cual se recomienda que la bebida debe ser ligeramente hipertónica (Su contenido de sodio es mayor al de una bebida isotónica) con un contenido de sodio de 1-1.2g de Na/l. En las bebidas hipertónicas de igual manera se deben de tomar en cuenta los iones de potasio y magnesio. Es importante tomar en cuenta que una bebida hipertónica debe de contener entre 9-10% de hidratos de carbono. Estas bebidas son de suma importancia ya que reducen la sed y la diuresis producida por el consumo de agua sola (Palacios *et al*, 2008).

De acuerdo a la Dra. Palacios hay ciertos datos que se deben de tomar en cuenta sobre la composición de la solución para rehidratar, las cuales son:

- Que aporte energía en forma de hidratos de carbono de absorción rápida.
- Que reponga los electrolitos y el agua perdidos durante la actividad.
- Que se absorba bien en el intestino.
- Que tenga buen sabor.
- Que mantenga el volumen plasmático.
- Que no contenga alcohol.

De modo cuantitativo se recomendaría la ingesta de 60-90 g de HC/hora en el caso de deportes de larga duración (>3 horas) (Burke *et al*, 2011; Jeukendrup, 2011) y en deportes de equipo (entre 1-2 horas) de 30-60g/hora (Jeukendrup, 2011). Pese a que lo más lógico inducirá a pensar que ingerir una bebida hipertónica sería más positivo, las instituciones internacionales recomiendan no pasar de 6-9% la concentración de HC al haber una limitación en cuanto a la absorción de azúcares/hora (Martínez, Sanchez y Alvarez, 2013).

## L. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se define como la disciplina científica que se usa para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones que surgen ante las características de los alimentos que se perciben a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto u oído. Esta metodología es una que se ha utilizado desde la antigüedad, con escritos que describen olores u otras características de los alimentos. La evaluación como una disciplina se ha establecido a través de diversas investigaciones realizadas, fortaleciendo la base de que

el análisis sensorial se encuentra apoyada por conocimientos científicos y procesos de aprendizaje formados día con día (Hernández, 2005).

Esta metodología se encuentra basada en la psicofísica, la ciencia que estudia la relación entre el estímulo y la respuesta que el sujeto tiene ante este estímulo. A raíz de esto, la evaluación sensorial surge como la disciplina para medir la calidad percibida de los alimentos, conocer la opinión sobre los productos, y mejorar la aceptación que se tiene de parte del consumidor. Además, esta metodología sirve para realizar investigaciones de desarrollo e innovación de nuevos productos, para un aseguramiento de la calidad, y para la promoción y venta de los alimentos (Hernández, 2005).

1. Clasificación de pruebas sensoriales. Las pruebas sensoriales pueden dividirse en tres grupos principales, las pruebas discriminativas, las pruebas descriptivas o las pruebas afectivas. Las pruebas discriminativas son las que consisten en comparar dos o más muestras de un producto, para indicar si se logra percibir una diferencia o no; su principal uso es para describir una diferencia y estimar su tamaño. El siguiente tipo de pruebas son las descriptivas, las cuales permiten conocer las características específicas del producto alimenticio, y las exigencias del consumidor. A través de estas pruebas se pueden realizar cambios en formulaciones hasta obtener un producto de mayor aceptación. El último tipo de pruebas son las de tipo afectivo, las cuales son pruebas en las que los panelistas expresaron su nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto (Ramírez-Navas, 2012).

2. Prueba de aceptabilidad. Las pruebas de aceptación son pruebas de tipo afectivas, conocidas también como *nivel de agrado*. Se emplean principalmente para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores, y según su tipo pueden indicar cuánto agrada o desagradó dicho producto. Esta prueba permite medir la actitud que tiene el panelista ante el producto evaluado, así como el grado de preferencia que presenta ante este producto. Algunas de las aplicaciones de este tipo de pruebas son el desarrollo de nuevos productos, cambio de tecnología de proceso, reducción de costos, medición de tiempo de vida útil, entre otros (Hernández, 2005).

## M. Análisis de vida útil

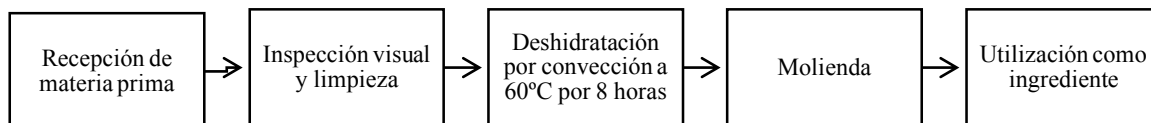
La vida de anaquel de un producto se define como el período entre la manufactura y venta de un producto alimenticio, durante el cual el producto conserva sus características y calidad satisfactoriamente. Este es un período de tiempo en el cual, bajo condiciones definidas, se produce una disminución tolerable de la calidad del producto, englobando las características físicas, químicas, microbiológicas, nutricionales, sensoriales, y todo lo referente a la inocuidad del alimento. Este período se ve finalizado en el momento en que alguno de los parámetros considerados llega a ser inaceptable (Leistner, 2000).

La base de la determinación de la vida de anaquel de un producto es la seguridad, calidad y nutrición que el producto alimenticio estudiado presenta. Este depende de distintos factores que tienen una influencia en el período de tiempo en el que se mantienen las características, tales como (Carrillo, 2013):

1. Materia prima: uno de los factores más influyentes, ya que según contenido de macronutrientes, sucederán distintas reacciones internas en el alimento. La composición de la materia prima que se usa es determinante para las reacciones de deterioro que puedan darse en el producto.
2. Formulación del producto: los ingredientes y aditivos utilizados para la elaboración del producto tienen un efecto directo en la vida de un alimento, afectando el número de reacciones indeseables.
3. Procesamiento: Según el proceso tecnológico que suceda, se puede o no asegurar la seguridad y calidad del producto. La influencia de este punto depende mucho de las condiciones sanitarias que se tienen durante el procesamiento.
4. Empaque: el empaque tiene un efecto respecto a la protección que se le está dando al producto una vez procesado, sirviendo como la barrera principal para evitar reacciones de descomposición indeseadas.
5. Condiciones de almacenamiento: depende mucho del lugar y tiempo en el que se almacenan, ya que las condiciones deben estar basadas en las instrucciones definidas por el productor, siendo estas las condiciones en las cuales se puede verificar la seguridad del producto con el paso del tiempo definido.

## VI. METODOLOGÍA

### A. Obtención de harinas a partir de descarte agroindustrial



El palmito se recibió en forma fresca, en forma cilíndrica. Esta se lavó y limpió para luego cortarlas en porciones delgadas con el objetivo de facilitar su deshidratación. La deshidratación se realizó a 60°C por 4 horas en un deshidratador industrial. Seguidamente se realizó la molienda con la ayuda de licuadoras, por aproximadamente cinco minutos, o hasta obtener partículas pequeñas, tipo harina.

La pulpa de café fue obtenida en un beneficio ubicado en el departamento de Huehuetenango, Guatemala. Ésta se obtiene del proceso húmedo, por lo que es necesario colocarla inmediatamente en patios de secado bajo el sol como se realiza con los granos de café. Si este paso no se lleva a cabo, la pulpa iniciará un proceso de fermentación y cambiarán sus características organolépticas y fisicoquímicas.

Al terminar el secado bajo el sol, la pulpa fue trasladada a la planta piloto de la Universidad del Valle de Guatemala. Se realizó una inspección visual para detectar contaminación física como insectos y fragmentos de madera o metal. Posteriormente, la pulpa seca se colocó en mantas para agitarlas y remover polvo o partículas contaminantes presentes, a manera de realizar una limpieza en seco.

La pulpa seca fue luego introducida en deshidratador por convección. El equipo se programó a una temperatura de 60°C y la pulpa permaneció en él durante aproximadamente 8 horas. El proceso de deshidratación se realizó con el objetivo de remover la humedad residual del secado bajo el sol. Se recomienda realizarlo en menos de dos días después del secado en el beneficio, debido a que los productores de café han observado que de lo contrario, la pulpa aún puede iniciar un proceso de fermentación y degradarse.

### B. Caracterización de harinas

La caracterización física consistió en un análisis organoléptico en donde se determinaron los atributos de apariencia, olor y textura. Por otro lado, se realizó un análisis granulométrico de la harina con el objetivo de conocer el tamaño de partícula de esta. Por último la capacidad de retención de agua se realizó por el método de centrifugación.

1. Evaluación física. Se describieron los siguientes atributos observados en las harinas:

- Olor
- Color
- Apariencia
- Textura

2. Evaluación fisicoquímica

Cuadro 20. Análisis fisicoquímicos realizados en las harinas.

Análisis*	Método
Humedad	Secado hasta peso constante a 100-105°C de acuerdo a método AOAC 925.09.
Cenizas	Determinación en mufla a 550°C hasta peso constante según método AOAC 923.03.
Proteína	Kjeldahl AOAC 984.13, utilizando 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteínas.
Grasa	Método de Soxhlet AOAC 922.06.
Fibra cruda	Método enzimático gravimétrico AOAC 993.19.
Fibra dietética	Método enzimático gravimétrico AOAC 985.29.
Cafeína	HPLC AOAC 979.08
Capacidad de absorción de agua	Índice de absorción de agua (Anderson, et al., 1969)
Índice de solubilidad	Índice de solubilidad (Anderson, et al., 1969)
Granulometría	Tamizaje para distribución de tamaño de partícula. Cálculo de porcentaje de diámetro de partícula acumulativo.
Zinc	Espectrometría de absorción atómica AOAC 999.11.
Magnesio	Espectrometría de absorción atómica AOAC 985.35.
Potasio	Fotómetro de llama, modelo PFP7, AOAC 973.41.

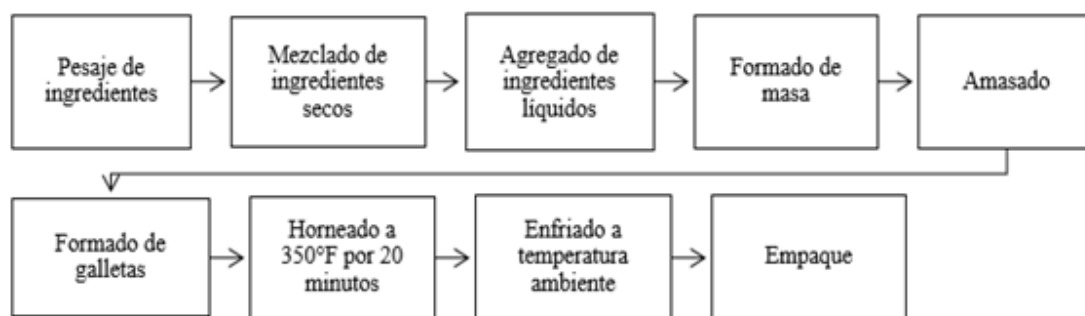
\*Todos los análisis se realizaron en duplicado. Ver ecuaciones en anexos.

Es importante mencionar que la pulpa de zanahoria fue facilitada por contactos internos, por lo que no se vio en la necesidad de caracterizar esta materia prima.

## C. Desarrollo de producto a partir de descarte agroindustrial

1. Galleta tipo cracker. Para el desarrollo de la galleta, primero que todo, se procedió pesando la materia prima e insumos. Seguidamente se mezclaron los ingredientes sólidos, agregando los líquidos de forma constante pero cuidadosamente. Con esto se logró la formación de la masa y por consiguiente el amasado y formado de galletas. Por último, las galletas fueron horneadas a 350°F por 20 minutos y una vez frías, empacadas en polipropileno metalizado.

## a. Galleta tipo cracker



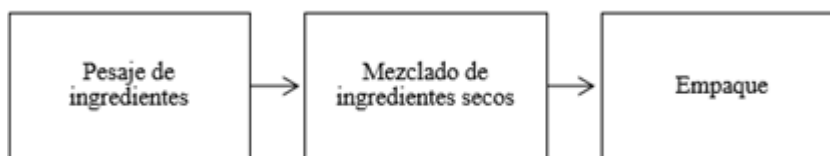
Cuadro 21. Bitácora galleta cracker

Formulación 1		Formulación 2	
Ingrediente	Porcentaje (%)	Ingrediente	Porcentaje (%)
Harina de trigo	65.74	Harina de trigo	8.74
Harina de palmito	5.00	Harina de palmito	50.00
Pulpa de zanahoria	3.00	Pulpa de zanahoria	15.00
Agua	20.61	Agua	20.61
Polvo para hornear	2.26	Polvo para hornear	2.26
Aceite de coco	2.26	Aceite de coco	2.26
Sazonador	1.13	Sazonador	1.13

Continuación cuadro 21. Bitácora galleta cracker.

Comentario		Comentario	
Se realizó una sustitución de 5% de harina de palmito y 3% de pulpa de zanahoria. Respecto al análisis sensorial, no se percibía el sabor a palmito ni el de zanahoria.		La segunda formulación se realizó con una sustitución de 50% de harina de palmito y 15% de pulpa de zanahoria. En esta se percibía mucho el sabor a palmito, la textura era muy dura y el color desagradable, verde amarillento. Sin embargo constituyó un parámetro para conocer el límite de sustitución.	
Formulación 3		Formulación 4	
Ingrediente	Porcentaje (%)	Ingrediente	Porcentaje (%)
Harina de trigo	43.74	Harina de trigo	39.57
Harina de palmito	15.00	Harina de palmito	20.00
Pulpa de zanahoria	15.00	Pulpa de zanahoria	15.00
Agua	20.61	Agua	20.61
Polvo para hornear	2.26	Polvo para hornear	2.26
Aceite de coco	2.26	Aceite de coco	2.26
Sazonador	1.13	Sazonador	1.13
Se realizó una sustitución de 15% de harina de palmito y 15% de pulpa de zanahoria. En el sabor resultante salado no se percibía el sabor característico ni del palmito ni de la zanahoria.		En la última formulación se sustituyó con 20% de harina de palmito y 15% de pulpa de zanahoria. Esta resultó con un buen sabor, olor y crujencia. Esta formulación se eligió como la adecuada.	

## b. Sazonador bajo en sodio



Cuadro 22. Bitácora del sazonador para galleta cracker.

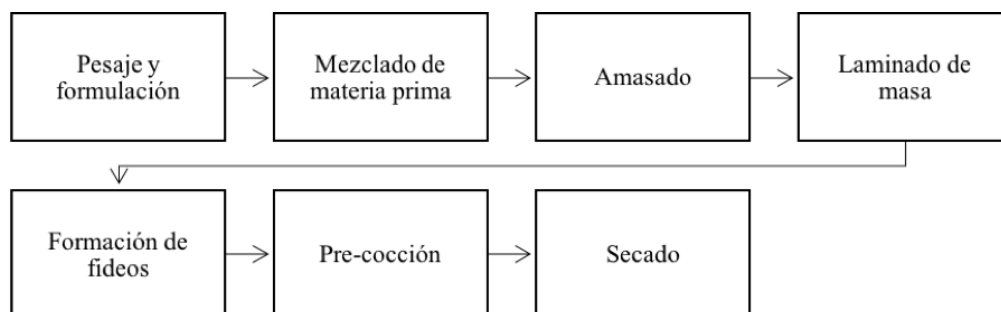
Formulación 1		Formulación 2	
Ingrediente	Porcentaje (%)	Ingrediente	Porcentaje (%)
Consomé de res	38.66	Albahaca	30.53
Albahaca	15.46	Tomate deshidratado	15.27
Pimienta negra	11.16	Orégano	15.27
Ajo en polvo	8.59	Cloruro de potasio	8.40
Orégano	8.59	Pimienta negra	7.63
Cebolla en polvo	8.59	Sal	7.63
Cloruro de potasio	4.64	Tomillo	7.63
Tomillo	4.29	Cebolla en polvo	7.63

El sabor resultante fue intenso, principalmente por la presencia del consomé de res, la cantidad de ajo en polvo y cebolla en polvo. Respecto al olor, fue bastante aromático y la apariencia agradable, característico de un sazonador.	Se eliminaron el consomé de res y el ajo en polvo de la formulación. Tanto el olor como el sabor resultaron bastante aromáticos e intensos, sin embargo el sabor resultó levemente salado. Por último, la apariencia fue agradable, característico de un sazonador.
--	---

## 2. Sopa instantánea de vaso



## a. Fideos tipo Ramen



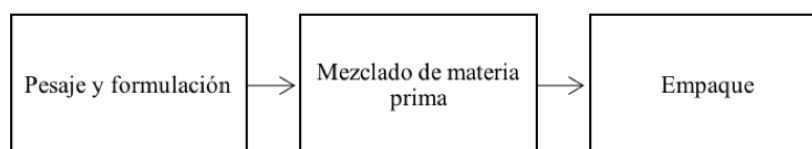
Cuadro 23. Bitácora de elaboración de fideos.

Formulación 1		Formulación 2	
Ingrediente	Porcentaje (%)	Ingrediente	Porcentaje (%)
Harina de trigo	33.6%	Harina de trigo	29.7%
Agua	30.6%	Huevo	23.4%
Puré de zanahoria	16.9%	Puré de zanahoria	21.6%
Harina de maíz	9.2%	Harina de maíz	10.0%
Almidón de maíz	4.7%	Harina de palmito	8.7%
Harina de palmito	4.7%	Almidón de maíz	5.8%
Sal de mar	0.3%	Sal de mar	0.8%

Continuación cuadro 24. Bitácora de elaboración de fideos.

Comentario	Comentario
<p>La primera formulación evaluada fue a base de agua como agente ligante, presentando un sabor poco intenso, una coloración muy clara y una textura grumosa. Se observó una tenacidad aceptable pero una baja elasticidad.</p>	<p>La segunda formulación evaluada fue a base de huevo como agente ligante, presentando un sabor intenso, una coloración brillante llamativa y una textura homogénea. La tenacidad y elasticidad del producto fueron aceptables.</p>
Ilustración	Ilustración
	

## b. Sazonador bajo en sodio



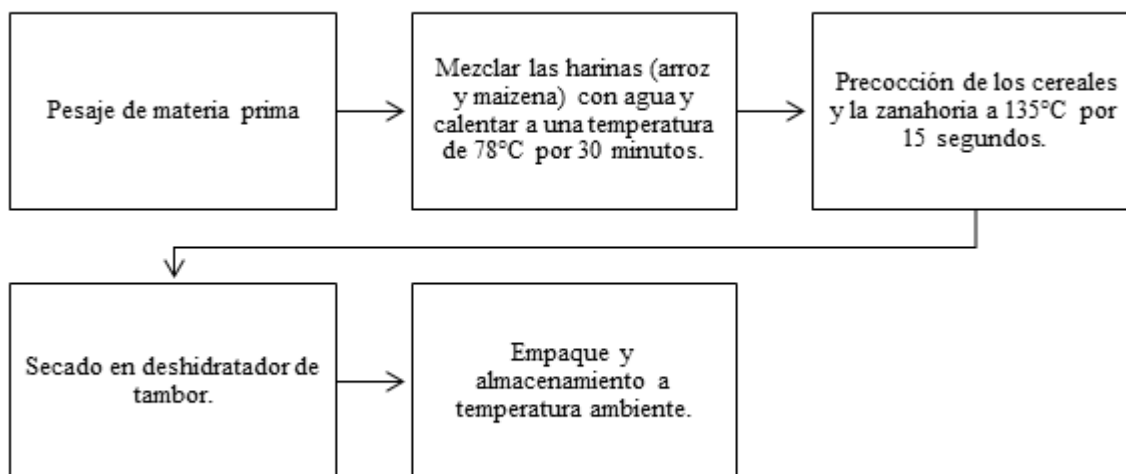
Cuadro 25. Bitácora de elaboración de consomé.

Formulación 1		Formulación 2	
Ingrediente	Porcentaje (%)	Ingrediente	Porcentaje (%)
Ajo el polvo	21.0%	Ajo en polvo	25.0%
Cebolla en polvo	21.0%	Cebolla en polvo	25.0%
Pimienta negra	19.0%	Pimienta negra	25.0%
Chile pimiento deshidratado en polvo	14.0%	Paprika	20.0%
Tomate deshidratado en polvo	14.0%	Sal de mar	5.0%
Paprika	8.5%		
Sal de mar	2.5%		



  

La primera formulación aportaba una buena mezcla de sabores, con una buena intensidad que confería sabor al momento de su uso. El color presentado fue una mezcla roja, negra y blanca.	La segunda formulación presentaba una coloración blanca rojiza, y un sabor poco intenso al momento de su uso.
---	---

### 3. Papilla instantánea



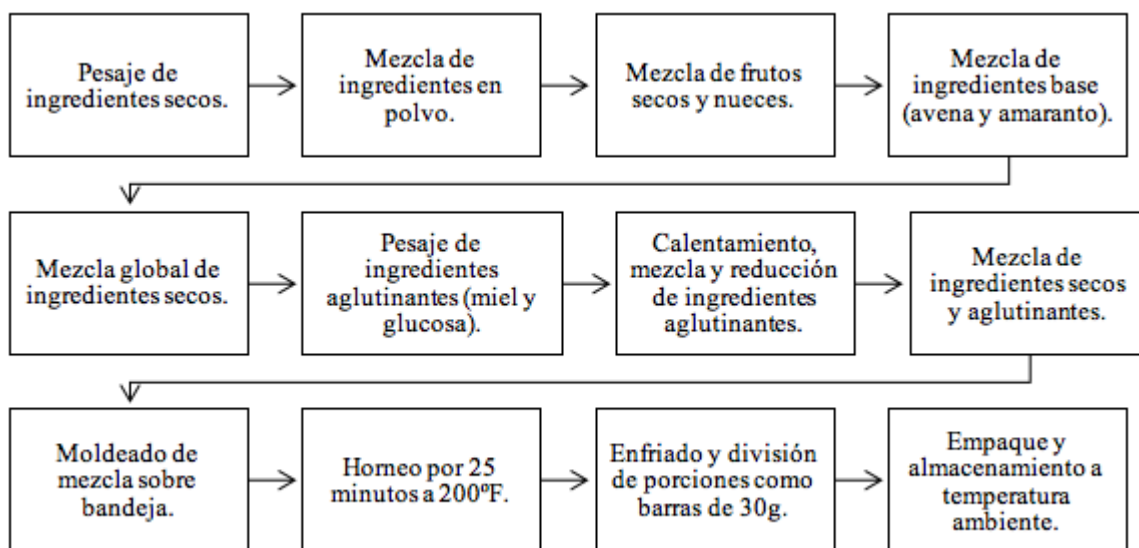
Cuadro 26. Bitácora de elaboración de papilla.

Formulación	Ingrediente	Porcentaje (%)	Imagen	Observaciones
1	Harina de arroz	52.68		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color oscuro, ligeramente café.</li> <li>• Textura arenosa</li> <li>• Residuo amargo</li> <li>• Insípida</li> </ul>
	Pulpa de zanahoria	29.27		
	Fécula de maíz	15.61		
	Vainilla	1.22		
	Canela	1.22		
2	Harina de arroz	22.28		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textura ligeramente arenosa</li> <li>• Sabor ligeramente amargo</li> <li>• Se siente mucho la maicena</li> <li>• Falta sabor</li> </ul>
	Pulpa de zanahoria	69.85		
	Fécula de maíz	7.16		
	Vainilla	0.36		
	Canela	0.36		

Continuación cuadro 27. Bitácora de elaboración de papilla.

	Ingrediente	Porcentaje (%)	Imagen	Observaciones
Formulación 3	Harina de arroz	18.20		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color ligeramente naranja</li> <li>• Poco sabor</li> </ul>
	Pulpa de zanahoria	73.60		
	Fécula de maíz	7.89		
	Vainilla	0.16		
	Canela	0.16		

#### 4. Barra energética tipo granola



Cuadro 28. Bitácora de desarrollo de formulaciones para snack energético tipo barra de granola.

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5
Ingrediente	Porcentaje (%)				
Miel	20.32	21.48	26.30	26.30	28.40
Avena	14.32	20.37	21.53	21.40	22.71
Nuez pecana	12.34	12.24	11.84	11.84	8.00
Almendras	7.01	7.01	10.25	10.25	10.25
Arándanos azules	7.19	8.50	5.90	5.90	5.94
Piña deshidratada	5.87	4.87	5.87	5.82	0.00
Glucosa	3.96	5.80	5.80	5.80	5.80
Arándanos rojos	5.70	5.70	5.09	5.09	5.00
Harina de pulpa de café	8.23	6.00	4.00	4.00	5.00
Amaranto	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
Linaza molida	1.23	1.23	1.50	1.23	1.13
Afrecho	0.52	1.12	1.12	1.12	1.12
Canela	0.21	0.45	0.60	1.00	1.00
Esencia de café	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05
Vainilla en polvo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
Puré de dátiles	8.38	1.42	0.00	0.00	0.00
Pasas	3.24	3.24	0.00	0.00	0.00
Sal	0.47	0.47	0.20	0.20	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Observaciones	Sabor predominante a pasas, bastante dulce y con percepción a granos de sal. Percepción no agradable a piña. Textura suave agradable. Color muy oscuro.	Mucha percepción de sal y pasas. Tamaño de partícula de los ingredientes muy grande, por lo que se hace necesario su corte más fino. Aumentar el porcentaje de miel para mejorar textura. Definición de tiempo de horneado por 20 min a 325°F. Color muy oscuro aún.	Mejoró textura respecto al agente ligante. Se eliminó el puré de dátiles y las pasas para mejorar sabor. Se probaron dos tiempos de horneado: 20 min y 25 min. Se determinó un tiempo de 25 min como más adecuado. Mejoró apariencia.	Se adicionó esencia de café para mejorar aroma. Textura agradable. Apariencia agradable.	Se adicionó amaranto para mejorar contenido nutricional, y vainilla para mejorar sabor y aroma. Textura agradable, levemente crujiente. Se eliminó la piña deshidratada. Apariencia y color agradable.

## 5. Bebida hipertónica

## a. Formulación inicial de gel pre entrenamiento

Cuadro 29. Formulación 1 de gel pre entrenamiento

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)	Observaciones
Cálices cocidos de rosa de Jamaica	0.280	28.0	La coloración es muy parda, no es agradable para la vista del consumidor.
Cascara de pina cocida	0.280	28.0	
Sacarosa	0.210	21.0	
Almidón Modificado	0.06	6.0	
Agua	0.350	17.0	

Cuadro 30. Formulación 2 de gel pre entrenamiento

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)	Observaciones
Cálices cocidos de rosa de Jamaica	0.280	28.0	La viscosidad es muy alta y muy poco manejable.
Cascara de pina cocida	0.280	28.0	
Sacarosa	0.210	21.0	
Almidón modificado	0.06	15.0	
Agua	0.350	17.0	

## b. Formulación inicial de bebida hipertónica post entrenamiento

Cuadro 31. Formulación 1 de bebida hipertónica

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)	Observaciones
Infusión de Rosa de Jamaica	0.25	25.0	El sabor de esta bebida es muy salado.
Agua	0.658	69.0	
Sacarosa	0.02	2.0	
Glucosa	0.02	2.0	
Maltodextrina	0.02	2.0	
Cloruro de sodio	0.002	0.2	

Cuadro 32. Formulación 2 de bebida hipertónica

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)	Observaciones
Infusión de Rosa de Jamaica	0.25	25.0	El sabor es muy astringente y muy salado muy poco aceptable
Infusión de cascara de piña	0.658	66.0	
Sacarosa	0.05	5.0	
Glucosa	0.02	2.0	
Maltodextrina	0.02	2.0	
Cloruro de sodio	0.002	0.2	

Cuadro 33. Formulación 3 de bebida hipertónica

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)	Observaciones
Infusión de Rosa de Jamaica	0.20	20.0	El sabor es ligeramente salado no muy deseado
Infusión de cascara de piña	0.50	50.0	
Sacarosa	0.05	5.0	
Glucosa	0.02	2.0	
Maltodextrina	0.02	2.0	
Cloruro de sodio	0.0015	0.2	
Agua	0.208	20.9	

Cuadro 34. Formulación 4 de bebida hipertónica

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)	Observaciones
Infusión de Rosa de Jamaica	0.20	20.0	La bebida tiene un sabor astringente y salado
Infusión de cascara de piña	0.60	60.0	
Sacarosa	0.05	5.0	
Glucosa	0.02	2.0	
Maltodextrina	0.02	2.0	
Cloruro de sodio	0.001	0.1	
Agua	0.109	10.9	

Cuadro 35. Formulación 5 de bebida hipertónica

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)	Observaciones
Infusión de Rosa de Jamaica	0.20	20.0	El sabor de la bebida es muy salado y astringente
Infusión de cascara de piña	0.60	60.0	
Sacarosa	0.05	5.0	
Glucosa	0.02	2.0	
Maltodextrina	0.02	2.0	
Cloruro de sodio	0.0015	0.2	
Agua	0.108	10.9	

Figura 8. Flujo de proceso de obtención de infusiones y puré de cálices de Rosa de Jamaica.

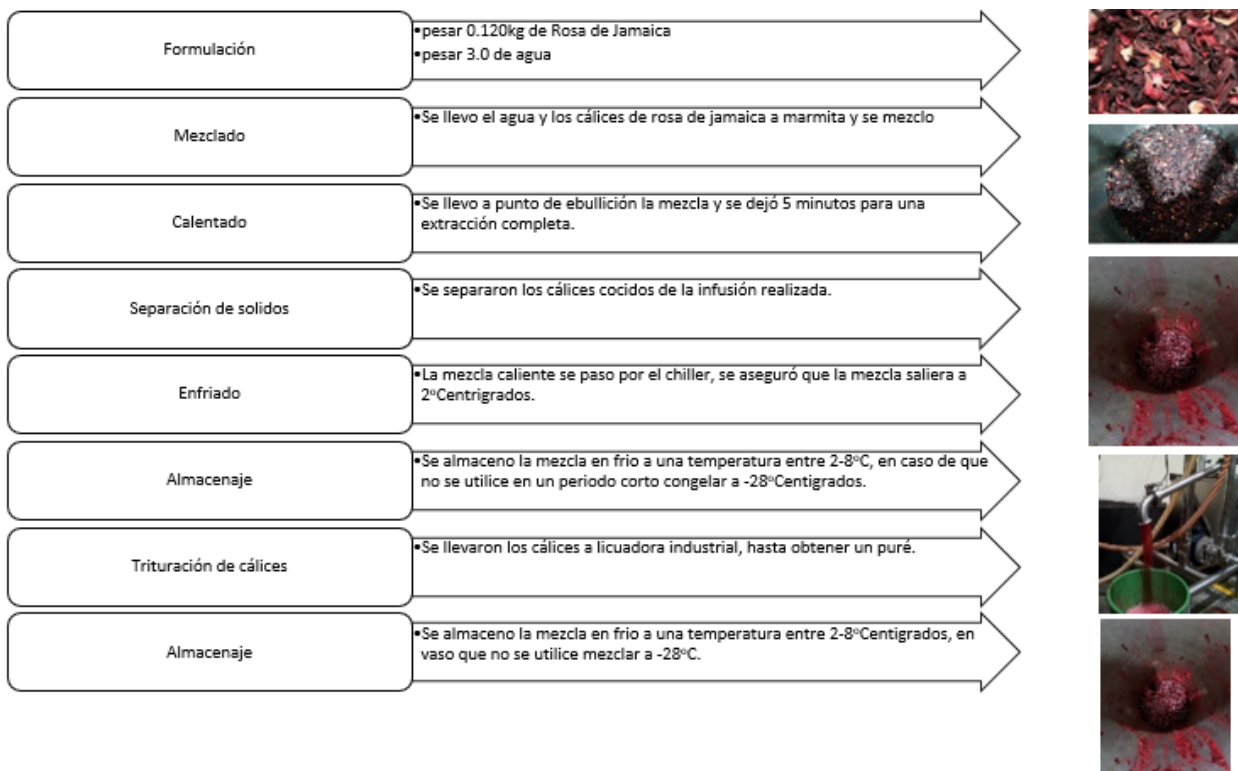


Figura 9. Flujo de proceso de obtención de infusiones y puré de cáscara de piña.

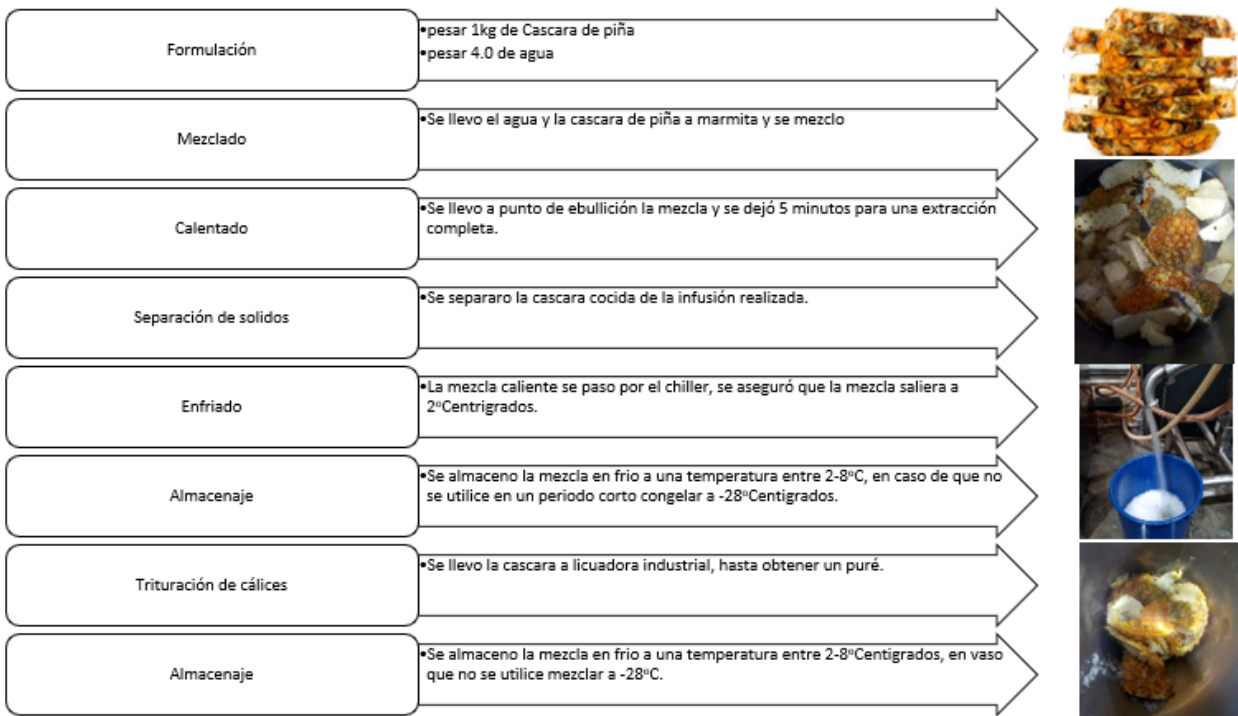


Figura 10. Flujo de proceso de bebida hipertónica post entrenamiento.

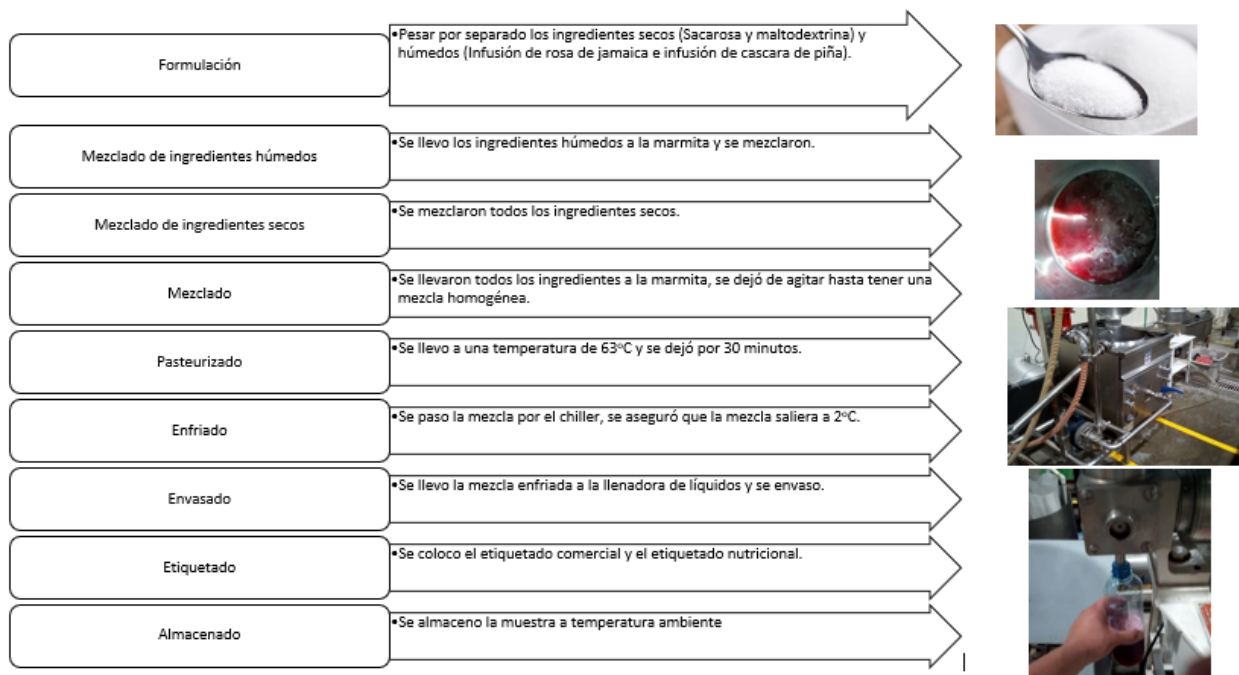
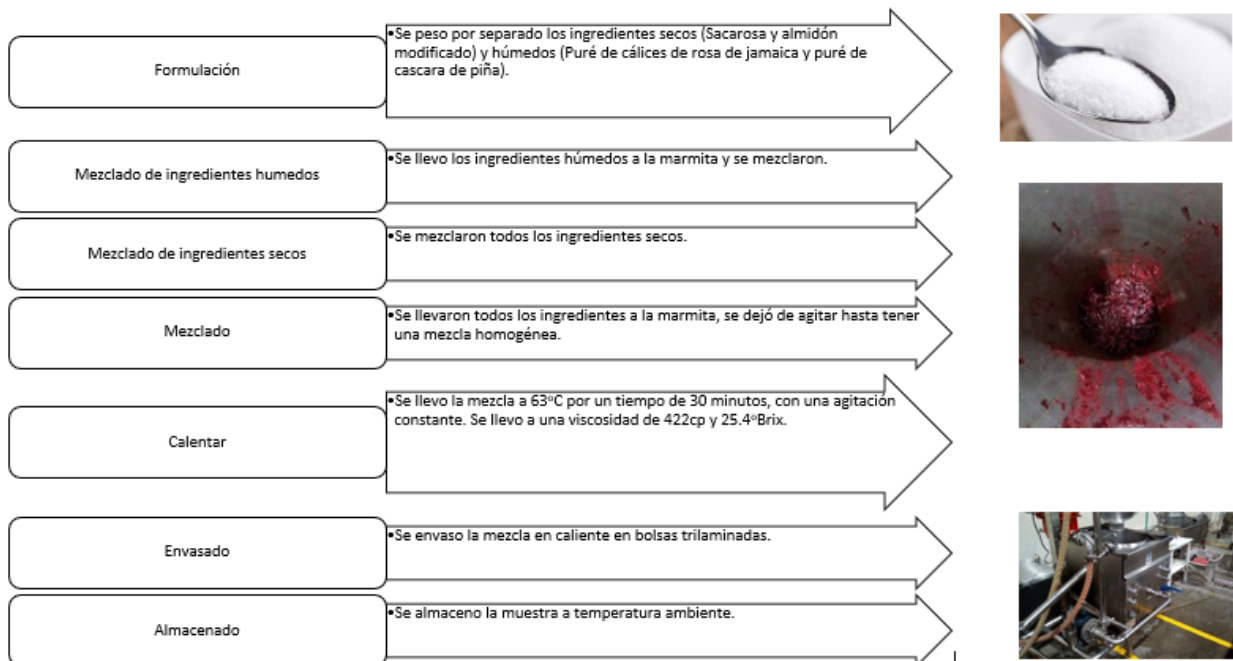


Figura 11. Flujo de proceso de gel pre entrenamiento.



## 6. Gel pre entrenamiento

Cuadro 36. Formulación final de gel pre entrenamiento

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Cálculos cocidos de Rosa de Jamaica	0.180	18.0
Cáscara de piña cocida	0.180	18.0
Sacarosa	0.210	21.0
Almidón modificado	0.03	3.0
Infusión de Rosa de Jamaica	0.05	5.0
Agua	0.350	35.0

Cuadro 37. Formulación final de bebida hipertónica post entrenamiento

Ingredientes	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Infusión de Rosa de Jamaica	0.20	20.0
Infusión de cáscara de piña	0.50	50.0
Sacarosa	0.05	5.0
Glucosa	0.02	2.0
Maltodextrina	0.02	2.0
Cloruro de sodio	0.001	0.1
Agua	0.209	20.9

## D. Caracterización de productos desarrollados

Cuadro 38. Análisis fisicoquímicos realizados en productos desarrollados.

Análisis*	Método
Humedad	Secado hasta peso constante a 100-105°C de acuerdo a método AOAC 925.09.
Cenizas	Determinación en mufla a 550°C hasta peso constante según método AOAC 923.03.
Proteína	Kjeldahl AOAC 984.13, utilizando 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteínas.
Grasa	Método de Soxhlet AOAC 922.06.
Fibra cruda	Método enzimático gravimétrico AOAC 993.19.
Fibra dietética	Método enzimático gravimétrico AOAC 985.29.
Carbohidratos	Determinación por diferencia para la papilla y la barra energética.
Carbohidratos	Determinación por espectrofotometría para bebida hipertónica y mermelada
Cafeína	HPLC AOAC 979.08
Actividad de agua	Utilización de higrómetro de punto de rocío AquaLab, método AOAC 978.18.
Zinc	Espectrometría de absorción atómica AOAC 999.11.
Sodio	Espectrometría de absorción atómica AOAC 985.35.
Magnesio	Espectrometría de absorción atómica AOAC 985.35.
Potasio	Fotómetro de llama, modelo PFP7, AOAC 973.41.
Capacidad de absorción de agua	Índice de absorción de agua (Anderson, <i>et al.</i> , 1969) Índice de solubilidad (Anderson, <i>et al.</i> , 1969)
Índice de solubilidad	Tamizaje para distribución de tamaño de partícula.
Granulometría	Cálculo de porcentaje de diámetro de partícula acumulativo

\*Todos los análisis se realizaron en duplicado. Ver ecuaciones en anexos.

## E. Análisis sensorial

Para evaluar la aceptabilidad de los productos desarrollados en cuanto a los atributos de apariencia, textura, sabor y aroma, se realizaron pruebas de aceptabilidad sensorial con escala hedónica. El número máximo de panelistas que participaron en la prueba fue de 100, los cuales no eran entrenados.

Las poblaciones estudiadas se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 39. Descripción de las poblaciones que participaron en las pruebas sensoriales de los productos desarrollados.

Producto evaluado	Descripción de la población	Rango de edad (años)
Barra energética tipo granola	Estudiantes y personal administrativo de la Universidad del Valle de Guatemala	17-68
Papilla instantánea	Adultos consumidores del producto, principalmente madres	25-60
Sopa instantánea	Adultos y adultos jóvenes trabajadores, con poco tiempo para preparar alimentos	20-40
Bebida hipertónica post entrenamiento y mermelada pre entrenamiento	Jóvenes y adultos que practican algún deporte	18-51

A los participantes se les entregó el producto en forma individual y se les solicitó indicar cuánto les agradaba la muestra, por medio de la asignación de un valor a cada atributo, según la categoría reportada en la escala hedónica. Por último, los resultados fueron tabulados e interpretados según el género y rangos de edades de la muestra entrevistada.

## F. Análisis de vida útil

El método utilizado para determinar la vida útil de los productos fue el acelerado, en el cual se considera, como resultado de estimaciones estadísticas, que una semana a 37°C en incubadora, es igual a un mes a temperatura ambiente.

La variable cuantificable que se midió fue la actividad de agua, y se evaluaban de una a dos muestras por semana. Simultáneamente, se realizaba una evaluación sensorial de los productos para detección de cambios organolépticos.

## VII. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

### A. Harina de palmito

#### 1. Caracterización de harina de palmito.

Cuadro 40. Análisis granulométrico de la harina de palmito.

Tamices	Peso (g)
40	2.6664
60	3.2302
80	1.4830
100	0.4086
120	1.5880
200	0.4071
Residuo	0.2086
Peso final	9.9919

Cuadro 41. Análisis granulométrico de la harina de trigo.

Tamices	Peso (g)
40	0.0060
60	1.1590
80	0.0860
100	7.0820
120	1.6650
200	0.0000
Residuo	0.0015
Peso final	9.9995

Cuadro 42. Análisis proximal de harina de palmito.

Análisis	Porcentaje (%)	Desviación estándar (%)
Humedad	0.37	$3.98 \times 10^{-4}$
Cenizas	4.89	$5.01 \times 10^{-3}$
Proteína	11.11	$4.05 \times 10^{-4}$
Grasa	2.88	$2.51 \times 10^{-3}$
Fibra total	8.42	$1.61 \times 10^{-3}$
Fibra dietética	86.90	19.20

Cuadro 43. Caracterización fisicoquímica de harina de palmito.

Análisis	Resultado
Índice de absorción de agua	4.1282
Índice de solubilidad de agua	2.7947
Actividad de agua (Aw)	0.357

La industria agroalimentaria de vegetales y hortalizas genera una gran cantidad de subproductos que generalmente son descartados. En el caso de la zanahoria, aproximadamente el 8% se descarta anualmente debido a diferentes causas, dentro de las cuales se puede mencionar las deformaciones, raíces rajadas, raíces fuera del tamaño establecido o por presencia de raíces de diferente coloración. En el caso del palmito, se descarta aproximadamente el 84% de su peso total la cual representa la parte inferior del corazón de la palma, que generalmente es la parte que se aprovecha en las industrias de conservas.

Con el objetivo de reducir el descarte de palmito y zanahoria a nivel nacional, se decidió realizar harina de palmito, a partir de la parte inferior del corazón de la palma, y pulpa de zanahoria, a partir de zanahorias que no cumplieran con los estándares de calidad de forma o tamaño. Las galletas se formularon sustituyendo la harina de trigo con 20% de harina de palmito y 15% de pulpa de zanahoria. Para la determinación de los porcentajes de sustitución se realizaron varias pruebas ya que estos pueden afectar de manera significativa las características organolépticas del producto, especialmente el sabor, la apariencia y la textura. Sin embargo, estos atributos organolépticos también se pueden ver afectados por el tamaño de partícula. El Cuadro 38 muestra el análisis granulométrico de la harina de palmito, el cual se determinó con el objetivo de comprobar el correcto tamaño de las partículas de harina ya que tamaños mayores pueden afectar la apariencia del producto y producir dificultad en la masticación del producto, y, por otro lado, tamaños menores pueden presentar problemas en la hidratación, ocasionar la formación de grumos y apelmazamiento de la harina. Además, se obtuvo la información del análisis granulométrico de la harina de trigo con el objetivo de observar el comportamiento de la matriz del producto, una vez que se encontraran

mezclados los ingredientes. Luego de obtener el porcentaje de sustitución óptimo para las hortalizas se prosiguió a caracterizar la harina de palmito con el objetivo de conocer sus propiedades, como producto proveniente del descarte de la palma.

El Cuadro 41 muestra los resultados de la caracterización fisicoquímica de harina de palmito. Se puede observar que el contenido de humedad de 0.37% es menor que el límite máximo establecido por la norma CODEX STAN 152-1985, para la harina de trigo, de 15.5%. Este porcentaje, junto con las correctas condiciones de transporte y almacenamiento (25°C de temperatura y humedad relativa de 65% según la norma COGUANOR NGO 34 083:91), asegura a el producto ya que no permite el desarrollo y crecimiento de bacterias, hongos y mohos como *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, entre otros. El resultado anteriormente presentado se respalda con la actividad de agua resultante la cual fue de 0.357. Como se puede observar, esta es bastante baja en comparación a la actividad de agua estándar para harina de trigo, la cual es de 0.67 aproximadamente. Esta actividad de agua asegura que los microorganismos no se multiplicarán ya que, a pesar de que posiblemente tengan los nutrientes y condiciones favorables para su crecimiento, los microorganismos necesitan la presencia de agua, en forma disponible para su crecimiento y desarrollo.

Por otro lado, dentro de la caracterización de la harina de palmito se puede observar esta presenta un alto contenido de fibra dietética y proteína, 86.9% y 11.1% respectivamente. Es importante resaltar que esta parte de la palma presenta mayor contenido, tanto de fibra dietética como de proteína, que la porción comestible de la palma. Respecto a la fibra dietética, el palmito presenta mayor contenido de fibra que algunos productos altos en fibra como los reportados por Cruz et al. (2015) en pulpa y piel de guayaba (74.9%), cáscara de mango (42.6%) y pulpa de maracuyá (60.05%). El alto contenido de fibra presente en la harina de palmito presenta efectos beneficiosos para la salud como retraso en la absorción de glucosa y, por consiguiente, menor índice glicémico, desarrollo y mantenimiento de la microbiota intestinal y además el aumento de las heces hasta 20 veces su peso, lo cual protege y alivia algunos trastornos digestivos como estreñimiento y constipación. Esto se debe a su alta capacidad de retención de agua, lo cual se respalda con el resultado de índice de absorción de agua de 4.13%, dato que también se relaciona con el rendimiento que esta harina tendrá al momento de crear un producto, debido a que es un reflejo del aumento de peso que éste tendrá. No está demás mencionar que la capacidad de retención de agua también afecta de manera directa a las propiedades del producto ya que le proporciona un efecto de frescura y suavidad, especialmente a los productos horneados, como en este caso.

## B. Galleta tipo cracker a partir de harina de palmito y pulpa de zanahoria

### 1. Anatomía del producto, galleta tipo cracker.

Cuadro 44. Formulación de galleta tipo cracker.

Ingrediente	Porcentaje (%)
Harina de trigo	39.57
Harina de palmito	20.00
Pulpa de zanahoria	15.00
Agua	20.61
Polvo para hornear	2.26
Aceite de coco	2.26
Sazonador	1.13

Figura 12. Anatomía de galleta tipo cracker.



La Figura 12 muestra la anatomía de las galletas tipo cracker, es decir las materias primas, insumos y empaque utilizado para llevar a cabo el producto. Se observa que el ingrediente mayoritario de la galleta es

la harina de trigo la cual constituye el 39.57% del producto. La harina de palmito representa una sustitución del 20% de la harina de trigo y la pulpa de zanahoria un 15%. Por otro lado, contiene un sazonado bajo en sodio el cual constituye el 1.13% peso/peso del producto y el polvo para hornear y aceite de coco como agente leudante y agente ligante principalmente, entre otras propiedades de éstos. Por último, se utilizó polipropileno metalizado como empaque para el producto final debido a su alta barrera al vapor de agua, para así garantizar un producto seguro, durante su tiempo de almacenamiento.

## 2. Caracterización galleta tipo cracker

Cuadro 45. Análisis proximal de galleta tipo cracker.

Análisis	Porcentaje (%)	Desviación Estándar (%)	Propagación de error (%)
Humedad	4.32	0.50	$1.32 \times 10^{-5}$
Cenizas	5.02	0.064	$9.80 \times 10^{-5}$
Proteína	13.88	0.078	$3.60 \times 10^{-6}$
Grasa	1.86	2.22	$2.45 \times 10^{-4}$
Fibra cruda	0.44	0.26	$4.91 \times 10^{-5}$
Fibra dietética	11.10	0.48	$4.37 \times 10^{-6}$

Como se puede observar en el Cuadro 43 el porcentaje de humedad de la galleta fue de 4.32%. Este valor se encuentra dentro del rango aceptable establecido por la norma NMX- F- 006-1983 para galletas en donde el límite máximo de humedad es de 8.0%. Este resultado es muy importante para este tipo de alimento y en general para productos horneados ya que muestra la susceptibilidad a contaminación microbológica. Un porcentaje de humedad bajo, como el resultante de la galleta, es un parámetro que evidencia la no presencia de microorganismos que pueden crecer en esta clase de productos como *Escherichia coli*, coliformes totales y hongos. Sin embargo, para obtener resultados más certeros respecto a un producto libre de contaminantes microbianos, se recomienda realizar un análisis microbiológico, específicamente sobre los microorganismos previamente mencionados para luego comparar los resultados con los límites permitidos por la normativa específica de galletas saladas. Por otro lado, este porcentaje de humedad bajo permite que se conserven por más tiempo las características organolépticas de la galleta, principalmente la textura la cual es muy influyente en la aceptabilidad del producto.

Respecto al porcentaje de humedad es muy importante tomarlo en cuenta al momento de considerar el manejo y almacenamiento de las galletas ya que son bastante frágiles, por lo que pueden quebrarse por una mala manipulación del empaque.

También el contenido de proteína es muy importante en el aspecto nutricional de los alimentos, no solamente porque es una fuente de energía, sino por su contribución a la formación, desarrollo y renovación de los órganos. Como se observa en el cuadro 43, se obtuvo un 13.88% de proteína en la galleta con sustitución de harina de palmito y pulpa de zanahoria, con lo cual puede clasificarse al alimento como “fuente de proteína” según la FDA ya que proporciona al menos 12% de la energía. Por tratarse de un porcentaje alto de proteína, se puede mencionar que cumple con sus funciones principales como proporcionar aminoácidos esenciales, actuando como defensa natural contra infecciones o agentes extraños, entre otras.

Sin embargo, es muy importante tomar en cuenta la biodisponibilidad de esta proteína, especialmente debido a que, por tratarse de un alimento de origen vegetal, su biodisponibilidad es menor y, por consiguiente, los requisitos de consumo aumentan aproximadamente un 20%. Si se determina que esta proteína es significativamente biodisponible, puede clasificarse como un alimento alto en proteína que permite principalmente conservar la estructura y crecimiento de quien lo consume, gracias a sus moléculas nitrogenadas. Si se desea realizar un seguimiento a este trabajo de investigación o profundizar en el tema de proteína, se recomienda realizar un estudio sobre su biodisponibilidad y así concluir de manera más concreta sobre el aprovechamiento de su proteína.

Respecto al contenido de grasa, se obtuvo un 1.86% de esta en el producto, con lo cual puede considerarse que el producto es “bajo en grasa” según la norma CODEX sobre el etiquetado de los alimentos y las condiciones para la declaración de propiedades. Es importante mencionar que estas galletas no aumentan el riesgo a enfermedades cardiovasculares como obesidad ya que fueron realizadas con grasa vegetal, que a diferencia de la animal, presentan menor cantidad de ácidos grasos saturados y no aumentan el colesterol LDL, factores determinantes en este tipo de enfermedades. Para la elaboración de las galletas se utilizó aceite de coco. El aceite de coco cumplió con las funciones principales de proporcionar y potenciar el sabor y brindarles una consistencia y textura adecuada a las galletas. Sin embargo, presenta propiedades especiales como su alto contenido de polifenoles y antioxidantes. Además, aproximadamente 45% lo constituye el ácido láurico, por lo que presenta propiedades antimicrobianas significativas.

Otro aspecto positivo sobre este porcentaje de grasa bajo es que permite que el producto sea considerado en la compra de las personas que se enfocan en cuidar su figura, por salud o por estética. Dicho de otra manera, la galleta cracker, además de ser un alimento alto en proteína, tiene el valor agregado de ser bajo en grasa, aspecto que es muy importante principalmente para las personas que tienen una alimentación saludable y balanceada. Como seguimiento de este estudio se recomienda determinar el contenido de grasas saturadas, poliinsaturadas y trans presentes en el alimento y así obtener un perfil sobre el nivel de grasas “buenas” y “malas” presentes.

Se determinó el contenido de fibra cruda y fibra dietética en la galleta, los resultados se muestran en el Cuadro 43. La fibra cruda representa el contenido de fibra en la muestra, luego de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio. A pesar de que su determinación es importante, luego del procedimiento mencionado, se recupera la celulosa y lignina en mayor proporción, sin embargo, presenta las limitaciones de que se elimina la hemicelulosa y se recupera solo una parte de la porción de los polisacáridos de la pared y no completamente. Por esta razón, se considera que la fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana y no debe usarse para informar sobre el contenido de fibra en los alimentos.

Por otro lado, la fibra dietética constituye un elemento importante para la nutrición sana. Según la FAO, el requerimiento dietético diario de fibra dietética para jóvenes y adultos es de 25g. Con un tamaño de porción de 24g, el contenido de fibra de la galleta cracker cumple con aproximadamente un 10.5% del RDD. Este porcentaje permite clasificar al producto como “buena fuente de fibra” ya que, según la FDA, para clasificarse de esta manera, el alimento debe contener al menos 10% del valor de ingesta diaria. Este resultado es muy importante y presenta varios beneficios significativos para la salud, ya que, en el caso contrario, una ingesta deficiente de fibra se relaciona con una serie de enfermedades metabólicas como obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares, etc., y problemas en el colon como constipación, diverticulosis, hemorroides y cáncer de colon.

Como seguimiento a evaluación de fibra dietética en la galleta se recomienda realizar un análisis sobre la digestibilidad de ésta, con el objetivo de conocer la cantidad de fibra que es fermentada por la flora intestinal y su aprovechamiento en general.

Cuadro 46. Determinación del contenido de sodio en galleta tipo cracker.

Mineral	Contenido (mg/kg)	Desviación Estándar (mg/kg)	Propagación de error (mg/kg)
Sodio	272.22	3.18	3.55 x10 <sup>-9</sup>

Cuadro 47. Comparación en contenido de sodio con marcas comerciales.

Marca comercial	Contenido de sodio (mg)	Contenido de sodio en una porción de 24 g de galleta cracker (mg)	Reducción en contenido de sodio (mg)	Porcentaje de reducción en contenido de sodio (%)
1	168.42	6.53	161.89	96.12
2	129.23		122.70	94.95
3	244.00		237.47	97.32
4	230.00		223.47	97.16

El Cuadro 43 muestra el contenido de cenizas, el cual representa los compuestos inorgánicos presentes en el producto, luego de que los compuestos orgánicos han sido quemados. La galleta resultante presentó un 5.02% de cenizas. Este resultado muestra el contenido de minerales presentes en el producto. Para el caso especial de la galleta se decidió determinar el contenido de sodio presente en ella, a partir de sus cenizas. Como se puede observar en el Cuadro 44, se obtuvo un contenido de sodio de 272.22 mg/kg de producto, lo cual representa 6.53 mg de sodio en una porción de 24 g.

Con el objetivo de obtener un mayor entendimiento de este resultado, se comparó el contenido de sodio de la galleta cracker con sustitución de harina de palmito y pulpa de zanahoria, con marcas comerciales, estandarizándolo a un mismo tamaño de porción (24 g). Es importante mencionar que este análisis se realizó únicamente para lograr una mejor interpretación de resultados, por lo que no se colocaron las marcas comerciales evaluadas y así evitar mal entendidos.

Como puede observarse en el Cuadro 45 en todos los casos, el contenido de sodio de la galleta cracker realizada es mucho menor que los comerciales, lográndose hasta, aproximadamente, un 97% de reducción de sodio, respecto a estas. Esto se logró gracias a que el sazónador está realizado a base de especias como albahaca, orégano, pimienta, etc, y cloruro de potasio el cual es una sal sustituto de cloruro de sodio. Este resultado es bastante favorable ya que permite que el producto sea consumido por personas con dieta restringida de sodio, como las hipertensas, o por personas que desean disminuir su ingesta diaria de sodio. Además, permite que el producto se adapte a la nueva tendencia sobre estilo de vida saludable ya que cada vez las personas se están preocupando por una correcta alimentación debido a su gran relación con enfermedades delicadas, como las cardiovasculares.

Cuadro 48. Análisis organoléptico de galleta tipo cracker.

Atributo	Descripción
Color	Café claro con partículas visibles de sazónador.
Olor	Fuerte, característico de especias
Sabor	Sabor salado ligero
Apariencia	Agradable a la vista, con presencia visible de pulpa de zanahoria y sazónador
Textura	Crujiente

Como se menciona anteriormente, la galleta con 20% de sustitución de harina de palmito y 15% de pulpa de zanahoria resultante presentó un color café claro, dorada por el horneado. La apariencia era agradable principalmente porque se observaban partículas de especias del sazónador, lo cual hizo que se percibiera como un producto más natural en comparación con productos comerciales similares. El olor se percibía bastante fuerte e intenso, característica favorable ya que brinda un antecedente agradable al sabor. Por último,

la textura resultó crujiente, como se deseaba, por tratarse de un producto horneado que se denominaría como “cracker”.

Cuadro 49. Formulación y contenido de sodio en sazónador.

Ingrediente	Contenido (g)	Porcentaje (%)	Aporte de sodio (mg)
Albahaca	2.00	30.53	0.080
Orégano	1.00	15.27	0.15
Tomate deshidratado	1.00	15.27	0.090
Cloruro de potasio	0.55	8.40	0.13
Pimienta negra	0.50	7.63	0.22
Sal	0.50	7.63	194.25
Tomillo	0.50	7.63	0.28
Cebolla en polvo	0.50	7.63	0.37
Total	6.55	100.00	195.56
Porción	2.00		65.19

Cuadro 50. Características organolépticas en sazónador.

Atributo	Descripción
Color	Café verdoso, característico de las diferentes especias
Olor	Intenso a especias, principalmente a albahaca
Sabor	Poco sabor salado, bastante aromático
Apariencia	Mezcla de especias e ingredientes deshidratados, agradable

El Cuadro 47 muestra el contenido de sodio presente en el sazónador. Como se mencionó en la sección de minerales, este fue comparado con marcas comerciales para demostrar que efectivamente presentaba disminución en el contenido de sodio. Se realizó la determinación de aporte de sodio total según el contenido y porcentaje representado por cada uno de los ingredientes en el sazónador. Además, se determinó el contenido en porciones de 3 g ya que generalmente este es el tamaño de porción que se utiliza en galletas comerciales, por lo que se facilita su comparación con estas. Por otro lado, el Cuadro 48 muestra el análisis organoléptico realizado al sazónador como un solo producto. Este presentó un color café verdoso resultante de la mezcla de las diferentes especias, era agradable a la vista y mostraba una imagen de producto

“natural”. Por otro lado, el olor y sabor fueron bastantes fuertes e intensos lo cual se debe al aroma de las especias.

### 3. Determinación de vida útil en galleta cracker

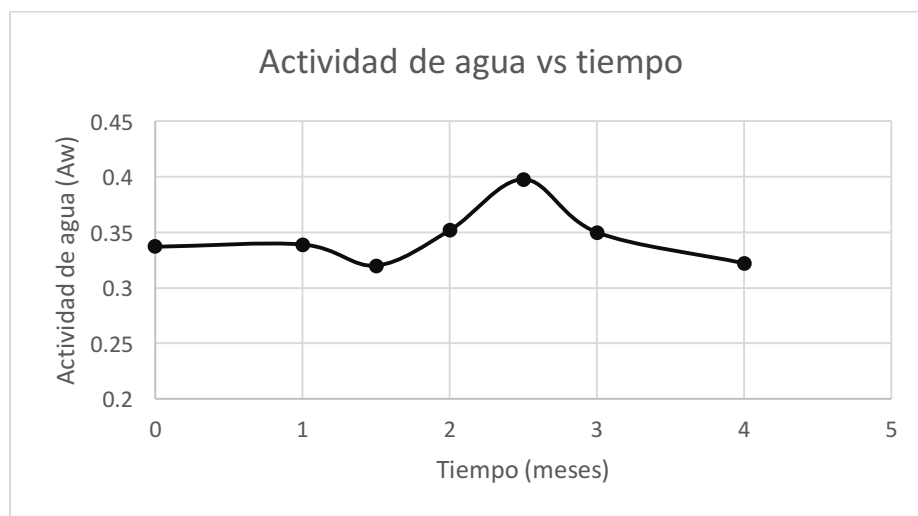
Cuadro 51. Propiedades físicas del polipropileno metalizado.

Propiedad	Valor
Espesor	15.0 $\mu\text{g}$
Peso unitario	16.3 $\text{g}/\text{m}^2$
Gramaje	32.0 $\text{g}/\text{m}^2$
Barrera al vapor de agua	0.40 $\text{g}/\text{m}^2/\text{dia}$
Barrera al oxígeno	98.0 $\text{cm}^3/\text{m}^3/\text{dia}$
Resistencia de sello al calor	250 $\text{g}/25 \text{ mm}$

Cuadro 52. Determinación de vida de anaquel de galleta cracker empacada en polipropileno metalizado, según su actividad de agua y su textura.

Tiempo (Mes)	Actividad de agua ( $A_w$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Textura de la galleta
0	0.337	24.2	Crujiente, aceptable
1.0	0.339	24.1	Crujiente, aceptable
1.5	0.320	23.8	Crujiente, aceptable
2.0	0.352	23.9	Crujiente, aceptable
2.5	0.398	23.9	Crujiente, aceptable
3.0	0.350	24.0	Crujiente, aceptable
4.0	0.322	23.8	Leve aumento en la dureza, inaceptable

Gráfico 3. Determinación de vida útil de galleta tipo cracker empacada en polipropileno metalizado.



Para determinar la vida útil del producto se decidió utilizar la actividad de agua como parámetro y la textura como atributo de aceptabilidad en el aspecto sensorial. La actividad de agua indica la fracción del contenido de humedad total de un producto que está libre y, por consiguiente, disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diferentes reacciones químicas que afectan su estabilidad. En este trabajo de investigación se decidió trabajar con la actividad de agua del producto ya que es un factor que influye de manera directa sobre el crecimiento y actividad microbiana, por lo que su control a la vez informa sobre la susceptibilidad a crecimiento microbiano. Por otro lado, la textura es un atributo muy importante en la aceptabilidad de una galleta cracker por lo que simultáneamente a las mediciones de actividad de agua se evaluaba la textura y crujencia del producto.

Se decidió utilizar polipropileno metalizado para el empaque de la galleta debido a su alta flexibilidad y versatilidad de uso. Además, presenta una alta barrera al agua y al vapor de agua, factor importante en este tipo de alimento en donde la textura es la variable sensorial crítica. El Cuadro 50 muestra los resultados de 4 meses de almacenamiento de la galleta. Es importante mencionar que se aplicó el método de ASLT (Prueba Acelerada de Vida de Anaquel), por medio del control de la actividad de agua, ya que se está trabajando con un alimento de baja humedad. Se escogió este método debido a que se trata de un alimento relativamente perecedero por lo que no fue necesario utilizar un método como orden de reacción el cual se utiliza para productos con vida de anaquel bastante larga. El producto fue sometido a una incubadora a 37°C y 70% de humedad relativa.

El método acelerado especifica que una semana bajo estas condiciones de almacenamiento, equivale a un mes de vida de anaquel del producto a temperatura ambiente. Como se puede observar en el Gráfico 3, la actividad de agua permaneció casi constante durante la primera semana y luego experimentó una serie de aumentos y descensos durante las próximas tres semanas. Es importante mencionar que aún en su medición

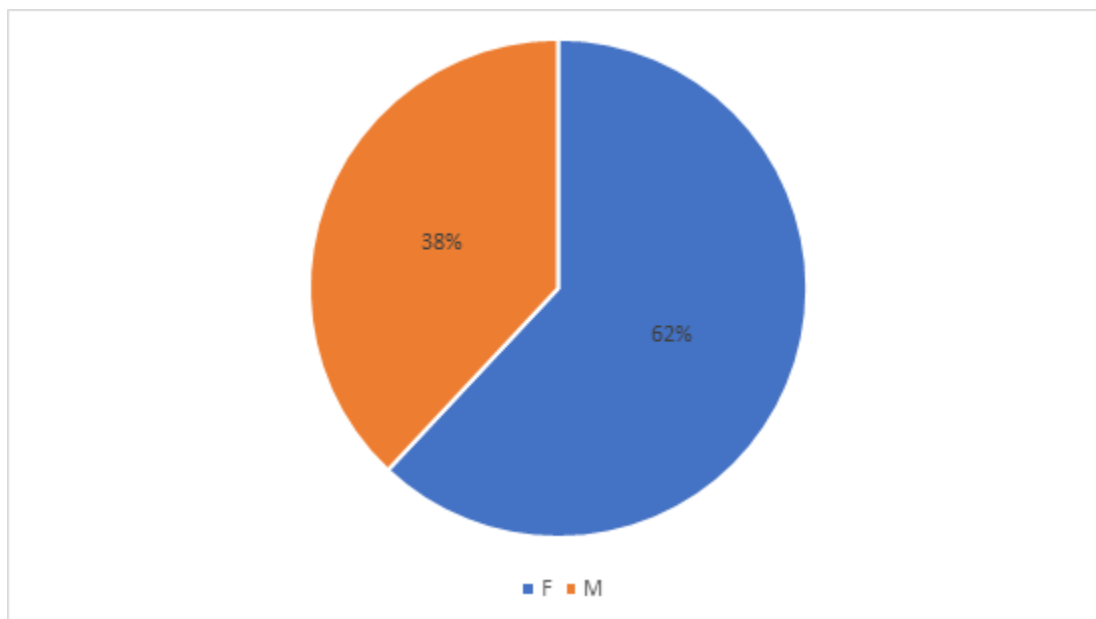
más alta, la Aw no sobrepasa el límite permitido para este alimento el cual es de 0.6. Estos resultados indican que el producto, durante el tiempo de vida útil evaluado, se encuentra libre de actividad y crecimiento microbiano, lo que lo hace seguro para su consumo. Este resultado, además, es un factor favorable para el empaque ya que indica que este es impermeable al vapor de agua debido a que no permitió la liberación del agua desprendida del producto, volviendo está a condensar por lo que volvió a ser absorbida por la galleta.

Cabe mencionar que, por tratarse de una galleta cracker, se esperaba que su textura se volviera más suave durante el almacenamiento, sin embargo, esta permaneció similar durante el tiempo de medición de vida útil llevado a cabo. Este aspecto respalda a los resultados de actividad de agua obtenidos ya que los cambios en las propiedades organolépticas, especialmente de textura, no fueron percibidos como lo hubieran sido si la actividad de agua únicamente hubiera aumentado durante el tiempo de almacenamiento. Sin embargo, se decidió concluir con la vida útil a los cuatro meses de evaluación debido a que la textura en este punto, a pesar de no ser distinta significativamente, se percibía diferente a la de las evaluaciones anteriores.

Por esta razón se concluye que la galleta tipo cracker realizada, tiene una vida útil de cuatro meses. Sin embargo, el análisis sensorial puede llegar a ser subjetivo, por lo que, como mejora para este análisis se recomienda medir la textura con un texturómetro y así evitar problemas de subjetividad. Por otro lado se concluye, que el empaque elegido en esta investigación (polipropileno metalizado) es adecuado para el almacenamiento del producto ya que presenta una alta barrera al oxígeno y vapor de agua, alta barrera a la luz UV, excelente adherencia del aluminio y excelente fuerza de sello (ver Cuadro 49), características que le brindaron al producto una vida de anaquel relativamente larga, tomando en cuenta que el alimento no contiene conservantes ni otro tipo de aditivos que alarguen su vida útil. Sin embargo, se recomienda determinar alternativas de empaque que proporcionen mayor practicidad y flexibilidad de uso.

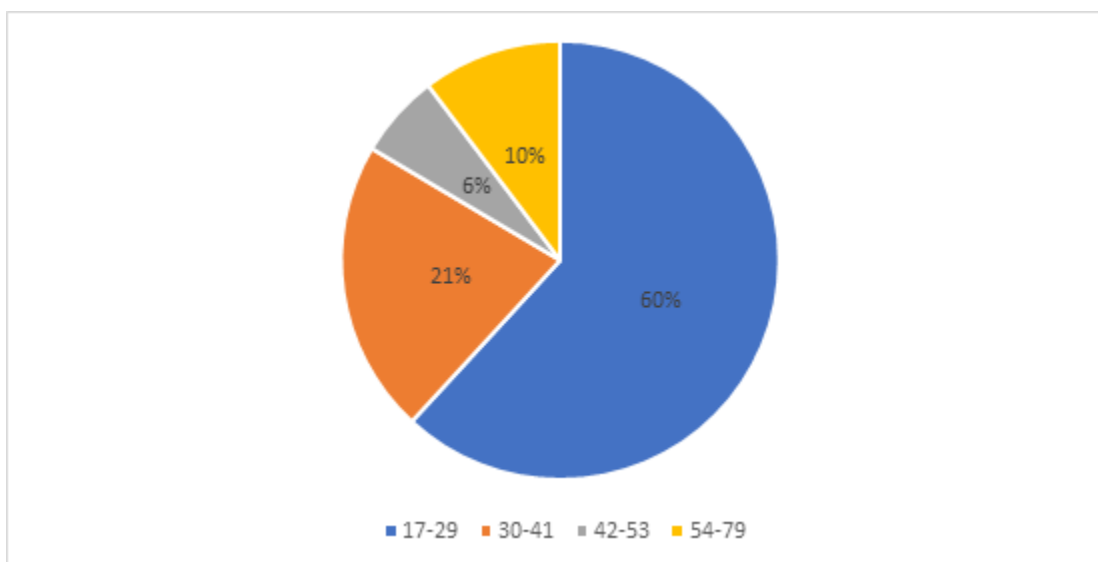
4. Análisis Sensorial. El análisis sensorial se realizó por medio de una prueba de aceptabilidad global del producto, en donde se evaluaron los atributos de olor, sabor, apariencia y textura. Se encuestó a un total de 100 personas que se encontraban tanto dentro de las instalaciones de la Universidad del Valle, como fuera de ésta, debido a que el grupo objetivo eran personas con tiempo limitado, de manera especial, las personas que trabajan o estudian, por lo que llevan un ritmo de vida acelerado. Es importante mencionar que la prueba de aceptabilidad se evaluó con escala hedónica de 7 puntos, siendo “me gusta mucho” la calificación más alta y “me disgusta mucho” la más baja.

Gráfico 4. Agrupación por género de la muestra poblacional que participó en la evaluación sensorial.



Como se puede observar en la gráfica previa, la mayoría de personas entrevistadas fueron de sexo femenino, siendo únicamente el 38% de sexo masculino. Este aspecto puede influir en el resultado final de aceptabilidad ya que, como se sabe, las mujeres se preocupan más por el aspecto de salud y correcta alimentación, por lo que, al conocer sus propiedades nutricionales, se daría una mayor aceptabilidad del producto. Sin embargo, dentro de la encuesta no se mencionaron los factores nutricionales para evitar influir en la respuesta y decisión de las personas.

Gráfico 5. Agrupación por edad de la muestra poblacional que participó en la evaluación sensorial.



Por otro lado, se puede observar en el Gráfico 5 que la mayoría de personas entrevistadas (81%) se encontraba entre las edades de 17 a 41 años (uniendo las categorías de 17 a 29 años y de 30 a 41 años). Esto se debe principalmente a que este es el grupo objetivo de mercado, por lo que se pretendió llegar especialmente a ellos. Este mercado puede describirse como personas con capacidad de adquisición de compra, tanto en el aspecto económico como en el aspecto de independencia y toma de decisiones personales. Además, se determinó este grupo como el objetivo debido a las tendencias actuales, sobre estilo de vida saludable, alimentación balanceada y prevención de enfermedades por medio de la alimentación, las cuales han tomado una posición muy fuerte en estas generaciones. Sin embargo, es importante mencionar también que estas generaciones se caracterizan por llevar un ritmo de vida acelerado por lo que este snack es adecuado para ser consumido en cualquier momento, en cualquier lugar y adecuarse a los apuros del día a día de los consumidores.

Cuadro 53. Evaluación sensorial de aceptabilidad para galletas tipo cracker.

Atributo	Porcentaje de aceptabilidad (%)
Olor	74.43
Sabor	84.14
Apariencia	66.57
Textura	65.00

Para el análisis sensorial de la galleta se estableció un límite de 60% de aceptabilidad para considerar a los atributos del producto como aceptables o no.

Como se puede observar en el cuadro anterior, todos los atributos se consideran aceptables según el parámetro general, sin embargo, es importante resaltar que la apariencia y textura fueron los parámetros de menor aceptabilidad.

Respecto al olor, se obtuvo un 74.43% de aceptabilidad, Dentro de las entrevistas se obtuvieron algunos comentarios como por ejemplo “El olor es bastante fuerte”, “olor y sabor excelentes”, entre otros, los cuales muestran agrado por el atributo. Gracias a estos comentarios se puede mencionar que se logró generar un olor bastante fuerte, lo cual se debe a la presencia de diferentes especias en el sazonador. Se pretendía que el olor resultara intenso ya que el olor es un antecedente sobre el sabor, por lo que, un olor llamativo da la pauta que el sabor también será así. Sin embargo, los resultados de la evaluación del sabor fueron mejores, es decir que este atributo presentó una mayor aceptabilidad, siendo ésta representada por un 84.14%. Entre los comentarios encontrados sobre este atributo se ejemplifica: “tiene un sabor neutro que estaría muy bien para acompañarla con otro alimento”, “El sabor es agradable, no es dulce ni salada”, “tiene buen sabor, si la compraría en el supermercado”, entre otros. Este resultado muestra que a las personas les

agrada un sabor neutro, poco intenso y que están dispuestos a consumir la galleta, ya sea en forma individual o para acompañar otros productos, como un snack.

Sin embargo, se recibieron otros comentarios como “Le falta sabor” y “No se percibe sabor” por ejemplo, los cuales muestran que para algunas personas el sazónador empleado no fue suficiente. Es importante mencionar que estos comentarios son relevantes, sin embargo, por tratarse de un sazónador bajo en sodio, es de esperarse que el sabor no sea igual de intenso como lo es en galletas de marcas comerciales. Si se desea aumentar el sabor en las galletas, se recomienda aumentar el contenido de especias en el sazónador o agregar nuevas especias, siempre considerando que los aportes de sodio de estas no sean significativamente altos. A continuación se recomienda otra matriz para el sazónador, en el cual se aumentó el contenido de orégano y se agregó ajo en polvo con el objetivo de aumentar el sabor de la galleta

Cuadro 54. Alternativa a sazónador para galleta cracker

Ingrediente	Contenido (g)	Porcentaje (%)	Aporte de sodio (mg)
Albahaca	2.00	30.53	0.080
Orégano	1.00	15.27	0.15
Tomate deshidratado	1.00	15.27	0.090
Cloruro de potasio	0.55	8.40	0.13
Pimienta negra	0.50	7.63	0.22
Sal	0.50	7.63	194.25
Cebolla en polvo	0.50	7.63	0.37
Ajo en polvo	0.50	7.63	0.35
Total	6.55	100	195.64
Porción	2.00		59.74

Por otro lado, la apariencia de la galleta presentó un porcentaje de aceptabilidad de 66.57%. Este resultado es bastante subjetivo, principalmente porque, al haber realizado la producción de galletas a nivel laboratorio, no fue posible estandarizar completamente el aspecto de estas. Además, es importante resaltar que, como se mencionó anteriormente, las galletas presentaban partículas pequeñas de sazónador, lo cual puede llegar a ser agradable, poco relevante o desagradable para el consumidor. A pesar de lo mencionado se concluye que el atributo se percibió como agradable, tomando en cuenta el parámetro de aceptabilidad establecido previamente.

La textura fue el atributo menos aceptado por los entrevistados y el atributo con mayor cantidad de críticas en los comentarios. Algunos ejemplos de estas son: “Están un poco duras”, “Un poco duras para mi gusto” y “mejorar textura”. Se cree que un factor que pudo afectar este atributo fue el tiempo o la temperatura de horneado. Por esta razón, para próximas realizaciones del producto se recomienda disminuir el tiempo de horneado con el objetivo de no eliminar excesivamente la humedad, además de llevar un control preciso sobre

las temperaturas para lograr una mejor estandarización del proceso. Sin embargo, es importante mencionar que también se obtuvieron comentarios positivos sobre una textura agradable y esperada por tratarse de una galleta cracker. Como se mencionó anteriormente, este aspecto también es bastante subjetivo, sin embargo, en general se puede concluir que la galleta presentó una textura agradable para los consumidores, según el porcentaje resultante de las entrevistas.

Gráfico 6. Aceptabilidad de galleta, por atributos.

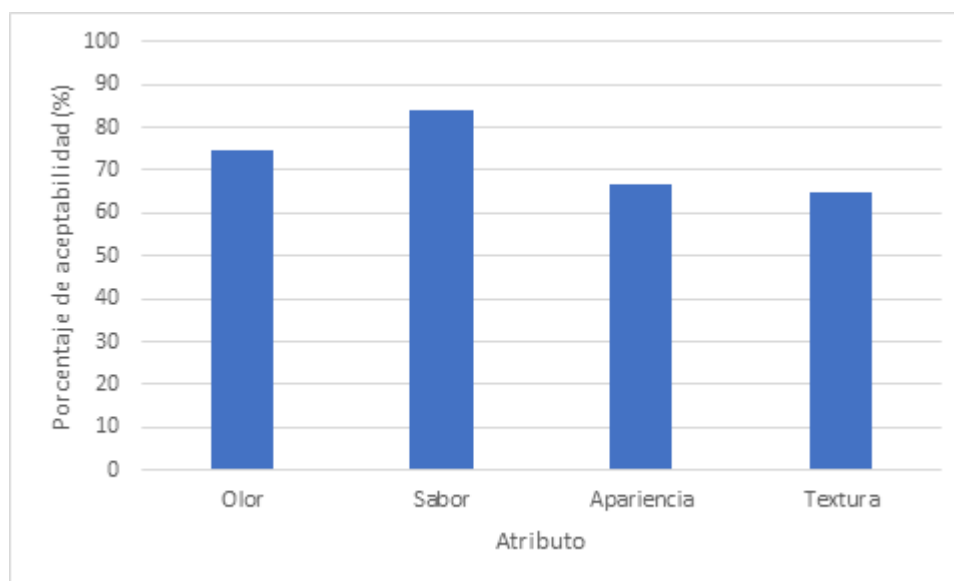
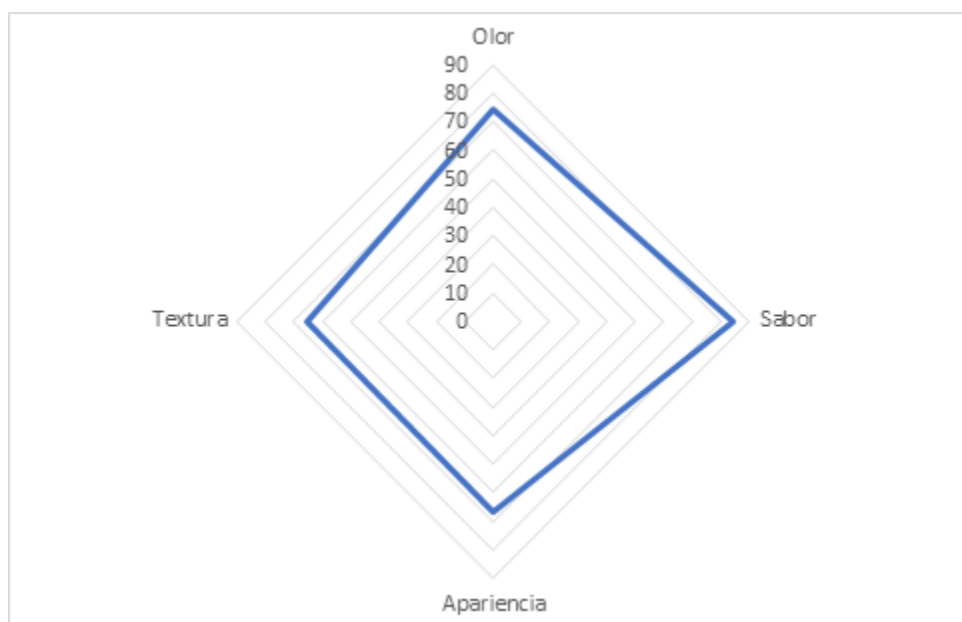


Gráfico 7. Aceptabilidad global de galletas tipo cracker.



Los Gráficos 6 y 7 muestran los resultados anteriormente mencionados. Como se puede observar, el sabor fue el atributo con mayor porcentaje de aceptabilidad, seguido por el olor y por último la apariencia y textura, las cuales presentaron porcentajes similares de aceptabilidad. Se concluye que, en general, la galleta fue aceptada por los consumidores, sin embargo, estos resultados pueden mejorar siguiendo algunos acomodos que se indican en la sección de recomendaciones más adelante.

#### 5. Determinación de costos para galleta cracker

Cuadro 55. Determinación de costos de materia prima para galleta cracker.

Ingrediente	Peso (g)	Costo por gramo (Q)	Subtotal (Q)
Harina de trigo	9.4	0.014	0.1320
Harina de palmito	4.8	0.0015	0.0072
Pulpa de zanahoria	3.6	0.002	0.0072
Agua	4.9	0.007	0.0343
Polvo para hornear	0.5	0.020	0.010
Aceite de coco	0.5	0.710	0.355
Sazonador	0.3	0.383	0.115
Total	24.0		0.660

Cuadro 56. Determinación de costos de materia prima para el sazónador.

Ingrediente	Peso (g)	Costo por gramo (Q)	Subtotal (Q)
Albahaca en polvo	0.610	0.495	0.302
Orégano en polvo	0.305	0.363	0.111
Tomate deshidratado	0.305	0.338	0.103
Cloruro de potasio	0.169	0.092	0.0156
Pimienta negra	0.152	0.178	0.0271
Sal	0.152	0.005	0.00076
Tomillo en polvo	0.152	1.050	0.160
Cebolla en polvo	0.152	0.300	0.0457
Total	2.000		0.765

Cuadro 57. Determinación de costos operativos.

Descripción	Tiempo (min)	Costo por minuto (Q)	Subtotal (Q)
Costo de energía eléctrica	20	0.019	0.342
Costo de mano de obra	60	0.17	9.935
Total bach			10.270
Total para 100g de galletas			0.1027

Cuadro 58. Determinación del costo total para una porción de 24 g.

Descripción	Costo (Q)
Costo ingredientes materia prima de galleta	0.66
Costo empaque	0.72
Costo operativo	0.10
Costo total	1.48
Precio de venta	2.97

Se determinó el costo del producto, tomando 24 g como porción en los empaques. Sin embargo, para realizar esta determinación, primero que todo se determinó el costo del sazónador en una porción de 2 g. Como se puede observar en el Cuadro 54, el costo del sazónador fue de Q0.765 y aunque es relativamente caro para el tamaño de porción indicado, es importante tomar en cuenta que se utilizaron varias especias, además del sustituto de sodio, que permitieron incrementar el sabor en la galleta.

Por otro lado, el costo total de la materia prima de la galleta resultó de Q0.66. Tomando en cuenta los costos operativos detallados en el cuadro 55, y el costo del empaque polipropileno metalizado, se obtuvo un costo total de la galleta de Q1.48. Como precio de venta se sugiere Q2.97 ya que con este se logra un margen de recuperación del 100% del costo por porción.

Cuadro 59. Comparación de precio con galletas crackers de marcas comerciales

Marca	Precio (Q)
Galleta desarrollada	2.97
Comercial 1	1.13
Comercial 2	1.30
Comercial 3	2.23
Comercial 4	2.19

Con el objetivo de conocer la viabilidad de venta del producto, se comparó este con cuatro diferentes marcas comerciales. Como se puede observar en el Cuadro 57, el costo de la galleta desarrollada resultó mayor al de las marcas comerciales. Sin embargo, la diferencia en precio no es bastante significativa, por lo que se demuestra la viabilidad en la comercialización del producto. Además, al presentar ventajas nutricionales sobre otras marcas comerciales llamará más la atención de los consumidores y la diferencia en los precios pasará a un segundo plano.

## C. Sopa instantánea baja en sodio a partir de harina de palmito y pulpa de zanahoria

A raíz de la necesidad de aprovechar el descarte de diversos alimentos, incluyendo el palmito y la zanahoria, se desarrolló una sopa instantánea a base de estos dos ingredientes. La zanahoria se considera un descarte agroindustrial por ser un producto fresco que no cumple con estándares de calidad en cuanto a longitud o forma. Se determinó, mediante pruebas sensoriales internas, que la combinación de sabores entre el palmito y la zanahoria es aceptada, aportando una percepción de frescura a los productos, por lo que el producto a desarrollar sería elaborado en base a estos dos descartes agroindustriales.

Las sopas instantáneas se consideran dañinas para la salud de quienes las consumen, principalmente debido al alto contenido de sodio que poseen, lo cual contribuye a que se excedan los valores diarios recomendados para este mineral. Debido a que se tratan de productos de fácil preparación y bajo costo, siguen siendo un producto sumamente demandado por el mercado, a pesar de las preocupaciones que existen por su baja calidad nutricional. La tendencia de comida lista para consumir o de fácil preparación es una que sigue en crecimiento, debido a la vida acelerada que se tiene en la actualidad, donde cada vez menos personas cuentan con el tiempo necesario para preparar alimentos para sus tiempos de comida. A raíz de la necesidad que existe por desarrollar productos de fácil preparación, se decidió plantear la propuesta de una sopa instantánea a base de productos de descarte, que cumpla con las características solicitadas por el consumidor, siendo de fácil preparación y con un costo accesible, algo que se logra mediante el aprovechamiento de descartes agroindustriales y su aplicación como materia prima para estos productos.

1. Formulación de sopa instantánea. La solución planteada consistió en una sopa instantánea compuesta por fideos tipo ramen y un consomé a base de especias y vegetales naturales. Como se observa en el Cuadro 58, los fideos tipo ramen se encuentran elaborados a partir de harina de trigo, huevo, zanahoria en forma de puré, harina de maíz, harina de palmito, almidón de maíz y sal de mar. En el Cuadro 59 se puede observar que el consomé se encuentra formulado a partir de ajo en polvo, cebolla en polvo, pimienta negra, chile pimiento deshidratado en polvo, tomate deshidratado en polvo, paprika y sal de mar.

En el caso de la elaboración de los fideos, la determinación de la formulación ideal se realizó mediante distintas pruebas, evaluando la interacción entre los distintos ingredientes para obtener una masa lo suficientemente flexible de tal modo que permitiera su laminación y posterior cortado para formar los fideos. La harina de trigo constituye el ingrediente principal de los fideos a raíz de la necesidad de contar con gluten para brindar elasticidad al producto. Los huevos se utilizaron como agente ligante, para lograr la incorporación del resto de ingredientes, además de aportar sabor a la mezcla y resaltar los colores. La

zanahoria se utilizó en forma de puré, el cual se obtuvo mediante la cocción y maceración de las zanahorias, para aportar humedad a la mezcla y así favorecer la incorporación de los ingredientes.

Un factor a resaltar del uso de zanahoria en esta presentación, fue el aporte que brindó al color de la mezcla, ya que al incorporarse junto al huevo, confirió una coloración anaranjada intensa a los fideos, coloración que se mantuvo luego del secado de los mismos. La harina de palmito se utilizó en un menor porcentaje que el resto de harinas por la fibrosidad que aportaba, la cual interfiere con la elasticidad que se desea en el producto. Se utilizó sal de mar en un bajo porcentaje para tener un potenciador de sabor, siendo capaces de acentuar el sabor natural del resto de ingredientes.

Cuadro 60. Formulación de fideo tipo ramen para sopa instantánea.

Ingrediente	Porcentaje (%)
Harina de trigo	29.7
Huevo	23.4
Puré de zanahoria	21.6
Harina de maíz	10.0
Harina de palmito	8.7
Almidón de maíz	5.8
Sal de mar	0.8
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>

Para la elaboración del consomé, se buscaba contar con un sabor nuevo que complementará la combinación de sabores presentes en los fideos, apostando a los nuevos sabores y no los reemplazos de sabores salados, con el fin de brindar nuevas experiencias para el consumidor que le agreguen valor al producto final. Se utilizaron diferentes especias, entre las que se incluyen pimienta negra y paprika, además de distintos vegetales como la cebolla, ajo, chile pimiento y tomate deshidratados. Además, se utilizó sal de mar para potenciar la mezcla de sabores y favorecer su reconocimiento al momento de diluir este consomé en agua durante la preparación de la sopa instantánea.

Cuadro 61. Formulación de consomé para sopa instantánea.

Ingrediente	Porcentaje (%)
Ajo en polvo	21.0
Cebolla en polvo	21.0
Pimienta negra	19.0
Chile pimiento deshidratado en polvo	14.0
Tomate deshidratado en polvo	14.0
Paprika	8.5
Sal de mar	2.5
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>

El proceso de elaboración de los fideos y el consomé se realizó a escala de laboratorio, dándole un principal enfoque a obtener un producto organolépticamente aceptable y de fácil preparación.

2. Caracterización de sopa instantánea. Al contar con el producto desarrollado, se prosiguió a realizar un análisis proximal tanto de los fideos como el consomé, análisis de fibra dietética y análisis de sodio. En el Cuadro 60 se pueden observar los resultados para los fideos, observando que presenta un alto contenido de cenizas, proteína y grasa. El alto contenido de cenizas indica una aproximación del material inorgánico total presente, y fue a raíz de estas que se obtuvo la cantidad de sodio presente en esta muestra.

El sodio se encuentra presente en una cantidad de 537.86 mg/kg, o 0.538 mg de sodio por cada gramo de alimento, valor que indica, en base a la clasificación de alimentos según su contenido de sodio planteada por la Food Standars Agency, que presenta un bajo contenido de sodio, al presentar valores por debajo de 1.2mg de sodio por gramo de alimento. Según el semáforo nutricional que maneja esta organización, los fideos se encuentran en verde. (De León, 2017) El alto contenido de sodio puede derivarse del uso de ingredientes altos en sodio, ya que como parte de la formulación no se utilizó cloruro de sodio. Para lograr tener una reducción en este contenido, se recomienda evaluar concretamente las materias primas utilizadas para determinar cuales son fuentes considerables de sodio, y así evaluar el uso de sustitutos que presenten sodio en menores cantidades.

Al evaluar el contenido de humedad, se puede observar que debido a que se trata de un producto horneado, en el cual se busca eliminar la humedad, presenta un porcentaje de 4.32 0.0074%. Según este contenido, se considera como un producto de baja humedad, indicando que tiene una larga vida de anaquel. Además, se considera que el producto debe presentar una actividad de agua menor a 0.6. En el Cuadro 62 se

puede observar que el promedio de la actividad de agua fue de  $0.465 \pm 0.0120$ , cumpliendo con este parámetro. Según la actividad de agua, el producto se encuentra levemente propenso a sufrir reacciones de oxidación de lípidos, crecimiento de hongos u otras reacciones de degradación.

Cuadro 62. Análisis proximal, fibra dietética y sodio de fideos tipo ramen.

Análisis	Promedio	Desviación estándar	Propagación de error
Proteína (%)	6.13	0.0074	$1.52 \times 10^{-6}$
Grasa (%)	6.12	0.0076	$7.90 \times 10^{-5}$
Cenizas (%)	7.05	0.0010	$0.60 \times 10^{-5}$
Humedad (%)	4.32	0.0074	$1.42 \times 10^{-6}$
Fibra dietética (%)	5.44	---	---
Sodio (mg/kg alimento)	537.86	15.4993	---

Al evaluar el consomé, se observa que este presenta un alto contenido de cenizas, indicando que este producto es mayoritariamente material inorgánico. Se evaluó la cantidad de sodio presente, estableciendo una cantidad de 566.60mg/kg alimento, o 0.567 mg de sodio por cada gramo de alimento, valor que indica nuevamente que tiene un bajo contenido de sodio en base a los criterios de la Food Standars Agency.

Cuadro 63. Análisis proximal y sodio de consomé.

Análisis	Promedio	Desviación estándar	Propagación de error
Grasa (%)	2.91	0.0021	$4.52 \times 10^{-5}$
Cenizas (%)	45.24	0.0004	$1.56 \times 10^{-6}$
Sodio (mg/kg alimento)	566.60	16.1226	---

Cuadro 64. Actividad de agua de sopa instantánea.

Muestra	Aw	Temperatura (°C)
1	0.473	24.1
2	0.456	23.8
Promedio	0.465 0.0120	--

3. Composición final de la sopa instantánea. Debido a que el objetivo del proyecto es desarrollar un producto a partir del descarte de alimentos, es necesario establecer la composición final de la sopa instantánea, para poder indicar la cantidad de fideos y de consomé necesarios para un producto aceptado por el consumidor. Para establecer la mejor composición se trabajaron cuatro pruebas utilizando distinto porcentaje de fideos y consomé. La primera prueba se realizó utilizando 50% de fideos y 50% de consomé, dando como resultados un sabor desagradable, predominantemente a consomé, por lo que se descartó esta composición. La segunda prueba fue según a un 75% de fideos y un 25% de consomé, composición a la que aún se sentía un sabor predominante de consomé. La tercera prueba se trabajó con un 85% de fideos y 15% de consomé, obteniendo un buen balance en el sabor, en el cual se sentía la presencia del consomé pero este no enmascaraba el sabor de los fideos.

La última prueba se realizó para ver la factibilidad de contar con una mínima cantidad de consomé, utilizando 95% de fideos y únicamente 5% de consomé. Sin embargo, en esta prueba se observó que no presentaba un sabor característico, y que la mezcla era sumamente blanda respecto al sabor. Con base en esto, se estableció que la composición ideal de la sopa instantánea es de un 85% de fideos y un 15% de consomé para alcanzar una buena combinación de sabores.

Cuadro 65. Composición de sopa instantánea según porcentaje de fideos y consomé que la componen.

Prueba	Porcentaje de fideos (%)	Porcentaje de consomé (%)	Observaciones
1	50	50	Mucho consomé para cantidad de fideos, muy condimentada
2	75	25	Levemente condimentada
3	85	15	Buena combinación de sabor
4	95	5	Falta sabor aportado por consomé

Al conocer esta composición, se realizó el cálculo para determinar el aporte de sodio del conjunto a consumir. Se obtuvo que la sopa presenta sodio en una cantidad de 542.17 mg/kg de alimento, o 0.542 mg de sodio por gramos de alimento. Según este valor, el producto puede considerarse como bajo contenido de sodio, siendo un valor inferior a 1.2 mg por gramo de alimento.

Como se observa en el Cuadro 64, se calculó además el contenido por 75 gramos de alimento, buscando que la presentación final del producto fuera de 75 gramos, 63.75 gramos siendo fideos y 11.25 siendo consomé. Esta porción se estableció de acuerdo a las presentaciones actuales que existe para este tipo de producto en las marcas comerciales más consumidas.

Cuadro 66. Sodio de la sopa instantánea final con base en la composición ideal establecida.

Análisis	Promedio	Desviación estándar
Sodio (mg/ kg alimento)	542.17	15.5928
Sodio (mg/ 75 g alimento)	40.66	--

Un factor de suma importancia durante el desarrollo del producto fue la capacidad que éste presentaría para su reconstitución, con el objetivo siendo que fuera de fácil preparación. Se logró establecer que para la porción establecida de 75 gramos de producto, se requieren 200 ml de agua hirviendo para alcanzar una rehidratación adecuada. Se establecieron dos opciones para lograr este proceso, uno utilizando únicamente agua hirviendo y el otro aprovechando el uso de microondas. En el caso de la primera opción, al adicionar 200 ml de agua hirviendo, es necesario esperar 6 minutos para lograr obtener el producto listo para consumir.

La segunda opción consiste en la adición de agua hirviendo, y la introducción de la sopa al microondas durante 4 minutos. Ambas opciones se consideran aceptables para el cumplimiento del objetivo, ya que requieren menos de 10 minutos para contar con un producto listo para consumir.

Cuadro 67. Características de reconstitución de sopa instantánea.

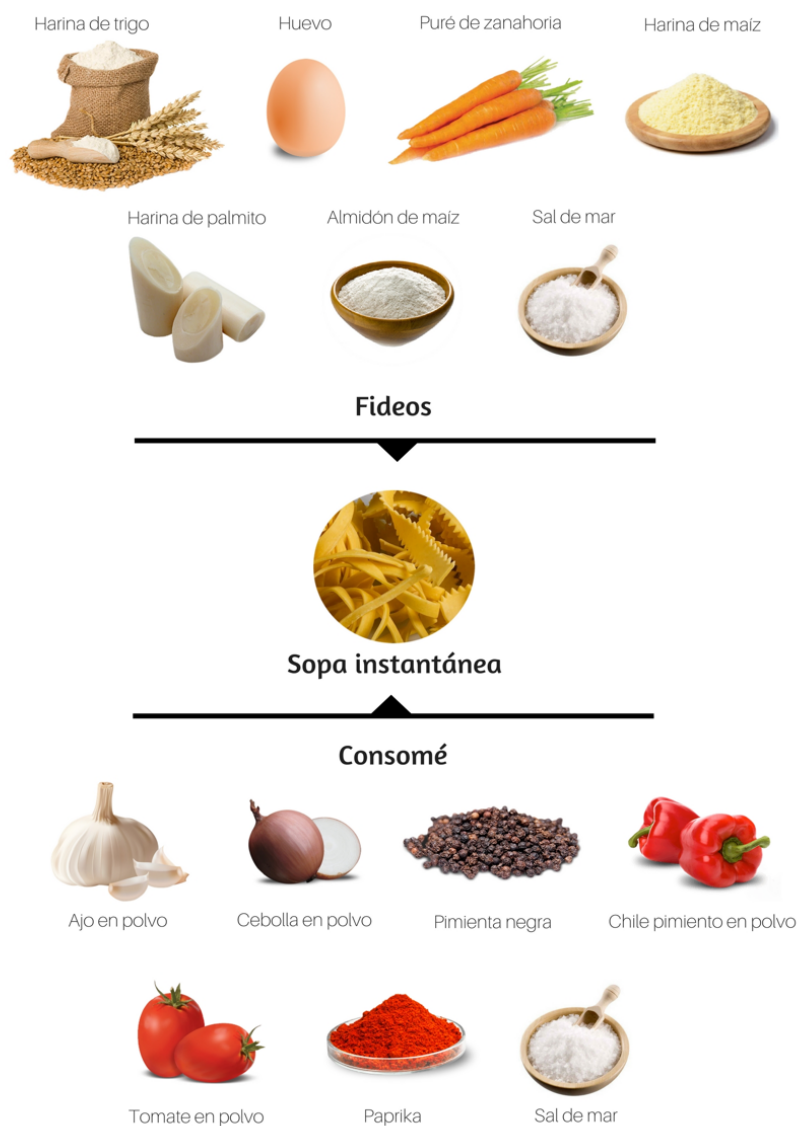
	Tamaño de porción	Agua hirviendo requerida	Tiempo de espera
Opción 1 - Agua hirviendo	75 gramos	200 ml	6 minutos
Opción 2 - Agua hirviendo y microondas	(63.75 gramos fideos y 11.25 gramos consomé)	200 ml	4 minutos en microondas

4. Anatomía del producto. En la Figura 13 se puede observar la anatomía del producto, la cual consiste en una representación gráfica de la composición del producto. La sopa instantánea se encuentra compuesta por dos partes, la primera siendo los fideos y la segunda el consomé. Los fideos se encuentran compuestos por harina de trigo, huevos, puré de zanahoria, harina de maíz, harina de palmito, almidón de maíz y sal de mar. Mientras que el consomé se encuentra elaborado a partir de ajo en polvo, cebolla en polvo, pimienta negra, chile pimiento deshidratado en polvo, tomate deshidratado en polvo, paprika y sal de mar.

En esta Figura se puede observar que la mayoría de los ingredientes utilizados para la elaboración de los fideos son secos, aprovechando las características ligantes del huevo y la humedad del puré de

zanahoria para unir las harinas y lograr la mezcla esperada. A raíz de esto, es importante considerar las características que cada ingrediente brinda al producto final si se desea hacer una sustitución, para no afectar las características finales del producto. En el caso del consomé, todos los ingredientes se trabajaron en manera de polvo, mezclándolos y tamizando el producto para obtener un polvo uniforme que fuera de fácil incorporación a los fideos al momento de su reconstitución.

Figura 13. Anatomía de sopa instantánea.



5. Determinación de vida útil. Una vez se contaba con el producto desarrollado, se buscó determinar la vida de anaquel del mismo, mediante la medición del parámetro de actividad de agua acompañado por una evaluación sensorial de la textura. Se decidió trabajar con el parámetro de actividad de agua por tratarse de un producto que depende mucho de su textura, por lo que se acompañó con una prueba de la consistencia de

la misma. Las muestras se almacenaron en una incubadora a 37°C para realizar una determinación por método acelerado, en el que una semana de almacenamiento a esta temperatura equivale a un mes de almacenamiento a temperatura ambiente.

Para la actividad de agua, se estableció que el límite para este parámetro es 0.6, debido a que con valores debajo del mismo se tiene un control del crecimiento microbiano y otras reacciones de descomposición indeseadas. Además, se realizó un análisis de la actividad de agua de una sopa instantánea de vaso comercial, presentando un valor promedio de actividad de agua de , confirmando que el límite es 0.6. Durante las primeras tres semanas de evaluación, se obtuvieron valores por debajo de este límite crítico, acompañados de una textura crujiente y un sabor agradable. En la cuarta semana de mediciones, la actividad de agua sobrepasó el límite, con un valor de 0.612, por lo que se considera como insatisfactorio. Además, en esta última medición, la textura presentada ya era blanda por lo que se toma como el fin de la vida útil del producto.

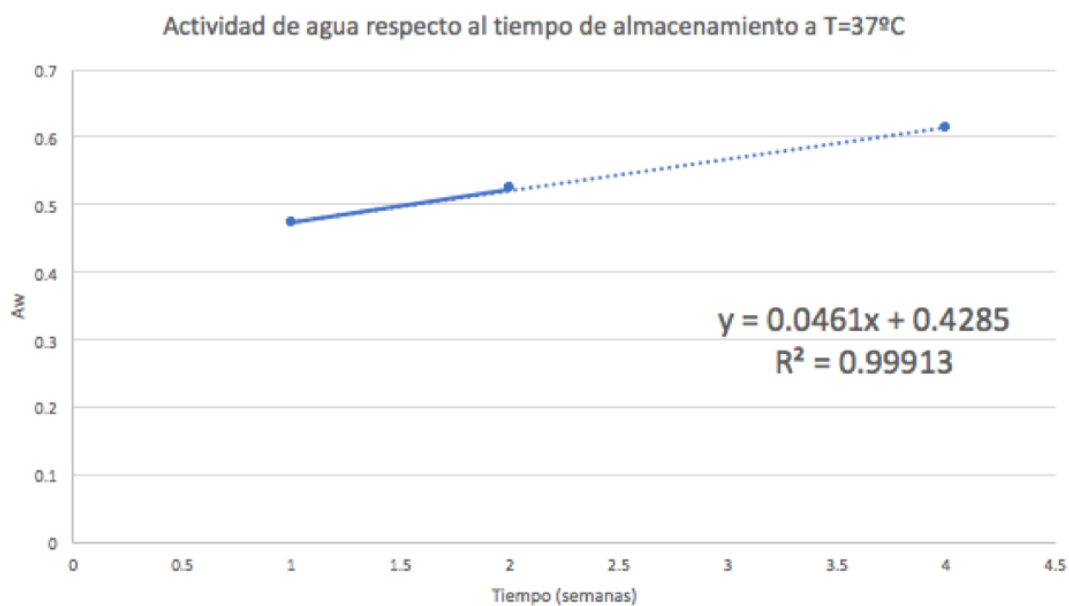
Se utilizó el método de cinética de reacciones para determinar la vida útil del producto, trabajando con una ecuación lineal con un coeficiente de correlación de 0.99913, como se observa en el Gráfico 8, por lo que se considera como significativo. Según esto, se logra establecer que la vida útil de la sopa instantánea es de 3.72 meses almacenado a temperatura ambiente, considerando el fin de su vida útil el momento en que se supera el valor de actividad de agua de 0.6. Sin embargo, es importante mencionar que la prueba realizada se hizo utilizando un empaque inapropiado para este producto, por tratarse únicamente de una bolsa metalizada. Para tener una mejor determinación del tiempo de vida útil, se recomienda realizar dichas pruebas con el empaque apropiado, procurando que este tenga una barrera ante la humedad, por ser el factor que tiene más efecto sobre los atributos medibles.

Sin embargo, la prueba realizada cumplió la función de establecer que efectivamente el límite crítico para este producto es un valor de actividad de agua de 0.6, ya que con valores por encima de este, la textura sufre cambios que afectan negativamente la presentación del producto final.

Cuadro 68. Actividad de agua respecto al tiempo almacenado en incubadora a 37°C.

Temperatura de almacenamiento (°C)	Tiempo almacenamiento (semana)	Tiempo equivalente a T ambiente (mes)	Aw	Evaluación sensorial
37	1	1	0.473	Textura crujiente, sabor agradable
37	2	2	0.523	Textura crujiente, sabor agradable
37	3	3	0.465	Textura crujiente, sabor agradable
37	4	4	0.612	Textura blanda, sabor agradable

Gráfico 1. Actividad de agua respecto al tiempo de almacenamiento a T=37°C.



6. Aceptabilidad de sopa instantánea. Se realizó una prueba sensorial de aceptabilidad, para establecer que tanto se acepta el producto por parte de los consumidores a los que va dirigido el producto, siendo principalmente jóvenes adultos que no cuentan con el tiempo suficiente para preparar comida por el estilo de vida agitada que llevan, recurriendo a productos de fácil preparación para llenar sus tiempos de comida.

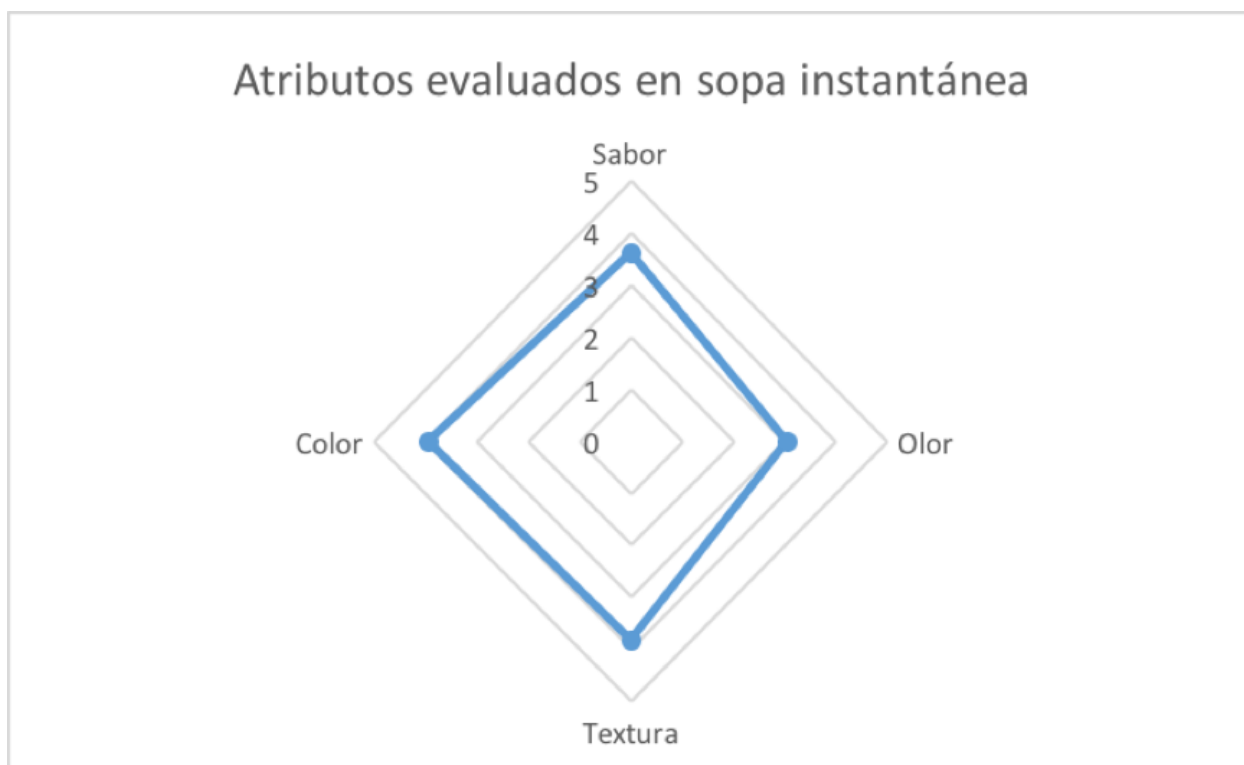
En el Cuadro 67 se puede observar la aceptabilidad global del producto basado en la prueba realizada con una escala hedónica de 5 puntos. Los atributos evaluados fueron sabor, olor, textura y color, para tener un panorama global de qué tan aceptado iba a ser el producto con base en las características que como consumidor tienen mayor peso. El parámetro que mostró mayor aceptación fue el color con un valor medio de 3.96, seguido por la textura con un valor medio de 3.82, luego el sabor con un valor medio de 3.62 y por último el olor con un valor medio de 3.04. En base a estos resultados, se puede ver que todos los atributos caen dentro de la clasificación de aceptado, encontrándose por arriba de la media de 3.

Cuadro 69. Aceptabilidad global de la sopa instantánea.

Atributo	Media	Desviación estándar	Moda	Mínimo	Máximo
Sabor	3.62	0.667	4	2	5
Olor	3.04	0.638	3	1	4
Textura	3.82	0.748	4	2	5
Color	3.96	0.781	4	2	5

En el Gráfico 9 se puede observar cómo el color es el parámetro de mayor aceptación, mientras que el menos aceptado es el olor. Esto se debe principalmente a las características finales del producto, en las que el color presentaba una tonalidad anaranjada intensa que llamaba la atención de los consumidores, mientras que el olor era poco intenso por lo que los consumidores no sentían conexión entre el producto y el aroma.

Gráfico 2. Aceptabilidad global de la sopa instantánea.



Al evaluar específicamente el atributo de sabor, se pudo observar que el 60% de la población evaluada indicó que el sabor le gustaba moderadamente, indicando principalmente que el sabor que resaltaba era el de la zanahoria, por lo que les parecía una opción interesante. El 30% de la población indicó que no le gustaba ni le disgustaba, principalmente debido a que la sopa no presentaba un sabor intenso, y que le faltaba el sabor que suelen asociar con estos productos. El 6% indicó un disgusto moderado ante la sopa a raíz de la falta de sabor, y el 4% restante indicó que le gustaba mucho.

Cuadro 70. Aceptabilidad ante el sabor de la sopa instantánea.

Escala	Frecuencia	Frecuencia (%)	Comentario
5 - Me gusta mucho	2	4%	--
4 - Me gusta moderadamente	30	60%	Tiene un sabor nuevo en el que resalta la zanahoria
3 - No me gusta ni me disgusta	15	30%	Podría tener un sabor más intenso
2 - Me disgusta moderadamente	3	6%	No tiene mucho sabor
1 - Me disgusta mucho	0	0%	--

Gráfico 3. Aceptabilidad ante el sabor de la sopa instantánea.



Al evaluar el atributo del olor, se puede ver que el 66% de la población estudiada indicó que no le gustaba ni disgustaba, debido a que no presentaba un olor característico para evaluar. El 20% indicó que le gustaba moderadamente, el 12% indicó que le disgustaba moderadamente, y el 2% restante indicó que le disgustaba mucho. Con base en estos comentarios, se recomienda para el que desee replicar el procedimiento, aportar más a la característica del olor para que presente un olor distintivo que atraiga al consumidor.

Cuadro 71. Aceptabilidad ante el sabor de la sopa instantánea.

Escala	Frecuencia	Frecuencia (%)	Comentario
5 - Me gusta mucho	0	0%	--
4 - Me gusta moderadamente	10	20%	--
3 - No me gusta ni me disgusta	33	66%	No presenta un olor característico
2 - Me disgusta moderadamente	6	12%	--
1 - Me disgusta mucho	1	2%	--

Gráfico 4. Aceptabilidad ante el olor de la sopa instantánea.

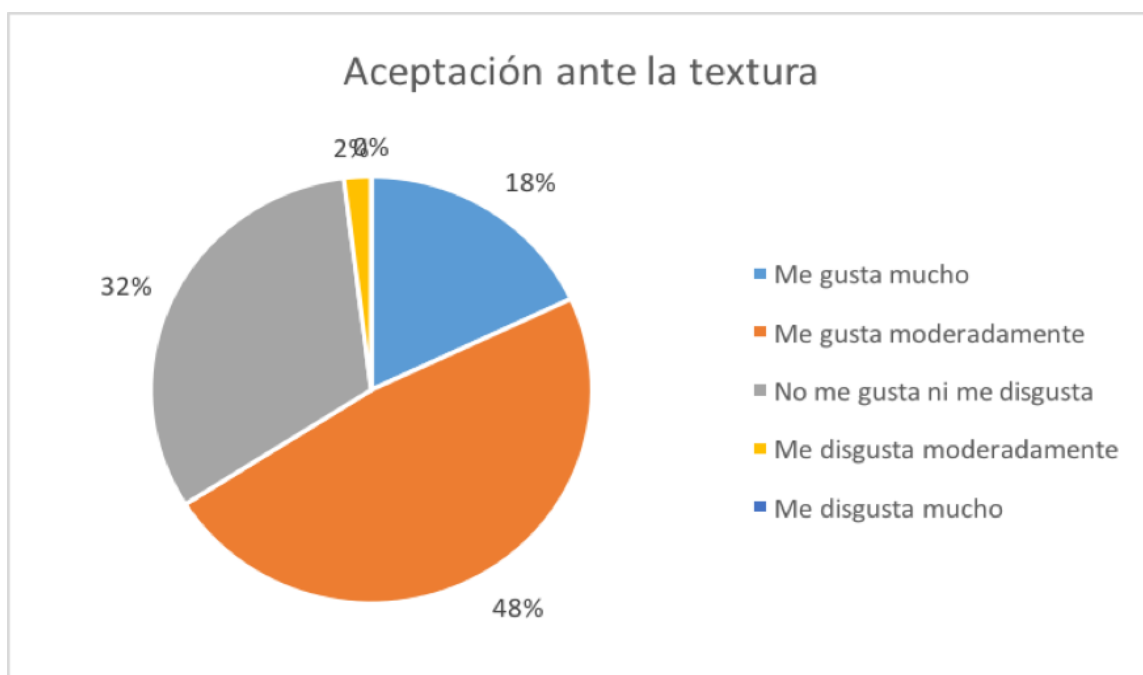


Respecto al atributo de textura, este se evaluó por la necesidad de conocer si los fideos lograban una buena rehidratación al momento de agregar el agua caliente y dejar que suceda su reconstitución. Los resultados indican que al 48% le gustó moderadamente, debido principalmente a que presentan una textura similar a la de los fideos convencionales en la sopa. El 32% indicó no gustarle ni disgustarle, por presentar una característica blanda que no demuestra ninguna diferenciación ante otros fideos convencionales. El 18% indicó gustarle mucho, y el 2% restante indicó un disgusto moderado.

Cuadro 72. Aceptabilidad ante la textura de la sopa instantánea.

Escala	Frecuencia	Frecuencia (%)	Comentario
5 - Me gusta mucho	9	18%	--
4 - Me gusta moderadamente	24	48%	Tiene una textura muy similar a los fideos regulares
3 - No me gusta ni me disgusta	16	32%	La textura es blanda
2 - Me disgusta moderadamente	1	2%	--
1 - Me disgusta mucho	0	0%	--

Gráfico 5. Aceptabilidad ante la textura de la sopa instantánea.



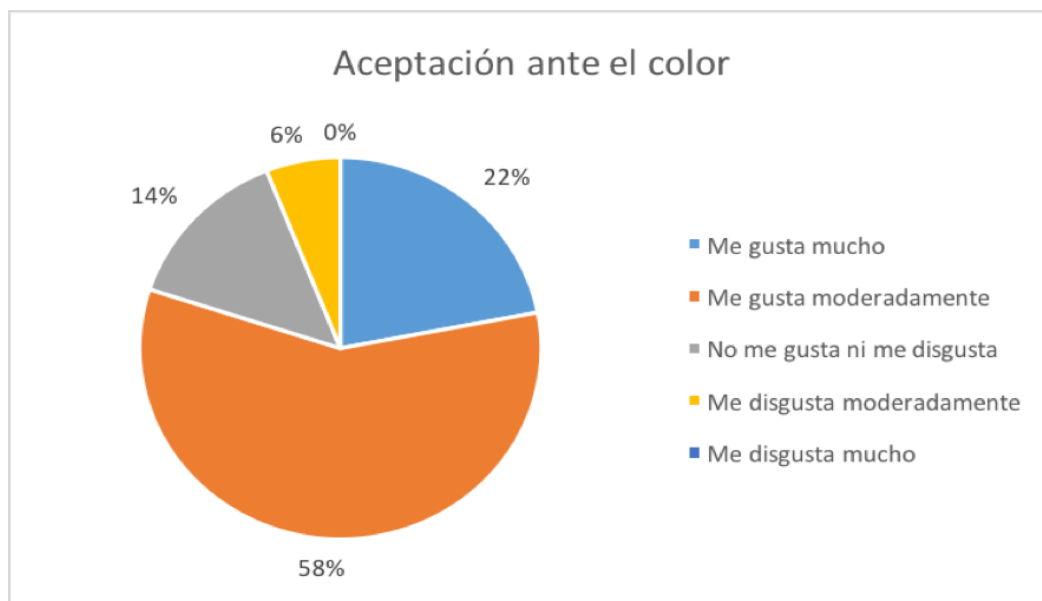
El último atributo evaluado fue el color, el cual se evaluó por la importancia que el consumidor le da a la apariencia de los alimentos para su elección del producto. El 58% de la población estudiada indicó que le gustaba moderadamente a raíz del color anaranjado, el cual llamaba la atención hacia una nueva opción para las sopas instantáneas. El 22% indicó que le gustaba mucho por ser un color atractivo que da la percepción de un producto más natural. El 14% indicó que no le gustaba ni disgustaba, mostrando indiferencia

ante la coloración, y el 6% restante indicó que le disgustaba moderadamente por tratarse de un color que no se asocia con sopas instantáneas.

Cuadro 73. Aceptabilidad ante el color de la sopa instantánea.

Escala	Frecuencia	Frecuencia (%)	Comentario
5 - Me gusta mucho	11	22%	Color atractivo, más natural
4 - Me gusta moderadamente	29	58%	Color anaranjado llama la atención
3 - No me gusta ni me disgusta	7	14%	--
2 - Me disgusta moderadamente	3	6%	--
1 - Me disgusta mucho	0	0%	--

Gráfico 6. Aceptabilidad ante el color de la sopa instantánea.



7. Costos de producto desarrollado. Al contar con el producto desarrollado y una metodología estandarizada, se prosiguió a calcular los costos del producto, y estimar el precio de venta para tener una comparación con los productos actuales que representan una competencia directa para la sopa instantánea.

Cuadro 74. Costos de materia prima utilizada en base al porcentaje utilizado en la elaboración de fideos.

Ingrediente	Formulación (%)	Peso (g)	Costo por gramo (Q)	Subtotal
Harina de trigo	29.70	22.30	0.020	0.36
Huevo	23.40	17.60	0.060	1.05
Puré de zanahoria	21.60	16.20	0.002	0.03
Harina de maíz	10.00	7.50	0.010	0.08
Harina de palmito	8.70	6.50	0.002	0.01
Almidón de maíz	5.80	4.40	0.015	0.07
Sal de mar	0.80	0.60	0.020	0.01
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>75</b>		<b>1.60</b>

Cuadro 75. Costos de materia prima utilizada en base al porcentaje utilizado en la elaboración de consomé.

Ingrediente	Formulación (%)	Peso (g)	Costo por gramo (Q)	Subtotal
Ajo en polvo	21.00	3.15	0.004	0.01
Cebolla en polvo	21.00	3.15	0.004	0.01
Pimienta negra	19.00	2.85	0.004	0.01
Chile pimiento en polvo	14.00	2.10	0.006	0.01
Tomate en polvo	14.00	2.10	0.006	0.01
Paprika	8.50	1.28	0.005	0.01
Sal de mar	2.50	0.38	0.020	0.01
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>15</b>		<b>0.08</b>

En los cuadros anteriores se puede observar que para obtener una porción de 75 gramos de fideos, el costo de la materia prima equivale a Q1.60, mientras que el costo para obtener una porción de 15 gramos de consomé equivale a Q0.08. En el caso de la materia prima de descarte, el costo por gramo se calculó en base al 10% del costo de venta de la materia prima.

Cuadro 76. Costos operativos

	Tiempo (min)	Costo por minuto (Q)	Subtotal (Q)
Energía eléctrica	30	0.019	0.998
Mano de obra	80	0.170	13.25
<b>Total batch (50 unidades)</b>			<b>14.24</b>
<b>Total por unidad</b>			<b>0.28</b>

En el cuadro anterior se pueden observar los costos operativos necesarios para elaborar un batch de 50 porciones de fideos con su consomé. Se tomó en cuenta el costo de energía eléctrica en base al tiempo que se necesita utilizar equipo para la elaboración de los fideos, incluyendo el horno y estufa. Para calcular el costo de mano de obra, se estableció el sueldo mínimo que se le pagará por minuto a los colaboradores, y el tiempo que se necesita para elaborar el producto.

Cuadro 77. Costos totales del producto desarrollado.

Insumo	Costo (Q)
Fideos tipo Ramen	1.60
Consomé	0.08
Empaque	0.72
Costo operativo	0.28
<b>Costo total</b>	<b>2.68</b>
<b>Precio estimado de venta</b>	<b>5.36</b>

Al tomar en cuenta el costo de la materia prima, el empaque y el costo operativo, el costo total del producto desarrollado equivale a Q2.68. Se estableció un precio estimado de venta de Q5.36, considerando una ganancia del 100%.

Cuadro 78. Comparación con productos en el mercado.

Marca	Costo (Q)
Desarrollada	5.36
Comercial 1	4.50
Comercial 2	5.00
Comercial 3	7.80

Al comparar el precio estimado de venta con las marcas comerciales, se puede observar que el precio se encuentra en medio, con opciones más baratas y opciones más caras. Esto indica que es una buena opción para el mercado, por encontrarse dentro del rango que el público acostubra para este tipo de alimentos. El bajo precio se debe principalmente al hecho de que se está aprovechando materia prima de descarte, por lo que su valor inicial es más reducido.

#### D. Papilla instantánea a partir de harina de arroz y pulpa de zanahoria

El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar un producto a partir del descarte de zanahoria procedente del rechazo generado en la industria agrícola guatemalteca, con el fin de aprovechar el aporte

nutricional de esta hortaliza, la cual es descartada por la falta de cumplimiento con los estándares de calidad. En Guatemala los departamentos con la mayor producción son el departamento de Chimaltenango, Sololá, Sacatepéquez, Quetzaltenango y Jalapa; y la exportación representa el 11.47% del total producido al año. Además, se estima que en el país existe una merma del 8% de la producción total del cultivo de zanahoria, por lo que se han implementado medidas para reducir las pérdidas de alimento, ya que no todo el descarte generado es reutilizado y la industria debe enfrentar económicamente con estos desechos. Por esto, y reconociendo que es un producto que todavía es apto para consumo humano y de alto valor nutricional, se decidió implementarlo en la elaboración de una papilla para la alimentación complementaria del primer año de vida.

La zanahoria utilizada para la realización de la papilla fue transformada en un tipo de pulpa, por medio de la cocción y la trituración de la misma. La razón por la cual se decidió trabajar con esta hortaliza fue debido a que esta aporta energía en cantidades superiores a otras hortalizas, ya que se trata de una raíz. Además de poseer un alto poder de gelificación y acción astringente.

La alimentación es una acción compleja regulada por mecanismos fisiológicos y psicológicos, por lo que la condición nutricional del niño está determinada por su alimentación y su estado de salud. La alimentación se asocia a la disponibilidad de recursos en el hogar del niño y a los patrones culturales que determinan las formas en que el mismo es alimentado. El período entre el año y los 3 años de vida se caracterizan por ser una época de tránsito entre el crecimiento acelerado del lactante y el crecimiento estable del niño, este desarrollo se puede ver incluso en su dentadura, pues la mayoría tienen sus dientes de leche al cumplir su tercer año. Es por ello que se prefieren alimentos entre líquidos y semisólidos, como la papilla, con las cuales el niño no tiene que hacer mucho esfuerzo en masticar.

1. Formulación y anatomía de la papilla instantánea. La formulación de la papilla se basó en los datos de puntaje químico del aporte calórico de cada uno de los ingredientes seleccionados. Estos ingredientes fueron utilizados por su calidad nutricional y por su acceso fácil a la población. Uno de los primeros pasos fue convertir la zanahoria en un tipo de pulpa como se mencionó anteriormente.

Cuadro 79. Formulación de la papilla instantánea.

Ingrediente	Porcentaje (%)
Pulpa de zanahoria	52.03
Harina de arroz	40.24
Fécula de maíz	6.67

Continuación cuadro 80. Formulación de la papilla instantánea.

Ingrediente	Porcentaje (%)
Canela	0.53
Vainilla	0.53
Total	100

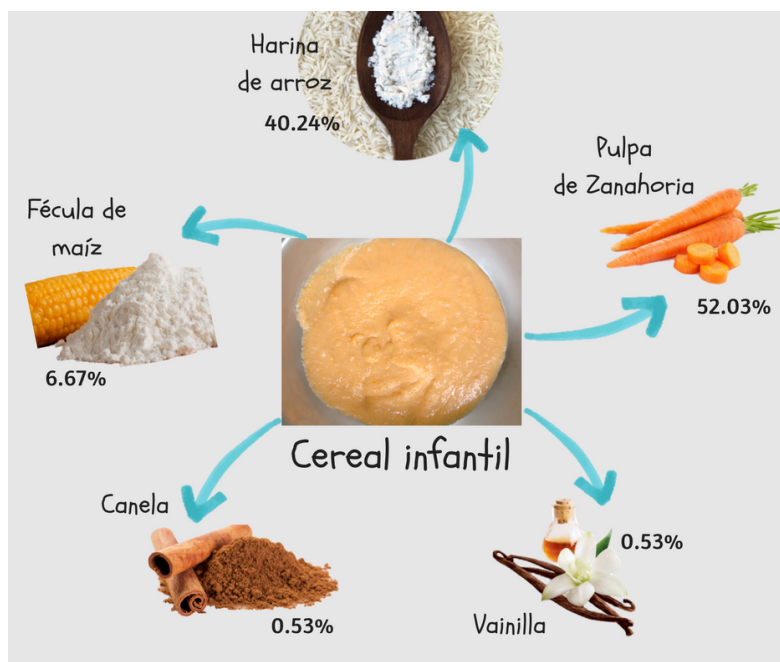
En el cuadro anterior se muestran los ingredientes empleados en la elaboración de la papilla instantánea. La harina de arroz se utilizó principalmente debido a que su sabor es suave, contiene carbohidratos de fácil digestión, posee propiedades hipoalergénicas y es baja en sodio. Por lo mismo se quiso utilizar la fécula o almidón de maíz, pues es un alimento que se engloba en la categoría de los cereales, por lo que aporta carbohidratos de fácil digestión, además de ser muy utilizada en la alimentación de los celíacos. El contenido de almidón de estas harinas permitió la textura deseable en una papilla, pues no solo es uno de los cuatro macrocomponentes de los alimentos, sino también tiene propiedades de gelatinización. Es importante mencionar que, para facilitar la digestión de los cereales y permitir que el bebé pueda aprovechar los beneficios nutricionales de estos en forma de papilla con una adecuada consistencia y textura, fue necesario hidrolizar previamente las harinas por medio de calor. Esto también permitió que se liberaran azúcares a partir de los almidones de los cereales proporcionando un dulzor natural al producto final sin necesidad de añadir azúcar.

La tecnología, hoy en día, nos permite mejorar este proceso previo por medio de “Proceso CHE”, que se refiere al proceso de hidrólisis enzimática, el cual consiste en mezclar las harinas de los cereales con agua y enzimas para desdoblar los carbohidratos del almidón. Los carbohidratos son cadenas largas de azúcares que durante la hidrólisis se rompen para producir cadenas más cortas de azúcares (dextrinas).

La hortaliza utilizada en la formulación fue la zanahoria, cuyo componente más abundante es el agua (88%), seguido de los hidratos de carbono. Su color naranja se debe a la presencia de carotenos, entre ellos el betacaroteno o provitamina A. Este último tras ser absorbido en el organismo se transforma en vitamina A o retinol que ayuda a tener una mejor visión, buen estado de la piel, tejidos y buen funcionamiento del sistema inmunológico.

La canela y la vainilla se utilizaron con el fin de brindar propiedades organolépticas a la papilla, para que sea del agrado del consumidor. La siguiente imagen muestra la anatomía del producto, como una ilustración de los ingredientes de la papilla.

Figura 14. Anatomía de papilla.



Cabe mencionar que el equipo utilizado para la deshidratación de la papilla fue un secador de tambor de la Universidad del Valle de Guatemala. Las condiciones con las que se trabajó, para obtener un tamaño de partícula fino y característico de este tipo de productos, fue a una temperatura de 125C, presión de 40 psi y una velocidad de 1.2 rpm.

2. Propiedades químicas y físicas de la papilla instantánea. Para poder evaluar el aporte nutricional del producto formulado, este fue sometido a un análisis proximal, el cual incluyó la determinación del contenido de proteína, humedad, grasa, cenizas, fibra dietética y minerales. En el caso de los minerales se analizaron los siguientes: calcio, hierro, zinc y sodio. Los procedimientos se basaron en los métodos de la AOAC.

Según el Codex Alimentarius (1991) los preparados alimenticios para niños de seis meses a tres años deben contener 15% de proteína, 400 Kcal como se muestra en el Cuadro 78, y el cómputo de aminoácidos corregido de acuerdo con la digestibilidad verdadera de las proteínas brutas no debe ser inferior al 7% del de la caseína. Los cálculos para la formulación de esta mezcla se basaron en los patrones de referencia de nutrientes que contienen las papillas a base de un cereal, en este caso arroz.

Cuadro 81. Análisis proximal de papilla instantánea.

Análisis	Promedio	Desviación Estándar	Propagación de error
Proteína (%)	8.01	0.002688	0.258
Grasa (%)	1.40	-	0.001
Cenizas (%)	1.65	0.0002412	0.014
Humedad (%)	2.84	0.0008174	0.019
Fibra cruda (%)	0.37	0.0034605	0.001
Carbohidratos (%)	85.72	-	-
Calorías (Kcal/ 100g)	387.51	-	-

La formulación, como se mostró anteriormente, es mezcla de harina de arroz y almidón de maíz, combinadas con pulpa de zanahoria. El Cuadro 78 muestra que el contenido de proteína obtenido en la mezcla fue de  $8.01\% \pm 0.258$ , lo cual no cumple con el 15% requerido por la normativa internacional. Esto puede mejorarse si se tratara de una mezcla cereal-fruta, por lo que para futuros trabajos se recomienda utilizar una fruta, como el camnate, para mejorar el perfil proteico de la papilla. De igual manera en el apartado de “Instrucciones sobre el modo de utilización” del Codex Alimentarius 1991 se especifica que, si el producto contiene menos del 15% de proteína y la calidad de ésta es inferior al 70% de la caseína, en las instrucciones de la etiqueta debe indicarse “*utilícese leche o fórmula, pero no agua para diluir o mezclar*” o una indicación equivalente.

Al igual que la proteína, el contenido de energía y grasa es menor que el establecido por Codex Alimentarius. El valor de la grasa obtenida fue de  $1.40\% \pm 0.001$  y un valor promedio de 387.51 Kcal/100 g. Esto no quiere decir que sea una mezcla de menor calidad, sino que su formulación puede ser utilizada en la alimentación de niños mayores. En cuanto a la fibra cruda, se obtuvieron valores aceptables para alimento de niños entre 6 meses y 3 años, pues el máximo es de 5 g.

La humedad es una propiedad importante es este tipo de productos por tratarse de una harina. De acuerdo al análisis de humedad realizado a través del método gravimétrico de peso, la mezcla mostró una humedad de  $2.84\% \pm 0.019$ . Este valor está dentro del rango establecido por el Codex Alimentarius (1991), ya que la humedad en este tipo de alimentos debe ser menor o igual a 5%. Además, se determinó la actividad de agua y esta fue de 0.301, por lo que se puede clasificar como un alimento de humedad baja. Por lo que se puede decir que no es susceptible al crecimiento microbiano de hongos, levaduras y bacterias. Sin embargo, por ser una harina se recomienda que para futuros trabajos se realice el análisis microbiológico de la misma.

Cuadro 82. Análisis de fibra dietética de papilla instantánea.

Muestra	TDF (mg/100g)
Papilla	43.84

“La fibra dietética es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos, que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso”, por lo que aporta un gran beneficio a la dieta de los más pequeños. Como se observa en el Cuadro 79 el valor obtenido de fibra dietética se encuentra en el rango establecido por el Codex Alimentarios ya que este debe ser menor de 5g/100 g de producto.

Cuadro 83. Análisis de minerales en papilla instantánea.

Mineral	Concentración promedio (mg/100g)	Desviación estándar
Calcio	1.16	0.02
Hierro	5.55	0.21
Zinc	8.20	0.25
Sodio	49.80	0.62

Según el análisis de determinación de cenizas o de combustión de componentes orgánicos, se determinó que el producto contenía un 1.65%  $\pm$ 0.014 de cenizas. A partir de las muestras de cenizas obtenidas, se procedió a determinar el contenido de minerales. Los micronutrientes más importantes en la alimentación infantil son el hierro, zinc, calcio y vitamina A. (FAO, 1998) Como se muestra en el cuadro anterior el contenido de minerales en la mezcla, es relativamente bajo en comparación con lo recomendado según el Codex Alimentarius (Cuadro 17). Esto se debe a que no se le adicionó suplementos de vitaminas o minerales para que el preparado cumpla con los patrones de referencia del Codex Alimentarius. Por lo que para mejorar el contenido de minerales se recomienda añadir un suplemento de vitaminas y minerales que cumpla con la dieta de los lactantes y niños pequeños.

A partir de los datos anteriores se realizó la etiqueta nutricional del producto (figura 15). En comparación con la etiqueta nutricional del producto comercial (figura 6), se puede observar que la cantidad de macro nutrientes es similar al contenido obtenido en la papilla elaborada, en un tamaño de porción de 25 g. Por otra parte se obtuvo una menor cantidad de sodio en la papilla elaborada, lo cual es positivo para este tipo de alimentos. En cuanto a los minerales, hubo una menor cantidad debido a que esta no se fortificó.

Figura 15. Etiqueta Nutricional de la papilla instantánea

<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño de la Porción 25 g	
Porciones por envase: 8 porciones	
<b>Cantidad por porción</b>	
<b>Calorías</b> 96.80 kcal	
<b>% Valor Diario*</b>	
<b>Grasa total</b> 0.35 g	<b>4%</b>
<b>Sodio</b> 12.45 mg	
<b>Carbohidratos totales</b> 21.43 g	
Fibra dietética 0.01 g	<b>0%</b>
<b>Proteína</b> 2.0 g	<b>13%</b>
<b>Calcio</b> 0.29 mg	
	<b>0%</b>
<b>Zinc</b> 2.1 mg	<b>21%</b>
<b>Hierro</b> 1.4 mg	<b>12%</b>
*Los Porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 8400 kJ (2000 kcal) según Codex Alimentarius.	

Cuadro 84. Propiedades físicas y granulometría de la papilla instantánea.

	Promedio	Desviación estándar
WAI (%)	330.99 ± 0.0001g	0.235299
WSI (%)	26.83 ± 0.0001g	0.043979
Tamaño de partícula (µm)	699.5284	-
Consistencia (cm/min)	17.38	0.385746

También fueron evaluadas las propiedades físicas de la mezcla. El índice de absorción de agua (WAI) se refiere al peso de gel obtenido por gramo de muestra seca, el cual es una medida de la energía de esponjamiento o hinchamiento del almidón. Por otro lado, el índice de solubilidad en agua (WSI) es expresada como un porcentaje de sólidos secos originales. En el Cuadro 81 se observa que la capacidad de absorción de agua de la mezcla es alta, al igual que el tamaño de partícula obtenido. Como consecuencia de ello los granulos de almidón de las harinas empleadas tienen un alto poder de gelatinización, lo que brinda una masa viscosa y plástica. Este cambio en la estructura macromolecular hace que el almidón, sin apenas degradarse, se torne más soluble, lo que es requerido en este tipo de alimentos.

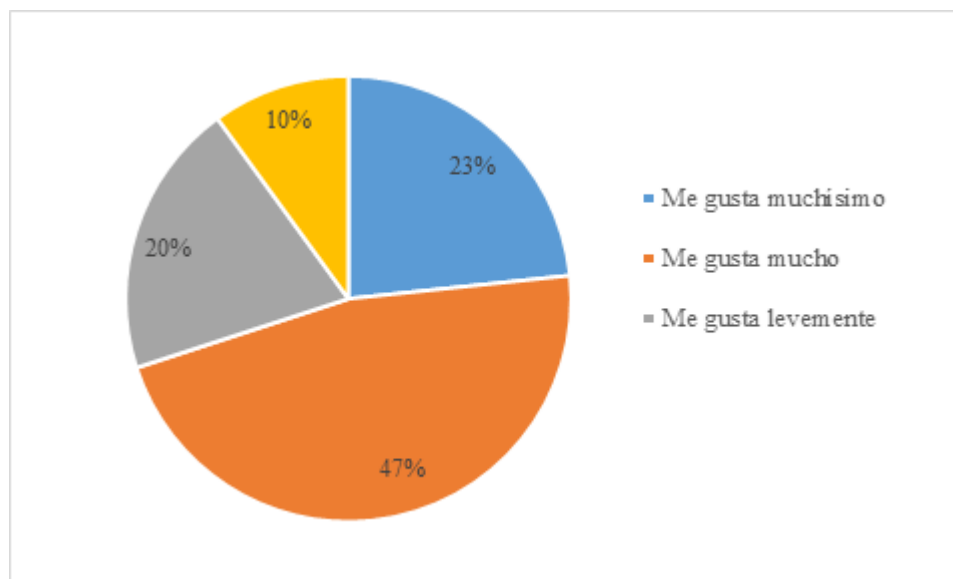
La consistencia se midió utilizando un consistómetro donde se mide el tiempo en que recorre la papilla preparada un centímetro. La papilla fue preparada de la misma forma en que fue utilizada para la evaluación sensorial (125 g en 2 L = 0.0625 g/mL). La consistencia obtenida es alta debido al contenido de almidón. Esta característica es importante debido a que la norma presenta las cantidades de macronutrientes para 100g de alimento, por lo que esta cantidad debe suministrarse en dosis de dos o más comidas diarias; así como también debe tomarse en cuenta que la consistencia repercute directamente en la aceptación de la papilla. Por lo que se puede considerar la preparación de la papilla utilizando 100 g en 1 L o 25 g en 0.25 L.

3. Evaluación sensorial de la papilla instantánea. La evaluación sensorial fue realizada en adultos, principalmente madres de familia entre 25 y 60 años, consumidores de este tipo de productos para medir la aceptabilidad y preferencia del producto desarrollado. Para esto se seleccionaron cinco atributos a evaluar siendo esto: apariencia, textura, sabor, color y olor y en base a ellos se evaluó la aceptabilidad y preferencia del producto. Cabe mencionar que para esto se comparó la papilla desarrollada con una marca comercial, Nestum® Cereal infantil de Arroz.

Cuadro 85. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según la apariencia de la papilla instantánea.

F	Valor crítico para F (una cola)	Significancia
1.67	1.54	Diferencia significativa

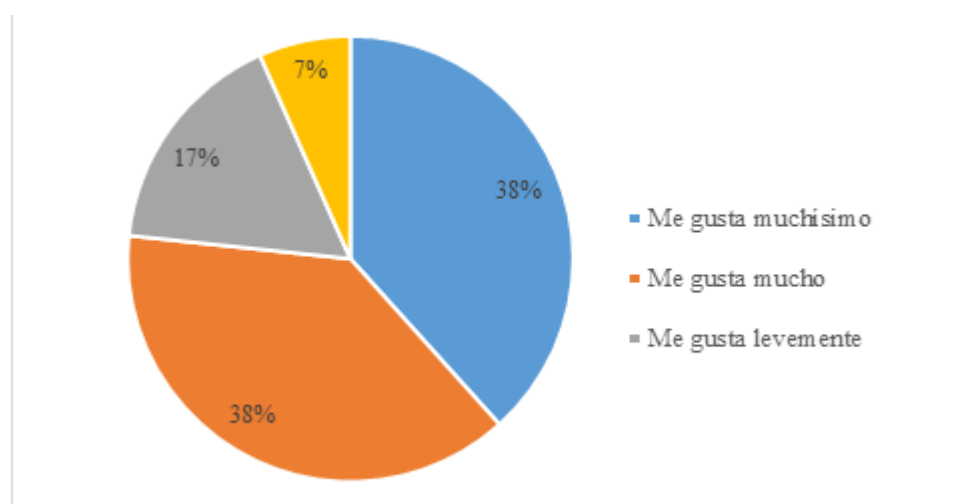
Gráfico 7. Opinión respecto a la apariencia general del producto.



Cuadro 86. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según la textura de la papilla instantánea.

F	Valor crítico para F (una cola)	Significancia
1.42	1.54	No hay diferencia significativa

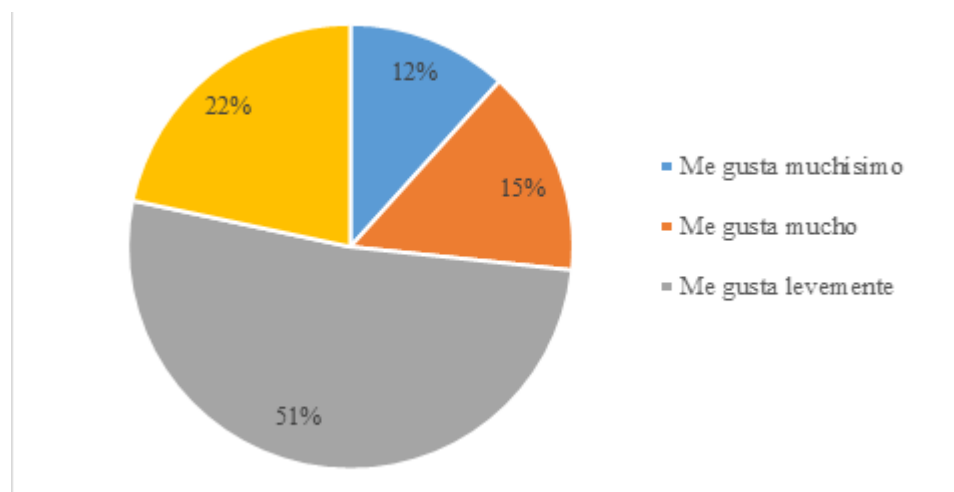
Gráfico 8. Opinión respecto a la textura del producto.



Cuadro 87. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según el sabor de la papilla instantánea.

F	Valor crítico para F (una cola)	Significancia
1.58	1.54	Diferencia significativa

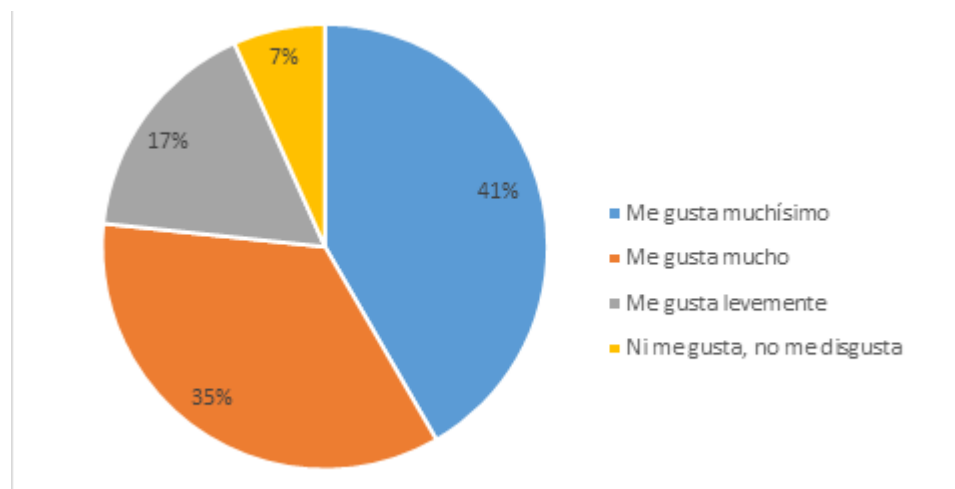
Gráfico 9. Opinión respecto al sabor del producto



Cuadro 88. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según el color de la papilla instantánea.

F	Valor crítico para F (una cola)	Significancia
1.17	1.54	No hay diferencia significativa

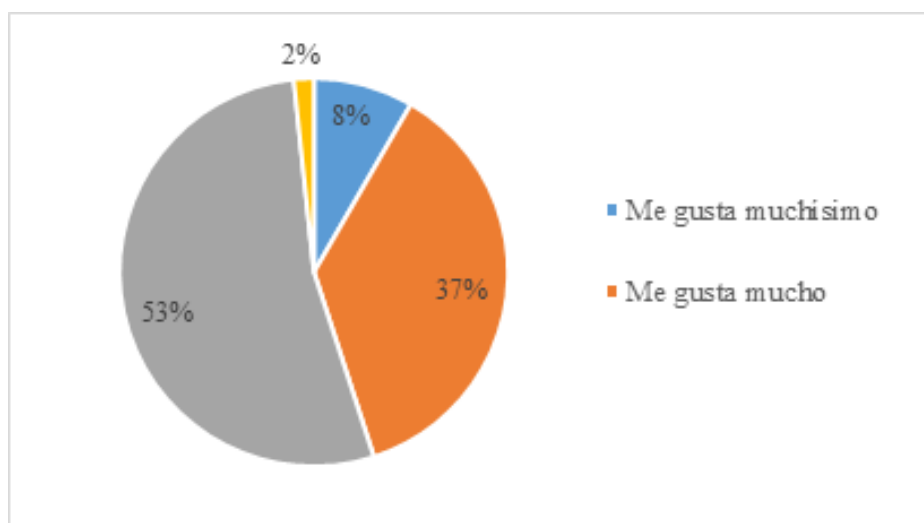
Gráfico 10. Opinión respecto al color del producto.



Cuadro 89. Análisis de varianza para la prueba de aceptabilidad según el olor de la papilla instantánea.

F	Valor crítico para F (una cola)	Significancia
2.51	1.54	Diferencia significativa

Gráfico 11. Opinión respecto al olor del producto.



El primer atributo evaluado fue la apariencia, específicamente la apariencia general, tamaño de partícula, viscosidad y consistencia. Estos resultados se pueden observar en el Cuadro 82 y en el Gráfico 14. Para su evaluación se utilizó una escala de agrado de 7 puntos siendo 7 me gusta muchísimo, 6 me gusta mucho, 5 me gusta levemente, 4 ni me gustan ni me disgusta, 3 me gusta levemente, 2 me disgusta mucho y 1 me disgusta muchísimo. En el caso de la apariencia general, se obtuvo que existe una diferencia significativa entre ambas papillas. Esto puede deberse a que el tamaño de partícula de la papilla Nestum® es más fina por lo que tienen a ser menos viscosa. Sin embargo, en el Gráfico 14 se puede notar que el rubro con mayor frecuencia de respuesta para la papilla elaborada fue el de “me gusta mucho” con una frecuencia de 28 (47%), seguido por el de “me gusta muchísimo” con una frecuencia de 14 (23%).

Por otro lado, con respecto a la textura de la papilla no se encontró diferencia significativa. En la Gráfico 15 se observa que a la mayoría de los panelistas (38%) le agradó la textura debido a su similitud con el producto comercial. Al resto de los panelistas les gusto levemente (17%).

El sabor es una característica importante en los alimentos complementarios, pues es en esta etapa en la que el niño empezará a experimentar sabores en su paladar. A esta edad se recomienda que el niño se acostumbre al sabor natural de los alimentos, en este caso el sabor a la zanahoria, por lo que no se adicionó sal o azúcar a la papilla. En el Cuadro 84 se muestra que existe una diferencia en el sabor, esto puede deberse a que los consumidores están acostumbrados al sabor de la papilla Nestum®, pues esta da la sensación de ser dulce, como se expresó en uno de los comentarios.

En el Gráfico 16 se muestra que a 31 de los panelistas les gusta levemente, mientras que 13 ni les gusta, ni les disgusta, debido a que se siente sabor a harina y esperaban más el sabor a zanahoria. Por lo que para mejorar el producto se podría fortalecer más el sabor de la zanahoria combinándolo con la canela y la vainilla.

Según la evaluación del color del producto se determinó que no hubo diferencia significativa, pues a pesar de que una tiene zanahoria, en ambas prevalece el color beige. Este atributo fue aceptable por la mayoría de los panelistas (41%) considerándolo como una coloración de alimento saludable.

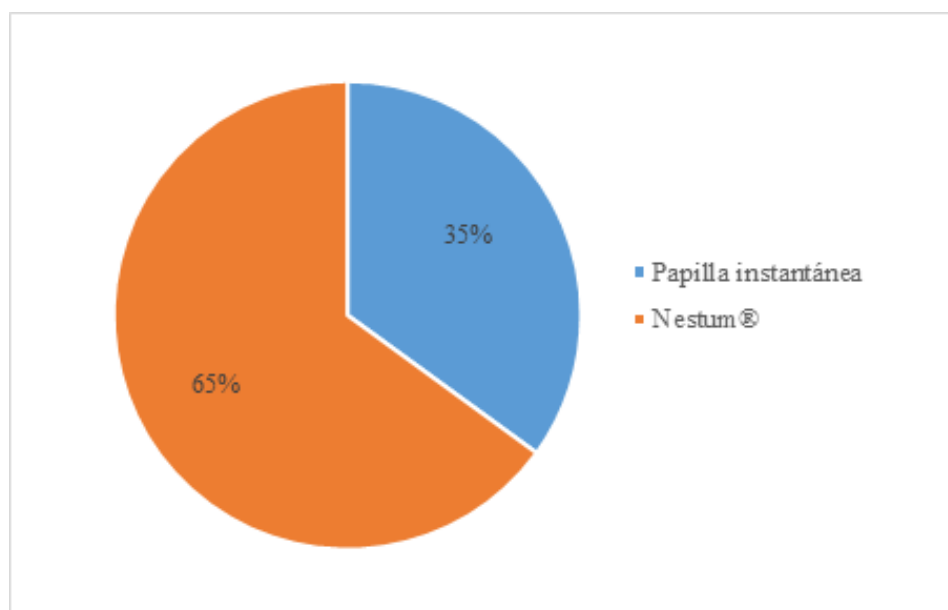
Por último, se evaluó el olor, en el cual se determinó que sí hay diferencia significativa, pues en la papilla Nestum® prevalece el olor a vainilla en comparación con la papilla elaborada. En el Gráfico 18 se observa que al 53% de los panelistas les gusta levemente, el 35% mencionó que les gusta mucho, seguido por el 8% que mencionó que les gusta muchísimo y únicamente el 2% mencionó que ni les gusta ni les disgusta.

Cuadro 90. Comparación de los promedios otorgados a la papilla instantánea para determinación de aceptación.

Atributo	Promedio obtenido	Valor de comparación	Aceptación
Apariencia	5.83		Sí es aceptada
Textura	6.08		Sí es aceptada
Sabor	5.17	5.06	Sí es aceptada
Color	6.11		Sí es aceptada
Olor	5.52		Sí es aceptada

Por medio del análisis F para varianzas de dos muestras, se obtuvieron los promedios otorgados a los diferentes atributos de la papilla como se muestra en el cuadro anterior. En cuanto a la prueba de aceptabilidad se puede decir que la papilla elaborada es aceptable en cuanto la apariencia, textura, sabor, color y olor.

Gráfico 12. Resultados para la prueba de preferencia entre la papilla elaborada a base de harina de arroz y pulpa de zanahoria y la marca comercial Nestum®.



Una vez evaluados los atributos mencionados anteriormente, el panelista debía elegir la muestra que era de su preferencia. En la gráfica previa se observa que 39 panelistas (65%) optaron por la papilla Nestum® y 21 (35%) por la papilla desarrollada. Esto puede deberse a la diferencia que existe en cuanto al sabor de ambas papillas. Sin embargo, no quiere decir que no se preferida por los consumidores de estos productos.

Gráfico 13. Comentarios más frecuentes para la papilla instantánea.

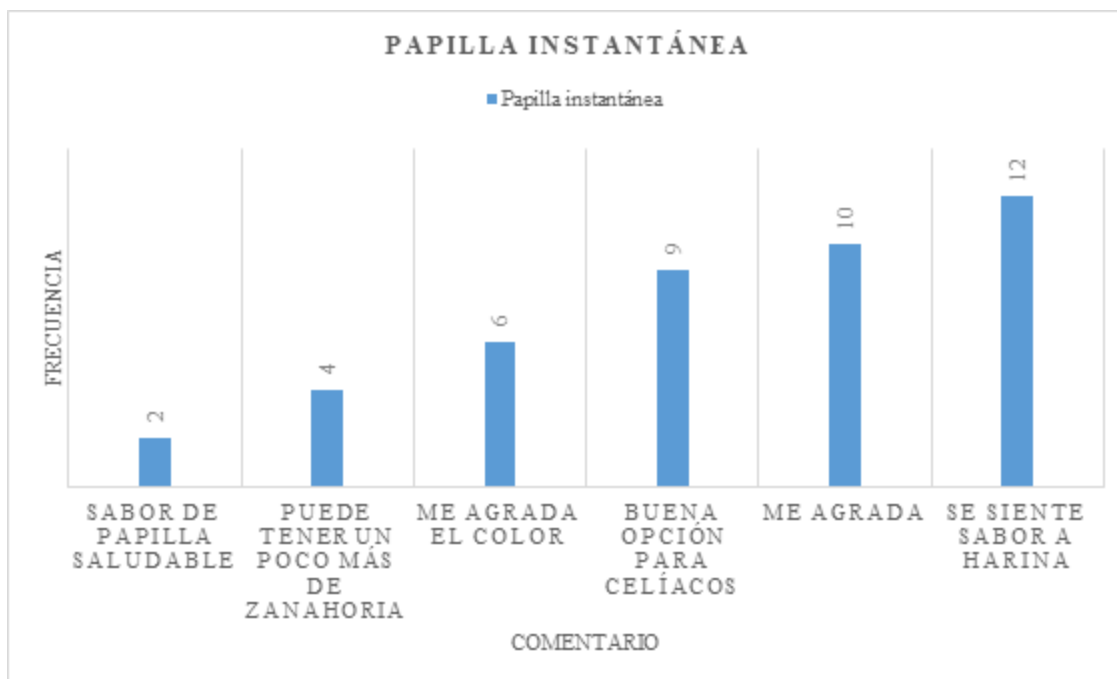
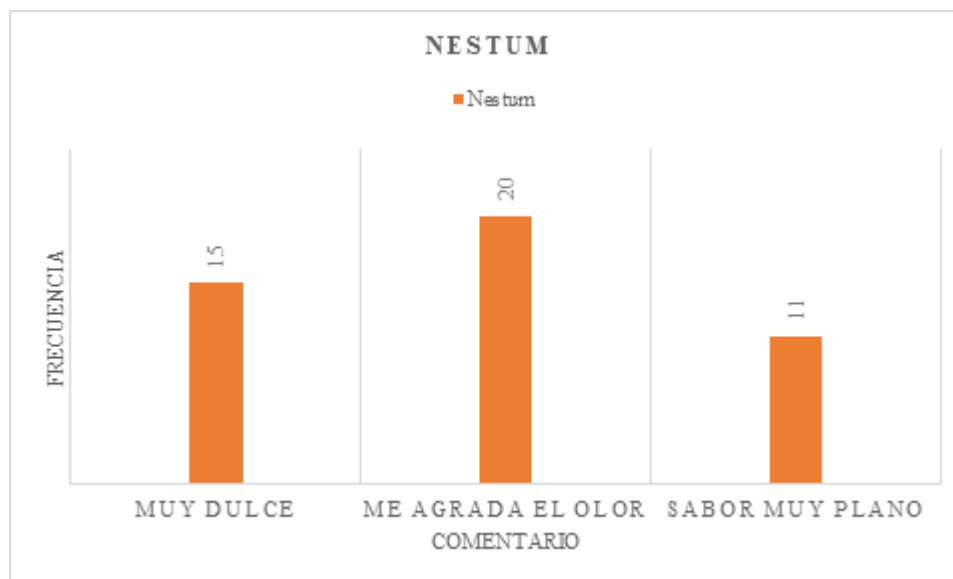


Gráfico 14. Comentarios más frecuentes para la Papilla Nestum®.



Los gráficos 20 y 21 muestran la frecuencia de comentarios obtenidos durante la prueba sensorial. En cuanto a la papilla desarrollada entre los comentarios con mayor frecuencia fue “se siente sabor a harina” (12), seguido por “me agrada” (10) y “buena opción para celiacos” (9). Por otro lado, los comentarios

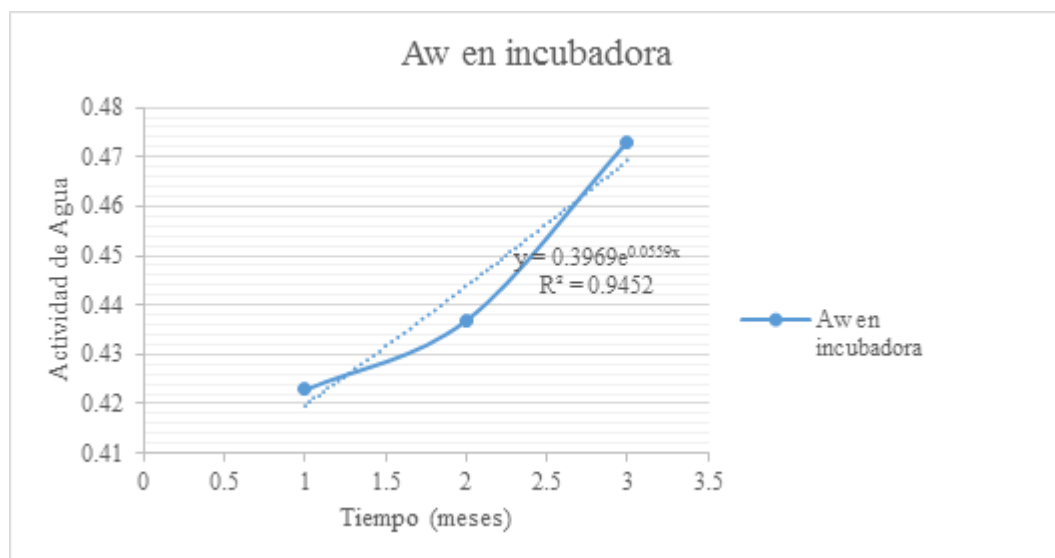
destacados para la papilla Nestum® fueron “me agrada el olor” (20), “seguido por “muy dulce (15) y “sabor muy plano” (11).

Cabe mencionar que al final de la evaluación se realizaba una pequeña discusión sobre el producto, en el cual se destaca que los consumidores de estos productos preferían el Cereal Infantil 8 Cereales de Nestum®, debido a que tiene más sabor. Sin embargo, las mamás de bebés celíacos no pueden optar por esta opción y buscan mezclar el Cereal de Arroz Nestum® con otro tipo de alimento como la zanahoria, al igual que las madres en general, por lo que esta nueva opción presentada fue de su agrado y se sintieron satisfechas

4. Vida de anaquel de la papilla instantánea. Debido a que los productos alimenticios tienen una vida finita y variable por lo que se toman precauciones para maximizar el mantenimiento de su calidad. La vida del producto debe exceder el tiempo mínimo de distribución requerido, hasta que llegue al consumidor y éste pueda almacenar el producto por un tiempo razonable.

a. Determinación de la actividad de agua. La actividad de agua fue controlada durante 4 semanas de almacenamiento en un empaque de polipropileno metalizado, a temperatura ambiente y en incubadora a 37°C. Tomando en cuenta que una semana a 37°C es igual a un mes a temperatura ambiente. En el Gráfico 22 se muestra la mezcla elaborada en su empaque a través de las cuatro semanas de almacenamiento y los cambios producidos en la actividad de agua. Se puede observar que se obtuvo un  $R^2 = 0.9452$ , esto puede deberse a que en las primeras dos semanas la actividad de agua aumenta, pero en la tercera semana esta disminuye, volviendo a aumentar en la última semana. Lo que se puede atribuir a que el empaque utilizado no era el esperado, sin embargo, se puede decir que es hermético ya que el agua que suelta el alimento no sale del empaque, vuelve a condensarse y regresa al alimento permitiendo así el aumento en la actividad de agua.

Gráfico 15. Actividad de agua vs tiempo (meses).



Por medio del método acelerado se determinó la actividad de agua límite que puede tener la mezcla para ser un alimento estable, en cuanto a sus propiedades organolépticas, el cual fue de 0.50; tomando en cuenta que la actividad de agua para un producto deshidratado va de aproximadamente 0.3 a 0.6 y que a la semana 4 se pudo observar que la harina se pegaba entre sí formando grupos dentro del empaque.

Tomando en cuenta el contenido de agua límite se puede concluir que la vida útil de este alimento es de 5 meses. Sin embargo, según la literatura, la vida útil de las papillas listas para el consumo es entre 10 a 12 meses, de acuerdo con las condiciones de almacenamiento dadas por el productor. Por lo que el empaque seleccionado pudo haber reducido su vida útil, por lo que se recomienda alargar el estudio realizado y cambiar el empaque de polipropileno metalizado a uno BOPP.

Una buena conservación de la calidad está dada por el envasado del alimento. A pesar de que el alimento elaborado cumple con la vida útil mínima, a las 4 semanas ya no mostraba las propiedades organolépticas requeridas. Esto se debe al empaque utilizado, el cual fue polipropileno metalizado. Este empaque no cumple con las funciones de un empaque ideal para este tipo de producto. Por lo que para futuras prácticas se recomienda utilizar un material opaco con barrera protectora a la luz y barrera de oxígeno pudiendo ser material bilaminado (BOPP polipropileno de 20 micrones mínimo con polietileno de 40 micrones mínimo) o polietileno coextruido. En ambos casos se requiere que el espesor de la lámina sea de 70 micrones, el cual deberá estar sellado herméticamente al calor (Papelo, 2010). Además, este tipo de productos tiene un cierto contenido graso que genera un sabor rancio si el oxígeno penetra en el envase, por lo tanto, se requiere de envases de estructuras bilaminadas con barrera a la humedad, al oxígeno y a la luz solar, por eso la elección del polipropileno biorientado (BOPP).

Como empaque secundario se puede optar también por una caja de cartón para contar con una mejor protección hacia los mohos, bacterias y levaduras que puede adquirir el producto por insectos, así como también este empaque permite un mejor manejo del producto.

5. Costos papilla instantánea. Una vez elaborado el producto, se realizaron los costos del mismo, tanto para determinar su precio de venta como para poder compararlo con los productos comerciales similares. Para esto cotizaron los costos de la materia prima y del empaque.

Cuadro 91. Costos de materia prima utilizada en base al porcentaje empleado en la elaboración de la papilla instantánea

Ingrediente	Formulación (%)	Peso (g)	Costo por gramo (Q)	Subtotal
Zanahoria	52.04	104.08	0.002	0.21
Harina de arroz	40.23	80.46	0.02	1.61
Fécula de maíz	6.67	13.35	0.1	1.33
Canela	0.53	1.06	0.001	0.01
Vainilla	0.53	1.06	0.08	0.08
Total	100	200		3.25

En el cuadro anterior se muestra el costo de los ingredientes empleados en la elaboración de la papilla, se puede observar que para una presentación de 200 g el costo de la materia prima es de Q3.25. Cabe mencionar que el costo de la materia prima de descarte se calculó en base al 10% del costo de venta de la misma.

Cuadro 92. Costo de la papilla instantánea

Descripción	Costos (Q)
Costo ingredientes materia prima	3.25
Costo ingredientes + empaque	3.97
Costo operativo	0.19
Costo total	4.1
Precio de venta	8.30

Tomando en cuenta el costo de la materia prima, el empaque y el costo operativo, del cual se calculo tanto la energía eléctrica como la mano de obra, el costo total del producto desarrollado es de Q4.1. Sin embargo se estableció un precio estimado de venta de Q8.30, considerando una ganancia del 100%. Este es un precio accesible para la población guatemalteca, comparándolo con el costo de una papilla comercial el cual es de Q17.95.

## E. Harina de pulpa de café

Se desarrolló un snack energético tipo barra de granola, utilizando un descarte importante de la industria cafetalera, la pulpa del café. Debido a la creciente demanda comercial del café a nivel nacional e internacional, su producción en el país es alta comparada con otros cultivos. Del procesamiento del fruto del café se obtiene aproximadamente 43.58% de pulpa en peso. Esto representa una fuente de contaminación significativa, especialmente porque dicha pulpa no recibe los tratamientos requeridos para su desecho o aprovechamiento después de la obtención del grano.

En el presente trabajo se consideró la obtención y caracterización de harina de pulpa de café para su utilización en la industria de alimentos, y su aprovechamiento para el desarrollo de productos nuevos. En base a las propiedades fisicoquímicas y a la composición química de la pulpa seca se desarrolló un snack energético tipo barra de granola. Los ingredientes utilizados en la formulación se adicionaron con el objetivo de aumentar el valor nutricional del producto y proveer funcionalidad. Se analizó además la composición química y características fisicoquímicas de la barra energética, así como su aceptabilidad sensorial y vida de anaquel. Dichos resultados se presentan a continuación.

### 1. Análisis fisicoquímicos y caracterización de harina de pulpa de café.

#### a. Evaluación física

Cuadro 93. Evaluación física de harina de pulpa de café.

Atributo	Descripción
Olor	Característico a cereza de café seca, dulce, aroma floral.
Color	Café oscuro
Apariencia	Parecida a café soluble, color homogéneo
Textura	Partículas pequeñas

Entre los objetivos de la presente investigación se encontraba la obtención y evaluación de la harina de pulpa de café para ser utilizada en un snack nutritivo. La pulpa se obtuvo a partir de un beneficio húmedo localizado en el departamento de Huehuetenango, en donde es separada del grano por medio de corrientes de agua. Debido a la humedad que absorbe la pulpa en dicho proceso, fue necesario secarla bajo el sol sobre patios destinados al secado del grano del café. La reducción de humedad evitó su contaminación microbiológica y descomposición. De la molienda de la pulpa seca se obtuvo la harina descrita en el Cuadro 90.

La harina de pulpa de café presentó una apariencia parecida al café soluble, con aroma dulce y floral. Debido al color café oscuro que presentó, la matriz del alimento en la cual se agregaría debía ser oscura para no afectar su aceptabilidad visual. A pesar de que la barra tipo granola no es un alimento de color homogéneo o claro, la adición de la harina de pulpa oscureció el color del producto a un nivel poco aceptable. Por lo anterior, fue necesario modificar el contenido de pulpa establecido en la formulación, y disminuirlo a un nivel en el cual no afectara la apariencia visual del producto y no lo oscureciera. Dichas modificaciones están descritas en el Cuadro 26, en el cual se observa que el porcentaje adecuado de harina de pulpa de café en la barra energética fue de 5%, cantidad en la cual no fue afectada la apariencia, aroma y sabor de la barra.

## 2. Análisis fisicoquímico

Cuadro 94. Composición química de harina de pulpa de café.

Componente	Concentración (%p/p base seca)
Humedad	9.7±0.1
Cenizas	7.3±0.1
Proteína	8.4±0.3
Grasa	1.8±0.1
Fibra cruda	15.1±0.1
Fibra dietética	15.0±0.1
	(149.5±0.1 mg fibra dietética/100 g de muestra)
Fibra total	30.0±0.1

Cuadro 95. Contenido de minerales y cafeína en harina de pulpa de café.

Componente	Concentración (mg/kg)
Zinc	12.4±0.1
Magnesio	1225.1±0.1
Potasio	12.2±0.2
Cafeína	2685.1±0.1

Cuadro 96. Características fisicoquímicas de harina de pulpa de café.

Característica fisicoquímica	Resultado
Capacidad de absorción de agua	62.7±0.1%
Índice de solubilidad	14.0±0.1%
Diámetro de partícula	245 $\mu\text{m}$
Rango de diámetro de partícula	38 – 425 $\mu\text{m}$

Se determinó la composición química de la harina de pulpa de café, la cual se muestra en el Cuadro 91. El contenido de humedad obtenido fue de 9.7±0.1% p/p, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables por el CODEX para harinas. En el caso de la harina de trigo, el valor máximo de humedad es de

15.5% (CODEX STAN, 1985). Dicho resultado se obtuvo por medio del secado bajo el sol durante tres días realizado en el beneficio de café. Posteriormente, la pulpa seca se deshidrató durante 6 horas a 60°C en deshidratador por convección. Ambos procesos permitieron eliminar la humedad que pudiera provocar contaminación por levaduras, mohos o bacterias, y evitó la descomposición rápida de la pulpa.

La pulpa de café contiene compuestos fenólicos con propiedades antimicrobianas y antifúngicas, como los taninos, sin embargo, el contenido de humedad es un factor que puede afectar significativamente la vida útil de la harina debido a mohos resistentes que pueden contaminarla.

El contenido de proteína determinado fue de  $8.4 \pm 0.3\%$  p/p, por lo que, según el valor diario recomendado (Nielsen, 2009), se requiere una porción de 60g de harina de pulpa de café para constituir una buena fuente de proteína. Sin embargo, en comparación con la harina de trigo, la cual tiene contiene 12.7% de proteína, el valor proteico de la harina de pulpa de café es alto para corresponder a un alimento de origen vegetal. Dicho resultado fue mayor al reportado en estudios anteriores (Braham; Bressani, 1979), lo cual también se atribuye a las características del suelo en el que fue cultivado.

Por otro lado, en el Cuadro 11 se observa el perfil de aminoácidos, el cual es más completo en comparación con el maíz, la semilla de soya y la semilla de algodón. La harina de pulpa de café presenta aminoácidos esenciales y no esenciales, a diferencia de los demás cultivos mencionados. Así mismo, entre los aminoácidos esenciales presentes, su contenido de lisina, histidina, treonina y valina, es mayor. Es importante considerar, sin embargo, que las condiciones del suelo en el cual sea cultivado el cafetal, van a afectar significativamente dichos valores.

La harina de pulpa de café presentó además un bajo contenido de grasa, lo cual es común entre los alimentos de origen vegetal. Dicho contenido graso fue menor al reportado en estudios previos a diferencia de la proteína (Braham; Bressani, 1979). Esto representa una ventaja para su utilización como ingrediente en alimentos, pues por su bajo contenido de grasa no es una fuente calórica significativa y por lo tanto, puede ser utilizado para el desarrollo de productos funcionales dirigidos al control de la obesidad y problemas cardíacos.

Se determinó un valor para fibra dietética de  $15.0 \pm 0.1\%$  p/p como se muestra en el Cuadro 91. Dicho valor es alto en comparación con otras fuentes de fibra como las almendras, el cual es de 14 g. Según el resultado obtenido, se requiere una porción de 16.7 g de harina de pulpa de café para considerarse una buena fuente de fibra. En caso de niños, la recomendación de ingesta diaria es de 5 g/ día, por lo que la adición de 3.3 g de harina de pulpa de café a su dieta, representaría una excelente fuente de fibra dietética. Dicho valor recomendado permite la funcionalidad adecuada del sistema digestivo en los niños, pero no interfiere en la absorción de calcio, hierro y otros micronutrientes importantes (Escudero, 2006).

Por lo tanto, debido al bajo contenido de grasa, alto contenido proteico y de fibra dietética, se determinó que la harina de pulpa de café es una buena alternativa para mejorar la funcionalidad de los alimentos. En el caso de la fibra dietética, su alto valor representa beneficios importantes para la salud, tales como la disminución de los niveles de colesterol en la sangre y de absorción de glucosa en el intestino, lo cual permite reducir el riesgo a enfermedades arteriales y coronarias (Escudero, 2006).

Entre las características fisicoquímicas analizadas en la harina de pulpa de café se encuentra la capacidad de absorción de agua, la cual es una medida de la cantidad de agua que una fuente de fibra es capaz de absorber cuando se coloca en un exceso de agua (Bressani; Joachin, 2009). Se determinó un valor de  $62.7 \pm 0.1\%$ , lo cual significa que la harina de pulpa de café tiene la capacidad de retener el 63% aproximadamente de su peso en agua. Esta característica indica que la harina es capaz de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad, cuyo efecto al ser consumido, es acelerar el tránsito intestinal de los alimentos. Dicha propiedad puede ser la base para utilizar la harina de pulpa de café en el tratamiento y prevención de la constipación crónica, así como permite contribuir a la disminución de la concentración y tiempo de compacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon (Escudero, 2006).

Sin embargo, dicha capacidad de retención de agua de agua determinada puede variar según el proceso al que sea sometida la harina de pulpa de café. Si pasa por algún proceso de fermentación como ocurre dentro del tracto digestivo, su capacidad de retención hídrica es afectada, lo cual también es beneficioso debido a que se producen ácidos grasos de cadena corta, importantes para la salud digestiva y el correcto funcionamiento del organismo (Escudero, 2006).

Tanto la capacidad de retención de agua como el índice de solubilidad son propiedades fisicoquímicas relacionadas con el tipo de sustancias que componen la fibra dietética contenida en la harina, los cuales según estudios previos, en su mayoría son lignocelulosa (17.7%), lignina (17.5%) y hemicelulosa (2.5%) (Braham; Bressani, 1979). El alto porcentaje de lignina sugiere que el contenido de proteína determinado pueda encontrarse en forma lignificada, lo cual indicaría que probablemente no es una proteína disponible. Se sugieren más estudios al respecto para evaluar la biodisponibilidad de la proteína presente en la harina.

Se determinó un índice de solubilidad de  $14.0 \pm 0.1\%$ , el cual se debe al bajo contenido de fibras solubles como hemicelulosa tipo A, pectinas, gomas, mucílagos, inulina, y otros polisacáridos (Escudero, 2006). Dicho resultado dependió además del diámetro de la partícula que fue de  $245 \mu m$ , el cual puede variar según el equipo utilizado para la molienda. Según el tamaño de partícula obtenido en este caso, es posible determinar que la utilización de la harina de pulpa de café es mejor en matrices alimenticias sólidas y no

líquidas, debido a que la baja solubilidad puede provocar su sedimentación o la separación de las mezclas líquidas.

El contenido de cenizas obtenido fue de  $7.3 \pm 0.1\%$  p/p, como se observa en el Cuadro 91, similar a lo reportado en estudios previos (Braham; Bressani, 1979). Dicho valor indica un alto contenido de minerales en comparación con otras harinas de cereales como el trigo, el cual contiene entre 0.4-0.9% p/p de cenizas (U.S. Wheat Associates, 2017). El contenido de minerales en la pulpa puede variar según la época de cosecha, el tipo de suelo, el clima en que el fruto fue cultivado, la especie, entre otros factores.

Debido al alto contenido de cenizas observado, se determinó zinc, magnesio y potasio, los cuales son minerales importantes en alimentos energéticos debido a que por lo general, estos son consumidos por deportistas o personas con carga académica o laboral intensa. Como se observa en el Cuadro 92, el contenido de zinc obtenido fue de  $12.4 \pm 0.1$  mg/kg, lo cual representa el 0.12% del valor diario recomendado al consumir una barra energética de 30 g (Nielsen, 2009). Para que la harina de pulpa de café represente un buen aporte de zinc, la cantidad consumida debería ser de 121g. Sin embargo, el contenido de pulpa presente en la barra energética desarrollada fue de 1.5g, por lo que la pulpa por sí sola no hace al producto una buena fuente de zinc.

Por otro lado, se obtuvo un contenido de magnesio de  $1225.1 \pm 0.1$  mg/kg, lo cual representa el 0.50% del valor diario recomendado según la cantidad de harina de pulpa en una barra energética de 30g (Nielsen, 2009). La porción de harina de pulpa requerida para ser una buena fuente de magnesio es de 32.65g. Por lo anterior, el contenido de harina de pulpa de café presente en la barra energética no la hace por sí sola una buena fuente de magnesio.

En el caso del potasio, el valor obtenido fue de  $12.2 \pm 0.2$  mg/kg, por lo que la harina de pulpa de café no representa una fuente significativa del mineral, considerando que su valor diario recomendado es de 3500 mg. Por lo anterior, fue necesario adicionar otros ingredientes a la formulación de la barra energética para obtener un valor nutricional adecuado; considerando la probabilidad de que los consumidores del producto serán personas que requieran consumir alimentos que representen una buena fuente de dichos minerales. Entre los ingredientes adicionados que representan una buena fuente de estos minerales se encuentra la avena, almendras, pecanas, amaranto y linaza molida.

Se determinó un contenido de cafeína de  $1685.1 \pm 0.1$  mg/kg en la harina de pulpa de café, lo cual representa 0.27% en peso. Según la dosis máxima recomendada de 300 mg/día (EUCIF, 2007), la ingesta máxima de harina de pulpa de café es de 112 g al día para adultos, y 60 g para niños de 10 años. Comparando los valores presentados en el Cuadro 12, la pulpa de café contiene aproximadamente 20 veces más de cafeína que las colas, 15 veces más que el té, y 5 veces más que el café tostado. Es importante tomar en cuenta dicho

resultado para utilizar la harina de pulpa de café adecuadamente y obtener los beneficios de su consumo, tales como la activación del sistema nervioso central, reducción de la sensación de cansancio y fatiga, aumento de la capacidad de mantener un esfuerzo intelectual y la reducción del riesgo a contraer diabetes tipo II, Parkinson y enfermedades hepáticas.

Entre los componentes que se han estudiado en la pulpa de café se encuentran los taninos, los cuales han sido controversiales para los científicos debido a los efectos benéficos por sus propiedades antioxidantes, y efectos antinutricionales por su capacidad de formar complejos con macronutrientes como las proteínas y carbohidratos. Se ha estudiado que entre los métodos para la reducción del contenido de taninos se encuentra el almacenamiento de la pulpa deshidratada, lo cual se realizó por un mes antes de molerla para la producción de la harina. Dicho proceso permite reducir el riesgo que pueda provocar nutricionalmente el consumo de la harina de pulpa de café, y permite que pueda ser aprovechado el contenido de taninos y polifenoles por su acción antioxidante.

Se sugiere, por lo tanto, determinar qué método de reducción de taninos es más efectivo para aplicarla a la producción de la harina de pulpa de café. Así mismo, se recomienda la utilización de la harina en matrices alimenticias que contengan compuestos que se consideren fuentes significativas de proteína y vitamina C, con el objetivo de contrarrestar los efectos negativos que puedan presentar los taninos en la absorción de proteínas y hierro.

## F. Barra energética tipo granola con la incorporación de harina de pulpa de café

### 1. Formulación

Cuadro 97. Formulación de snack energético tipo barra de granola.

Formulación 5	
Ingrediente	Porcentaje (%)
Miel	28.40
Avena	22.71
Nuez pecana	8.00
Almendras	10.25
Arándanos azules	5.94
Piña deshidratada	0.00
Glucosa	5.80
Arándanos rojos	5.00

Continuación Cuadro 94. Formulación de snack energético tipo barra de granola.

Formulación 5	
Ingrediente	Ingrediente
Harina de pulpa de café	5.00
Amaranto	5.00
Linaza molida	1.13
Afrecho	1.12
Canela	1.00
Esencia de café	0.05
Vainilla en polvo	0.10
Puré de dátiles	0.00
Pasas	0.00
Sal	0.50
Total	100.00

Como se mencionó con anterioridad, el contenido de harina de pulpa de café fue modificado durante el desarrollo de la barra energética. El porcentaje inicial fue de 8.23%, el cual proporcionó un color muy oscuro a la barra, afectando su apariencia visual. Posteriormente, el contenido se redujo a 6% con el cual aún se observaba un color muy oscuro. En la tercera formulación se redujo a 4% con lo cual el color mejoró significativamente, y por último, se observó que un porcentaje de 5% no afectaba el color, aroma ni sabor de la barra. Fue importante la realización de dichas pruebas para lograr un balance entre apariencia y sabor, así como aprovechamiento y funcionalidad de la pulpa de café.

Por lo anterior, se observó que la harina de pulpa de café no altera significativamente el sabor y aroma del alimento en la cual sea adicionada, pero sí tiene efecto significativo sobre la apariencia y color.

## 2. Caracterización de producto desarrollado

Cuadro 98. Componentes principales en snack energético tipo barra de granola.

Componente	Concentración (%p/p base seca)	Contenido (g/porción de 30g)
Humedad	6.4±0.2	6.4±0.2
Cenizas	1.9±0.1	0.6±0.1
Proteína	7.0±0.2	2.1±0.3

Continuación Cuadro 95. Componentes principales en snack energético tipo barra de granola.

Componente	Concentración (%p/p base seca)	Contenido (g/porción de 30g)
Grasa	15.7±0.1	4.7±0.2
Fibra cruda	1.5±0.1	0.5±0.1
Fibra dietética	65.8±0.1	19.7±0.2
Carbohidratos totales	67.5±0.2	20.3±0.2

Como se observa en Cuadro 95, el contenido de humedad en la barra fue de  $6.4 \pm 0.2\%$  p/p. Dicho valor se encuentra en el rango permitido por la Norma Oficial Mexicana, la cual establece un máximo de humedad de 15% para alimentos a base de cereales (NOM, 2008). Así mismo, presentó un valor adecuado según parámetros establecidos por industrias que fabrican barras de granola, las cuales determinan un porcentaje de humedad adecuado  $<10\%$  (PAE, 2017).

El contenido de humedad presente permitió obtener una textura crujiente característica de barras de granola. Además, es un valor que asegura al producto de contaminación microbiológica. Dicho resultado se obtuvo debido a dos factores principales, el tipo y preparación del agente ligante, y el tiempo de horneado final. Se utilizó glucosa y miel como agentes ligantes, de los cuales se redujo la cantidad de agua por medio de un calentamiento controlado, antes de ser adicionados a la mezcla de ingredientes secos. La reducción se realizó hasta obtener una miel que cayera en gotas altamente viscosas, y que al ser puestas en papel encerado, no se deslizaran con un leve movimiento. Por otro lado, la barra moldeada fue horneada durante 25 minutos a 200°F, lo cual fue parte importante del proceso debido a la presencia de ingredientes que aportaban humedad al producto, como los arándanos azules y rojos. Dicho tiempo y temperatura se establecieron después de varias pruebas hasta que se alcanzó la textura y color deseados.

Como se observa en el Cuadro 95, el contenido de proteína determinado fue de  $7.0 \pm 0.2\%$  p/p, lo cual representa  $2.1 \pm 0.3$  g/porción de 30 g que en su mayor parte provenía de las nueces y el amaranto agregados. Dicho contenido proteico representa 4.2% del valor diario recomendado para una dieta de 2000 Kcal (Nielsen, 2009). La adición de los frutos secos y cereales permitió mejorar el valor proteico de la barra en cuanto a cantidad y calidad, debido a que la proteína presente en los mismos tiene más alta biodisponibilidad que la presente en la harina de pulpa de café.

Se determinó un contenido de grasa de  $15.7 \pm 0.1\%$  p/p equivalente a  $4.7 \pm 0.2$  g/ porción de 30g, lo cual representa el 7.23% del valor diario recomendado para una dieta de 2000 Kcal (Nielsen, 2009). Dicho valor es similar al de las barras de granola comerciales, las cuales presentan entre 4 y 7% de grasa total, según los ingredientes que contengan. Se puede considerar que la mayor parte del contenido de grasa total es insaturada, debido a que solamente se utilizaron ingredientes de origen vegetal. El resultado sugiere que el

producto puede ser susceptible a rancidez oxidativa, por lo que es necesario un almacenamiento libre de oxígeno y luz para prolongar su vida de anaquel.

Según el contenido de grasa y carbohidratos totales en la barra, se observa que su aporte energético es significativo, debido a que ambos macronutrientes componen aproximadamente el 83% del producto.

Por otro lado, como se observa en el Cuadro 95, aproximadamente el 97% de los carbohidratos totales son fibra dietética, lo cual indica que el producto es beneficioso a la salud digestiva y ayuda a la prevención de enfermedades cardiovasculares y diabetes. Por lo anterior, la barra energética aporta el 78.95% del valor recomendado de fibra dietética, por lo que constituye una excelente fuente de fibra. Dicho resultado presenta una ventaja comercial, debido a que actualmente los consumidores están más atentos a las declaraciones nutricionales de los productos y prestan más atención a aquellos que ofrecen beneficios nutricionales como un alto contenido de fibra.

Cuadro 99. Contenido de minerales y cafeína en snack energético tipo barra de granola.

Componente	Concentración (mg/kg)	Concentración (mg/porción de 30g)
Zinc	50.5±0.1	1.5±0.1
Magnesio	621.0±0.1	18.6±0.1
Potasio	47.1±1.3	1.4±0.2
Cafeína	1305.0±0.1	39.1±0.1

Los minerales constituyeron el 1.9±0.1% p/p de la barra, de los cuales se analizaron zinc, magnesio y potasio, como se observa en el Cuadro 96. El contenido de zinc determinado fue de 1.5±0.1mg por porción de 30g, lo cual representa el 10% de la ingesta diaria recomendada. Por otro lado, su contenido de magnesio fue de 18.6±0.1 mg y el de potasio fue de 1.4±0.2mg por porción de 30 g, por lo que el producto representa el 4.66% de la ingesta diaria recomendada para magnesio, y el 0.04% de lo recomendado para potasio. Por lo anterior, la barra energética se considera una buena fuente de zinc, pero no una fuente significativa de magnesio y potasio. Por lo tanto, se recomienda la adición de ingredientes que mejoren el aporte de dichos micronutrientes, como banano deshidratado o cacahuete.

Se analizó el contenido de cafeína presente en la barra, el cual fue de 1305.0±0.1 mg/kg, equivalente a 39.1±0.1 mg por porción de 30g. Dicho resultado indica que la dosis máxima de barras energéticas al día es de 7.6 porciones, según la dosis máxima recomendada para adultos, y 1.5 porciones para niños de 10 años. Por otro lado, para que el consumidor pueda percibir los efectos de la cafeína es necesaria una ingesta entre 2 y 5 porciones de 30g.

El contenido de cafeína presente en la barra fue alto en comparación con otros productos consumidos como snacks. La barra energética contiene 9.3 veces más de cafeína que las colas, 7.2 veces más que el té, 2.4 veces más que el café, y 1.8 veces más que las tabletas de chocolate oscuro. Esto indica que el consumo moderado de la barra energética puede proveer una activación generalizada del sistema nervioso central, y contribuir a la disminución de la sensación de cansancio.

### 3. Análisis sensorial de barra energética

Cuadro 100. Descripción de la población que participó en el análisis sensorial del producto desarrollado.

Rango de edad	17 a 68 años
Media de edad	22 años
Promedio de edad	24 años

Cuadro 101. Distribución por edad de la población que participó en el análisis sensorial del producto desarrollado.

Rango de edad (años)	Porcentaje (%)
17-20	29
21-29	37
30-35	9
37-68	5

Cuadro 102. Distribución por género, de la población que participó en el análisis sensorial del producto desarrollado.

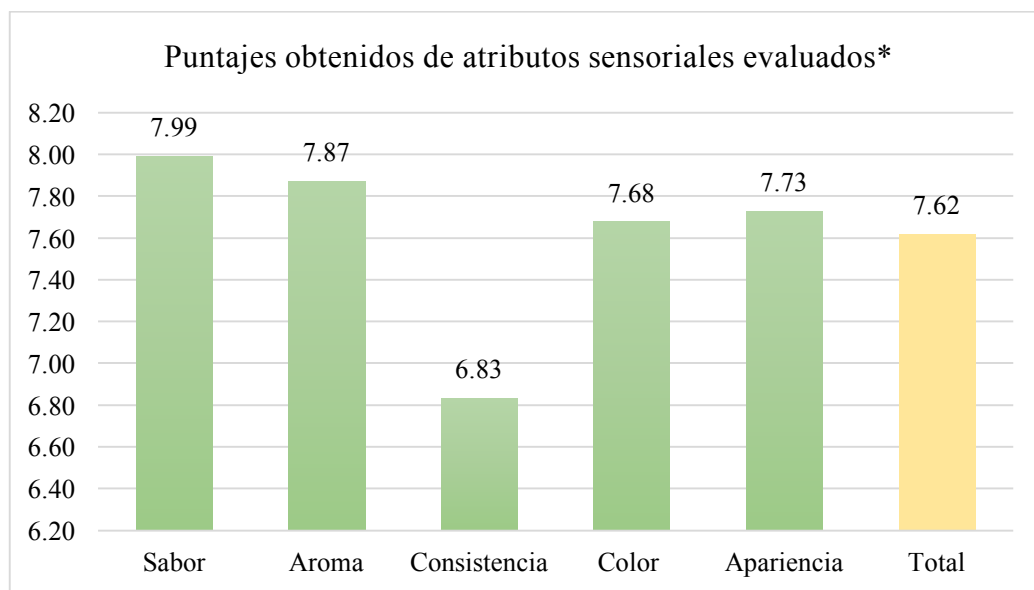
Género	Porcentaje (%)
Hombres	40
Mujeres	60

Cuadro 103. Promedios de puntajes obtenidos para atributos sensoriales evaluados.

Atributo	Promedio de puntaje obtenido*
Sabor	7.99
Aroma	7.87
Textura	6.83
Color	7.68
Apariencia	7.73
Global	7.62

\*La escala hedónica fue de 9 puntos; un puntaje mayor a 6.5 se considera como aceptable.

Gráfico 23. Promedios de puntajes obtenidos de evaluación sensorial\*.



\*La escala hedónica fue de 9 puntos, por lo que un puntaje mayor a 6.5 se considera como aceptable.

Para determinar la aceptabilidad de la barra energética se llevó a cabo una prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 9 puntos. La población que participó en la prueba se encontraba en un rango de edad entre 17 y 68 años, quienes en su mayoría eran de 17 a 30 años de edad. El producto se determinó aceptable al obtener un puntaje de 7.62 en general. El atributo mejor calificado fue el sabor, seguido por el aroma, apariencia, color, y por último textura, como se observa en el Gráfico 23.

La textura fue un atributo difícil de controlar, debido a que pequeñas modificaciones del contenido de agente ligante o tiempo de horneado, afectaban significativamente el resultado final. Además, se observó una gran variabilidad en la preferencia del nivel de dureza de la barra entre los panelistas. Por lo anterior, se sugiere un análisis sensorial específico en el cual se comparen diferentes niveles de dureza y se determine el que mayor preferencia obtenga. Esto determinará si es necesario realizar modificaciones en el contenido de agente ligante o en los parámetros del proceso de horneado.

## 4. Vida de anaquel de barra energética

Cuadro 104. Cambio de actividad de agua y perfil organoléptico durante estudio de vida de anaquel.

Días	Temperatura de incubadora	Actividad de agua	Apariencia	Sabor	Aroma	Textura
0	38°C	0.440	Superficie con brillo, sobresalen los frutos secos, color café.	Dulce, característico a nueces.	Muy aromático, característico a nueces.	Crujiente, fácil de morder.
8		0.418	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
15		0.408	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
22		0.395	Aceptable	Aceptable	Aceptable	No aceptable
Vida de anaquel establecida					3.1 meses	

El análisis de vida de anaquel del producto se realizó por el método acelerado en incubadora a 38°C. La variable cuantitativa analizada fue actividad de agua, debido a que está relacionada con el contenido de humedad en un alimento y con su riesgo de contaminación microbiológica. El producto se empacó en bolsa de polipropileno metalizada y sellado con selladora de calor.

Como se observa en el Cuadro 101, la actividad de agua disminuyó con el tiempo. Se observó que nunca se llegó a un valor de actividad de agua inadecuado sino que la variable que determinó el límite de vida útil fue el atributo sensorial de textura. Por lo anterior, se sugiere analizar la vida de anaquel del producto tomando como variable determinante a la dureza, debido a que según lo observado, la textura fue el primer atributo afectado y que determinó el límite de aceptabilidad.

Cuadro 105. Comparación de vida útil respecto a otras marcas comerciales.

Marca	Vida útil (meses)
Barra desarrollada	3
Comercial 1	5
Comercial 2	9
Comercial 3	6
Comercial 4	7

Por otro lado, se observó que el tiempo de vida útil de la barra energética fue de 22 días en incubadora, lo cual equivale a 3.1 meses. Como se observa en el cuadro anterior, la vida útil de la barra desarrollada es menor en comparación con otras marcas comerciales. Esto representa una desventaja competitiva para el producto. Este resultado puede deberse a la presencia de ingredientes conservantes o a la utilización de glucosa como único ingrediente para el agente aglutinante en los productos comercializados. Dichos factores prolongan la vida de anaquel del producto, y disminuyen su costo. Por lo tanto, es

recomendable evaluar si la utilización solamente de glucosa, sin la miel, puede ser factible para la barra energética desarrollada, sin que ésta presente cambios organolépticos significativos.

Es importante mencionar que en la elección del empaque a utilizar se debe considerar la permeabilidad a la luz y al oxígeno, debido a que por el contenido de grasa presente en el producto, éste puede sufrir rancidez oxidativa que altere sus características organolépticas.

### 5. Anatomía de barra energética

Figura 16. Anatomía de barra energética con pulpa de café.



En la Figura 16 se presenta la anatomía del producto según la formulación final definida. Se muestran los ingredientes en orden de decreciente iniciando por la miel y terminando por la esencia de café. Como se puede observar, la mayoría de los ingredientes son secos y de tamaño de partícula reducido, por lo que la función del agente ligante fue muy importante. Los ingredientes que mayor sabor aportaron fue la miel, avena, almendra, pecana, arándanos y canela. La adición de amaranto, afrecho y sal, permitieron el balance de sabores en la matriz. La esencia de café y la canela fueron los ingredientes más significativos para el aroma.

## 6. Determinación de costos de barra energética

Cuadro 106. Costos de materia prima para una barra de 30 g.

Ingrediente	Porcentaje (%)	Peso (g)	Costo por gramo (Q)	Subtotal (Q)
Miel	28.40	8.5	0.05	0.46
Avena	22.71	6.8	0.02	0.14
Almendras	10.25	3.1	0.14	0.44
Nuez pecana	8.00	2.4	0.25	0.60
Blueberries	5.94	1.8	0.31	0.55
Glucosa	5.80	1.7	0.02	0.03
Cranberries	5.00	1.5	0.09	0.14
Amaranto	5.00	1.5	0.10	0.14
Pulpa de café	5.00	1.5	0.06	0.09
Linaza molida	1.13	0.3	0.07	0.02
Afrecho de avena	1.12	0.3	0.03	0.01
Canela	1.00	0.3	0.27	0.08
Sal	0.50	0.2	0.02	0.00
Vainilla en polvo	0.10	0.0	0.23	0.01
Esencia de café	0.05	0.0	0.32	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>30</b>		<b>2.73</b>

Como se observa en el cuadro anterior, los ingredientes que más elevan el costo de materia prima de la barra son la miel, almendra, nuez pecana y blueberries. Es posible reemplazar estos ingredientes para obtener un costo menos elevado, por ingredientes como cacahuates y pasas. Sin embargo, es evidente que dicho cambio afectaría el sabor de la barra y por lo tanto, se haría necesario una nueva prueba sensorial para evaluar su aceptabilidad.

Cuadro 107. Costos operativos para elaborar una barra de 30 g.

	Tiempo (min)	Costo por minuto (Q)	Subtotal (Q)
Energía eléctrica	40	0.019	0.9975
Mano de obra*	90	0.17	14.9025
	Total lote (100 barras) (Q.)		15.9
	Total barrita (Q.)		0.16

\*El costo de mano de obra se determinó en base al sueldo mínimo para el año 2017 de Q. 79.48 al día.

Cuadro 108. Información técnica para determinación de costos operativos.

Equipo	Tiempo utilizado (min)	Consumo energético (kW/h)*
Horno	25	0.9
Estufa	15	2.0

\*Datos obtenidos por medio de Empresa Eléctrica de Guatemala.

Cuadro 109. Resumen de costos y precio de barra energética.

Costo ingredientes (Q.)	Costo empaque (Q.)	Costos operativos (Q.)	Costo total (Q.)	Precio de venta (Q.)
2.73	0.72	0.16	3.61	7.22

Cuadro 110. Comparación de precio respecto a otras marcas comerciales.

Marca	Precio
Barra desarrollada	7.22
Comercial 1	5.20
Comercial 2	3.87
Comercial 3	3.52
Comercial 4	2.88

Según el resumen de costos, el valor de la materia prima supera el del empaque y operación. Para determinar un posible precio de venta se determinó que con un margen de 100% de ganancia, la barra energética podría tener un precio de Q7.22. Dicho precio es más elevado que las barras de granola observadas en el mercado, como se muestra en el cuadro anterior. Esto representa una desventaja para su comercialización y rentabilidad, por lo que sería necesario reducir su valor comercial.

Como se mencionó anteriormente, el principal cambio podría ser la sustitución de los ingredientes más caros, como la nuez pecana, almendra y blueberries, por cacahuates y pasas. Sin embargo, es importante considerar que la barra energética presentada tiene el aporte de cafeína, lo cual no contienen las barras con las cuales se comparó el producto. Dicha característica representa una ventaja competitiva, pues el producto ofrece una característica que las demás marcas no ofrecen. Por lo tanto, es recomendable realizar una encuesta que permita determinar si los consumidores estarían dispuestos a pagar el producto desarrollado.

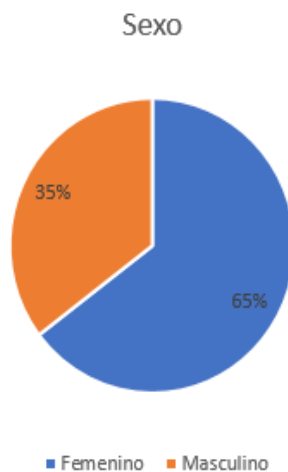
## G. Bebida hipertónica post entrenamiento y mermelada pre entrenamiento

El objetivo principal de este trabajo fue el desarrollo de un gel pre entrenamiento y una bebida hipertónica post entrenamiento a partir del descarte agroindustrial de la piña y la rosa de jamaica. En la actualidad en la industria agroalimentaria la piña tiene muy poco aprovechamiento, ya que solamente el 30% de esta es utilizado, el 70% restante equivale a la cascara, corazón y corona de la piña. En el caso de la rosa de jamaica este tiene un descarte del 213%, este valor es elevado ya que los cálices luego de ser extraídos su aceite esencial esta recupera su humedad, por lo que después de la extracción los cálices son descartados.

Mediante este trabajo se busca desarrollar una alternativa que le de valor al descarte agroalimentario, por lo que se llevó a cabo un análisis sensorial de los productos desarrollados para conocer la aceptabilidad del producto, de igual manera se llevó a cabo una análisis proximal para determinar si cumple con los requerimientos esperados de suplementos deportivos, se llevó a cabo el desarrollo de empaque para que este fuera un producto interacción con el consumidor y por último se llevó a cabo análisis de costos de materia prima para determinar la viabilidad económica de producir estos productos.

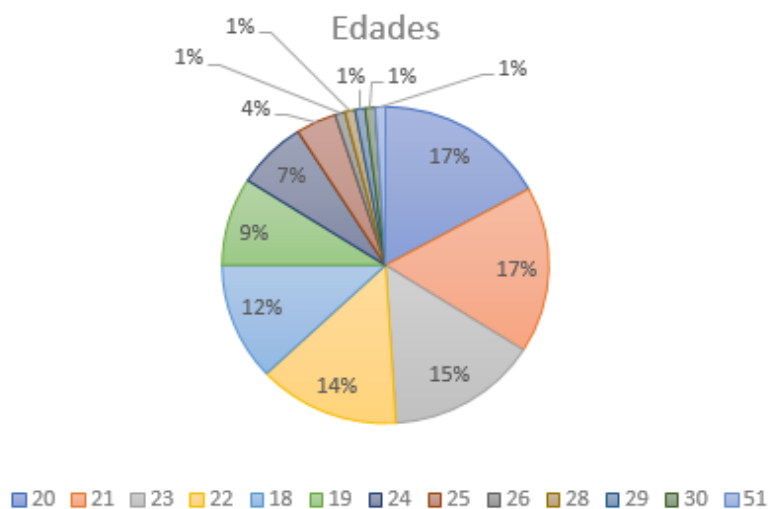
1. Análisis Sensorial gel pre entrenamiento. El objetivo de este análisis fue determinar la aceptabilidad de productos desarrollador, con el fin de determinar la viabilidad de desarrollo a nivel industrial. Para el desarrollo del análisis se buscó un segmento específico, el cual es un segmento deportivo, personas que realizan diversos tipos de actividades físicas, lo cual les genera un desgaste físico y perdido de líquidos corporales, el panel desarrollado se llevó a cabo en el gimnasio Fitness One localizado en Cardales de Cayala. Fue de suma importancia que el panel sensorial previo a realizar su rutina de entrenamiento probara el gel pre entrenamiento y de igual manera se ejercitara al menos una hora para probar la bebida hipertónica post entrenamiento.

Gráfico 16. Muestra poblacional estudiada de acuerdo con su género.



Como se observa en el gráfico anterior, en el panel encuestado predominó el sexo femenino con un 65%, mientras que el panel restante fue de sexo masculino con un 35%. En este caso es de suma importancia el panel evaluado, ya que en la actualidad los deportistas buscan disminuir el consumo de productos que contengan azúcar y alto contenido calórico.

Gráfico 17. Panel sensorial evaluado por edades.



Como se observa en el Gráfico 25, el panel sensorial evaluado se desarrolló en un rango de edades de 20 a 50 años, el cual se centra entre las edades 18 a 25 años. Como se logra observar más del 50% del panel evaluado se puede catalogar como un Millennial, lo cual en fines investigativos de mercado es de suma importancia, ya que es un segmento poblacional que en 5 a 10 años será la población con más alto poder adquisitivo, de igual manera es un segmento poblacional que busca productos más naturales y productos que le ofrezcan un plus a su salud.

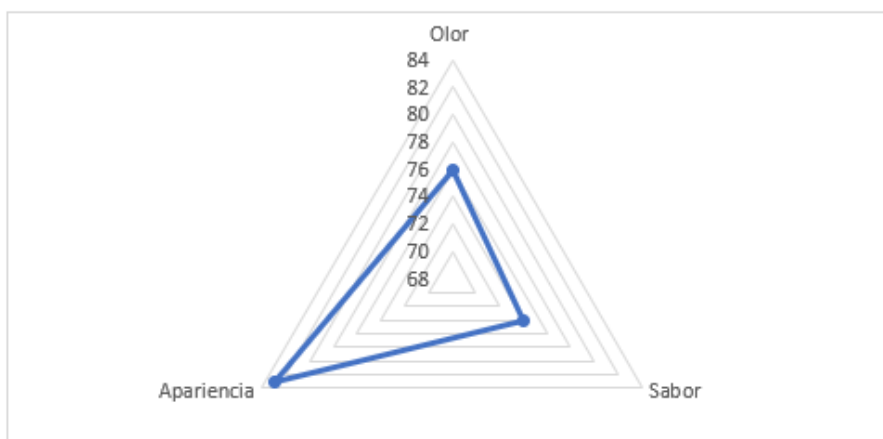
Es de suma importancia recalcar que en la actualidad el ritmo de vida poblacional es muy acelerado, pero a pesar de eso buscar productos de fácil preparación o de consumo inmediato, pero que el mismo tiempo le dé un beneficio a su salud.

Cuadro 111. Evaluación sensorial de gel pre entrenamiento

Atributos	Porcentaje de aceptabilidad
Olor	76%
Sabor	74%
Apariencia	83%

En el gel pre entrenamiento se llevó a cabo un panel sensorial de aceptabilidad en el que se evaluó olor, sabor y apariencia, en el que se estableció un límite de aceptabilidad del 70%, para considerar las propiedades organolépticas aceptables. Como se muestra en el Cuadro 108, todos los atributos evaluados tuvieron una buena aceptabilidad. El atributo con mayor puntuación fue la apariencia del producto, seguido por sabor y olor.

Gráfico 18. Aceptabilidad global de gel pre entrenamiento.



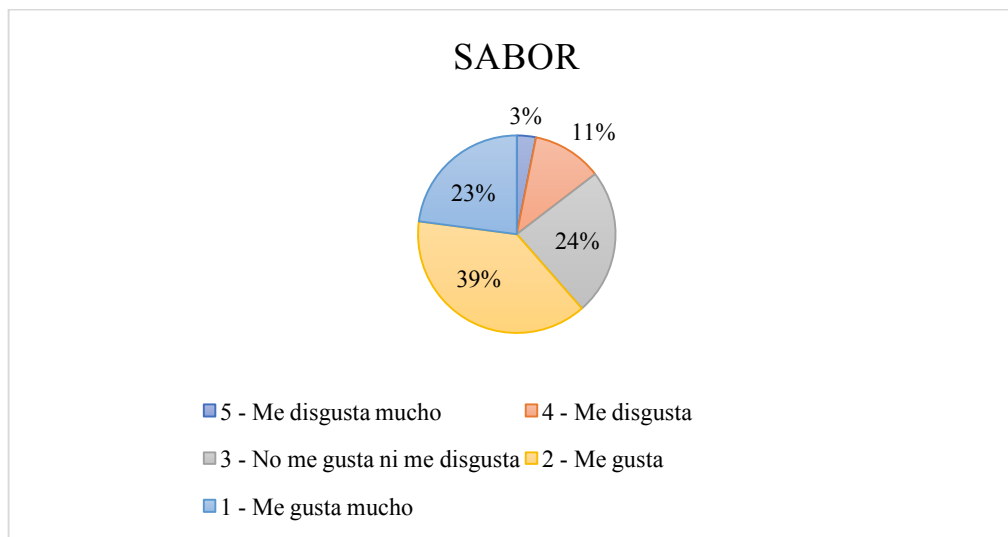
Cuadro 112. Aceptabilidad de sabor del gel pre entrenamiento

Descripción	Frecuencia	Frecuencia (%)	Comentarios
5 - Me disgusta mucho	2	3%	
4 - Me disgusta	6	11%	
3 - No me gusta ni me disgusta	12	24%	Se siente mucho la fibra
2 - Me gusta	19	39%	
1 - Me gusta mucho	11	23%	

Al evaluar el sabor del gel pre entrenamiento se pudo observar que el 24% de las personas evaluadas indicó que no le gustaba ni le disgusta, ya que ellos sentían con muchas partículas fibrosas en el gel. El 11%

indicó que le disgusta el gel, y el 2% de la población indicó que le disgustaba mucho. El 39% de la población indicó que le gusta y 23% restante indicó que le gustaba mucho.

Gráfico 19. Aceptación del sabor.

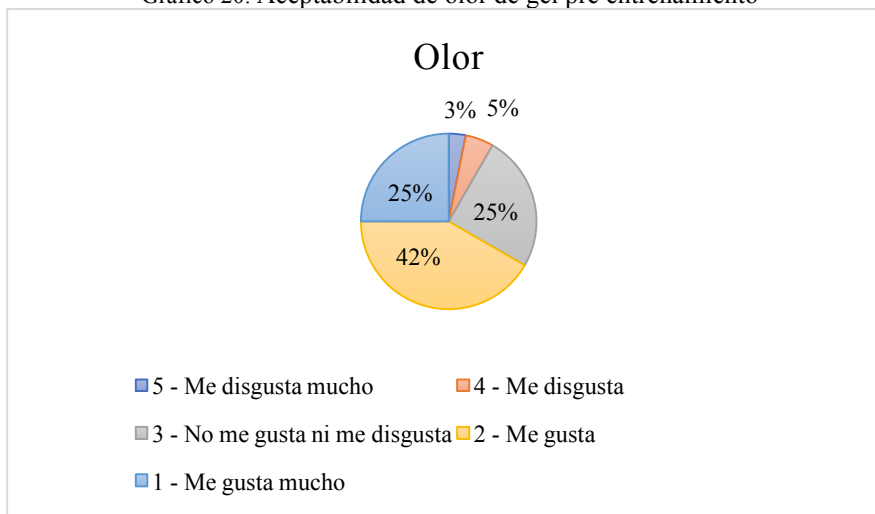


Cuadro 113. Aceptabilidad de olor de gel pre entrenamiento.

Descripción	Frecuencia	Frecuencia (%)	Comentarios
5 - Me disgusta mucho	2	3%	
4 - Me disgusta	3	5%	
3 - No me gusta ni me disgusta	13	25%	Se siente un olor muy vegetal.
2 - Me gusta	21	42%	
1 - Me gusta mucho	13	25%	

Al evaluar el olor del gel pre entrenamiento se pudo observar que el 25% de las personas evaluadas indicó que no le gustaba ni le disgusta, ya que sentían un olor muy vegetal. El 5% indicó que le disgusta el gel, el 3% de la población indicó que le disgustaba mucho. El 42% de la población indicó que le gusta y 25% restante indicó que le gustaba mucho.

Gráfico 20. Aceptabilidad de olor de gel pre entrenamiento

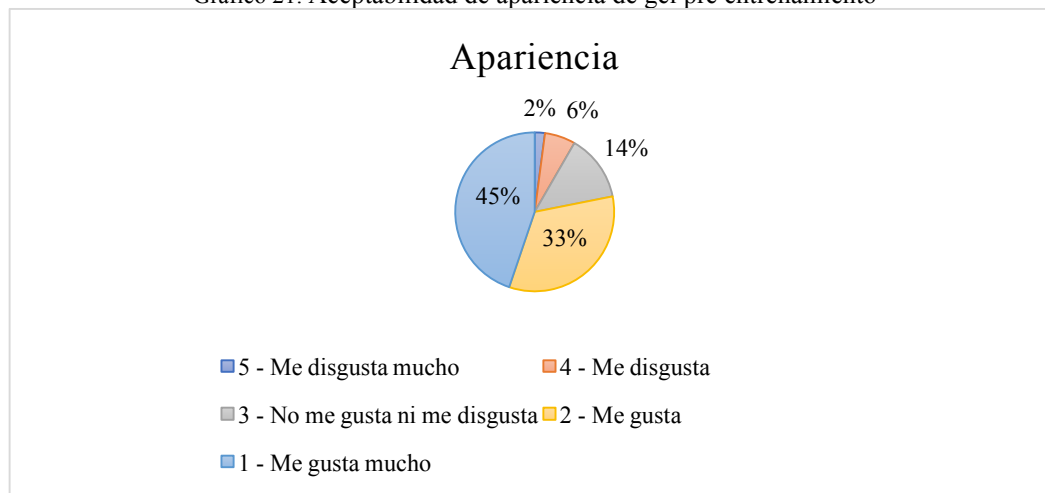


Cuadro 114. Aceptabilidad de apariencia de gel pre entrenamiento.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Comentarios
5 - Me disgusta mucho	1	2%	
4 - Me disgusta	3	6%	
3 - No me gusta ni me disgusta	7	14%	El color es muy agradable a la vista
2 - Me gusta	17	33%	
1 - Me gusta mucho	22	45%	

Al evaluar la apariencia del gel pre entrenamiento se pudo observar que el 14% de las personas evaluadas indicó que no le gustaba ni le disgusta. El 6% indicó que la disgusta el gel, el 2% de la población indicó que le disgustaba mucho. El 33% de la población indicó que gusta y 45% restante indicó que le gustaba mucho, el panel indicaba que la coloración del gel era agradable para la vista.

Gráfico 21. Aceptabilidad de apariencia de gel pre entrenamiento



2. Análisis Sensorial bebida hipertónica post entrenamiento. Inicialmente se realizó un panel sensorial de aceptabilidad de la bebida hipertónica post entrenamiento desarrollada, la cual no tuvo una buena aceptabilidad, ya que de acuerdo con los comentarios obtenidos por el panel sensorial mencionaba que la bebida se sentía bastante astringente y mostraba tonalidad de sal muy altas.

Cuadro 115. Evaluación sensorial de bebida hipertónica post entrenamiento.

Atributos	Porcentaje de aceptabilidad (%)
Olor	69
Sabor	62
Apariencia	56

Gráfico 22. Aceptabilidad global de bebida hipertónica post entrenamiento.



Debido a la poca aceptabilidad que tuvo esta bebida, se decidió desarrollar otras formulaciones y desarrollar otra prueba sensorial de ordenamiento con las nuevas formulaciones, para determinar cuál formulación era de su preferencia.

Cuadro 116. Descripción de muestra de análisis de ordenamiento.

Muestra	Formulación
380	Tabla 18
480	Tabla 13
280	Tabla 14
154	Tabla 15

En el Cuadro 113 se muestra la numeración que se les dio a las muestras a evaluar en la prueba de ordenamiento, de igual manera se muestra la formulación que se utilizó en cada una de ellas. Dichas tablas se encuentran en la parte de metodología.

Cuadro 117. Aceptabilidad de muestras evaluadas

Muestra	Frecuencia	Frecuencia (%)
380	31	62%
480	7	14%
280	5	9%
154	3	6%

En la que se determinó que la muestra 380 fue la preferida por el panel evaluado, ya que el 62% de la población eligió esa por ser la de mejor sabor, un 14% elijo muestra 480, un 9% la muestra 280 y por último la muestra 154 con una aceptabilidad del 6%.

Cuadro 118. Panel de ordenamiento de bebida hipertónica post entrenamiento.

Panelista	Muestra			
	380	480	154	280
1	4	3	1	2
2	4	2	1	3
3	4	3	2	1
4	4	1	3	2
5	4	3	1	2
6	4	1	3	2
7	3	4	2	1
8	4	2	3	1
9	1	4	3	2
10	4	3	1	2
11	4	3	1	2
12	4	2	1	3
13	4	3	1	2
14	1	3	2	4
15	3	2	2	4
16	4	3	1	2

Continuación Cuadro 115. Panel de ordenamiento de bebida hipertónica post entrenamiento.

Panelista	Muestra			
	380	380	380	380
17	4	2	1	3
18	4	3	2	1
19	2	3	1	4
20	4	3	2	1
21	4	3	1	2
22	4	3	1	2
23	4	3	1	2
24	4	3	1	2
25	4	3	1	2
26	4	2	1	3
27	2	4	3	1
28	3	4	2	1
29	4	3	2	1
30	4	3	2	1
31	4	3	1	2
32	1	2	3	4
33	1	2	3	4
34	2	3	1	4
35	2	1	4	3
36	3	4	1	2
37	2	3	1	4
38	2	1	4	3
39	2	4	1	3
40	3	4	2	1
41	4	3	2	1
42	3	2	1	4
43	1	3	2	4
44	4	3	1	2
45	4	3	2	1
46	4	3	2	1
47	4	2	1	3
48	4	3	1	2
49	4	3	1	2
50	1	3	4	2
Total	162	139	87	113
Promedio	3.24	2.78	1.74	2.26

De igual manera se llevó a cabo un panel sensorial cuantas personas estaban dispuestas a comprar la bebida post entrenamiento, en el que se pudo determinar que el 72% de las personas encuestadas estaba

dispuesta a comprarla, el 18% se encontraba indeciso en su compra, el 10% restante no se encontraba en la disposición de comprar la bebida.

Cuadro 119. Nivel de aceptabilidad de compra del producto

Descripción	Frecuencia	Frecuencia (%)
Si	36	72%
Tal vez	9	18%
No	5	10%

3. Caracterización de gel pre entrenamiento. Los geles pre entrenamientos están diseñados para ofrecerle al deportista la energía necesaria para tener un rendimiento óptimo y un resultado satisfactorio en su competición. Previo a la competición es recomendable consumir de 4 a 5 gramos de hidratos de carbono por peso corporal. Esta etapa se lleva a cabo en un periodo de 3-4 horas previas a la competencia, lo que busca el deportista hidrolizados de almidón, que aporten bajo dulzor y una menor osmolaridad.

Los geles energéticos comerciales tienen entre 20 a 25 gramos de hidratos de carbono, los cuales proporcionan en promedio 241 kcal, por lo que se llevó a cabo un análisis proximal para determinar si el gel desarrollado cumple con las características deseadas del deportista

Cuadro 120. Análisis proximal de gel pre entrenamiento.

Descripción	Contenido (%)
Ceniza	1.6%
Humedad	8.5%
Proteína	0.0%
Fibra Cruda	43.3%
Carbohidratos totales	46.0%

Con el fin de determinar las características fisicoquímicas de este y determinar el contenido de energía que le puede proporcionar al deportista. En el caso de los carbohidratos totales provienen de los azúcares y almidones, los cuales pueden convertirse en combustible rápidamente, con la ayuda de insulina. En el caso de la fibra dietética estos son carbohidratos que no requieren insulina para procesarlos, por lo que el nivel de glucosa y azúcar en el cuerpo no se vería afectado. Su tiempo de digestión es más tardado, por esa razón es recomendable su consumo previo al ejercicio.

De acuerdo a la comparación de geles comerciales que se realizó, esos proporcionan entre 144-340 kilo calorías por porción. En el caso del gel pre entrenamiento desarrollado proporciona entre 207 kilo calorías, por lo que se encuentra del rango comercial.

Cuadro 121. Análisis de minerales en gel pre entrenamiento.

Mineral	contenido (mg/kg)
Sodio	55.24
Potasio	51.15
Magnesio	511.22

Se llevó a cabo en análisis de minerales en el que se determinó el contenido de sodio, potasio y magnesio. Los minerales pre entrenamiento son de suma importancia previo al ejercicio, ya que estos permitirán llevar una correcta salud muscular, los minerales intervienen en el proceso de contracción muscular garantizando que este se lleve a cabo del modo adecuado.

El magnesio pre entrenamiento permite al deportista llevar un rendimiento adecuado reduciendo la sensación de fatiga, de igual manera le proporciona agilidad y flexibilidad contribuyendo a una oxigenación adecuada. En el caso del potasio ayuda al deportista a tener una transmisión de los impulsos nerviosos adecuada, como también una regulación adecuada de los impulsos nerviosos. En el caso del sodio ayudara en disminuir la pérdida electrolítica de minerales favoreciendo una hidratación previa adecuada.

Cuadro 122. Análisis proximal de bebida hipertónica post entrenamiento.

Descripción	Contenido (%)
Ceniza	0.1%
Humedad	85.2%
Proteína	0.0%
Fibra Cruda	0.0%
Carbohidratos totales	10.9%

Es de suma importancia una hidratación adecuada después del entrenamiento y una ingesta considerable de hidratos de carbono, los cuales ayudan a reponer de una manera rápida los depósitos de glucógeno muscular gastados durante el ejercicio. De igual manera una bebida con sodio permitirá aumentar la retención de líquidos y suministros de electrolitos eliminados por el sudor.

Es importante que después de la actividad física haya una reposición entre el 150-200% del peso perdido durante el entrenamiento o competición, por lo que recomienda que la bebida sea ligeramente hipertónica con un contenido de sodio de 1-1.2g de sodio/litro. En las bebidas hipertónicas de igual manera se deben de tomar en cuenta los iones de potasio y magnesio. Es importante tomar en cuenta que una bebida hipertónica debe de contener entre 9-10% de hidratos de carbono. Estas bebidas son de suma importancia ya que reducen la sed y la diuresis producida por el consumo de agua sola.

Cuadro 123. Análisis de minerales en bebida hipertónica post entrenamiento

Mineral	contenido (mg/L)
Sodio	1678.98
Potasio	1966.92
Magnesio	1803.64

Se llevó a cabo un análisis proximal para la determinación de hidratos de carbono totales en la bebida, como también el contenido de sodio, potasio y magnesio. Con el fin de determinar si cumple con la categoría de una bebida hipertónica la bebida desarrolla. Se determinó que el producto final presentó un contenido de hidratos de carbono total del 10.9%, el contenido de sodio fue de 1.6 gramos por litro de producto, el contenido de sodio fue de 1.9 gramos por litro de producto y 1.8 mg por litro de producto. De acuerdo a los datos obtenidos se pudo determinar que la bebida desarrollada es una bebida hipertónica apta para el consumo de deportistas de alto nivel después de una jornada de entrenamiento o del ejercicio.

Estos minerales son de suma importancia post entrenamiento, ya que estos permitirán una recuperación más rápida de los índice glucémicos y del contenido de agua perdido. En el caso del magnesio post entrenamiento ayuda a relajar los músculos y a acortar tiempos de recuperación. El potasio permite al deportista a tener una recuperación más rápida de glucógeno y de igual manera ayuda de igual manera contribuye a que el deportista no sufra de calambres musculares y fatiga después. En el caso del sodio ayuda a mantener una presión arterial adecuada, este permite que haya una mejor absorción electrolítica y una hidratación más inmediata.

#### 4. Desarrollo de empaque

Figura 17. desarrollo de empaque de gel pre entrenamiento



Figura 18. Desarrollo de empaque bebida hipertónica post entrenamiento.



Se llevó a cabo el desarrollo de mockups del producto final, con el fin de determinar qué tipo de empaque era el más apto y más agradable para el consumidor.

En el caso del gel pre entrenamiento se decidió utilizar un empaque Doy Pack, ya que una de las principales características de este empaque es que es resistente a altas temperaturas, por lo que se adapta a nuestras necesidades de proceso, de igual manera es un empaque que tienen barreras contra el agua, luz y el oxígeno por lo que nuestra vida de anaquel será de mayor.

Para la bebida hipertónica post entrenamiento se decidió utilizar una botella pet, entre las principales ventajas que tienen este es que es un envase de bajo peso y económico, de igual manera es un empaque más ergonómico para el deportista cuando se encuentra entrenando.

Figura 19. Poster publicitario de gel pre entrenamiento



\*\* Imagen tomada como una representación gráfica de cómo se vería el producto final.

Figura 20. Poster publicitario de bebida hipertónica post entrenamiento



\*\* Imagen tomada como una representación gráfica de cómo se vería el producto final.

5. Análisis de costos de producción. Se llevó a cabo económico de producción, para determinar la viabilidad económica de producir el gel pre entrenamiento y la bebida hipertónica post entrenamiento.

Cuadro 124. Costos de materia prima de gel pre entrenamiento.

Descripción	Unidad	cantidad	Precio	total
Agua	Kilogramo	0.35	Q 0.02	Q 0.01
Pulpa Rosa de Jamaica	Kilogramo	0.18	Q 0.02	Q 0.00
Pulpa piña	Kilogramo	0.18	Q 0.66	Q 0.12
Sacarosa	Kilogramo	0.21	Q 5.11	Q 1.07
Almidón modificado	Kilogramo	0.03	Q 18.57	Q 0.56
Envase Doy pack	Unidad	5	Q 2.10	Q 10.50
Etiqueta	Unidad	5	Q 0.12	Q 0.60
total				Q 12.86

Cuadro 125. Costo de un empaque de gel pre entrenamiento.

Rendimiento	5
Costo unidad	Q 2.57
Precio venta	Q 10.00
Precio venta sin IVA	Q 8.93
Porcentaje de costo de materia prima	29%

El costo de un Doy Pack de gel pre entrenamiento sería de Q2.57, el cual se podría vender a Q10.00 con precio con IVA. En este se tendría un porcentaje de costos de materia prima equivalente al 29%, del precio de venta sugerido. En comparación con productos comerciales este es más de la mitad del precio venta, ya que un gel comercial vendido en GNC es de Q24.50.

Cuadro 126. Costos de materia prima de bebida hipertónica post entrenamiento.

Descripción	Unidad	cantidad	Precio	total
Agua	Kilogramo	0.209	Q 0.02	Q 0.00
Infusión cáscara de piña	Kilogramo	0.5	Q 0.02	Q 0.01
Infusión Rosa de Jamaica	Kilogramo	0.2	Q 0.66	Q 0.13
Sacarosa	Kilogramo	0.05	Q 5.11	Q 0.26
Maltodextrina	Kilogramo	0.02	Q 16.30	Q 0.33
Glucosa	Kilogramo	0.02	Q 7.18	Q 0.14
Cloruro de sodio	Kilogramo	0.001	Q 2.95	Q 0.00
Envase pet 500ml	Unidad	2	Q 1.10	Q 2.20
Etiqueta	Unidad	2	Q 0.12	Q 0.24
Total				Q 3.31

Cuadro 127. Costo de una botella de 500ml.

Rendimiento	2
Costo unidad	Q 1.66
Precio venta	Q 8.00
Precio venta sin IVA	Q 7.14
Porcentaje de costo de materia prima	23%

El costo de una bebida hipertónica post entrenamiento sería de Q1.66, el cual se podría vender a Q8.00 precio con IVA. En este se tendría un porcentaje de costos de materia prima equivalente al 23% del precio de venta sugerido. En comparación con productos comerciales este se asemejaría al costo de venta, ya que una bebida comercial como el Gatorade su precio es de Q8.00.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Se logró desarrollar una galleta tipo cracker a partir de harina de palmito y pulpa de zanahoria, que presentó una vida de anaquel de 4 meses, la cual puede clasificarse como un alimento fuente de proteína y fibra, bajo en grasa y bajo en sodio.
2. Se logró desarrollar una sopa instantánea a partir de harina de palmito y pulpa de zanahoria, con una buena aceptación por parte de los consumidores, una vida útil aproximada de 3 meses y un precio estimado de venta de Q5.36, siendo un alimento bajo en sodio que puede considerarse una alternativa saludable y económica para los consumidores que no tienen mucho tiempo para preparar alimentos.
3. Se logró el desarrollo y caracterización de una papilla instantánea para niños de corta edad (6 a 36 meses), a partir de harina de arroz y pulpa de zanahoria, la cual fue aceptada por los consumidores en cuanto a sus atributos sensoriales y presentando una vida de anaquel de 5 meses, siendo una alternativa de alimento complementario.
4. Se logró obtener, analizar y utilizar la pulpa de café considerada descarte de la industria cafetalera, para la producción de una harina utilizable como ingrediente de un snack energético tipo barra de granola.
5. La barra energética tipo barra de granola fue aceptable a los consumidores en cuanto a todos sus atributos sensoriales, presentó una vida de anaquel de 3.1 meses, y se consideró una fuente significativa de cafeína, excelente fuente de fibra dietética, y buena fuente de zinc.
6. El contenido de Kilocalorías en el gel pre entrenamiento fue de 207 calorías, lo cual se encuentra del rango de hidratos de carbono requerido por un deportista previo a entrenar. El costo del gel pre entrenamiento es de Q2.57, el cual se podría comercializar a un precio de Q10.00, a comparación de un gel comercializado en GNC, su bajo costo es significativo.
7. El contenido de hidratos de carbono y minerales en la bebida hipertónica es ideal para una deportista de alto rendimiento, lo cual le beneficiará en su reconstitución rápida del índice glucémico y del contenido de agua perdido.

8. El costo de la bebida hipertónica post entrenamiento es de Q1.66 precio sin IVA el cual se podría comercializar a un precio parecido a las marcas actuales, que van dirigidas hacia un segmento deportivo el cual sería de Q8.00.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Para el análisis de vida útil de la galleta cracker, paralelamente a la determinación de actividad de agua, se recomienda determinar la textura con texturómetro y no sensorialmente ya que este último puede llegar a ser subjetivo.
2. Se recomienda disminuir el tiempo de horneado de la galleta cracker con el objetivo de no eliminar excesivamente la humedad, además de llevar un control preciso sobre las temperaturas para lograr una mejor estandarización del proceso y así obtener galletas con menor dureza.
3. Se recomienda crear una alternativa de galleta cracker apta para la población celiaca, por medio de su desarrollo a partir de harinas sin gluten.
4. Se recomienda realizar pruebas semi industriales para la elaboración de la sopa instantánea para determinar la factibilidad de su comercialización como un producto de bajo costo y fácil preparación.
5. Se recomienda combinar la harina de arroz con una leguminosa para mejorar el perfil proteico de la misma y la fortificación de la papilla con minerales, vitaminas para mejorar el perfil de micronutrientes. Así como también utilizar la tecnología de hidrolización de las harinas con enzimas para mejorar el perfil del sabor de una manera natural.
6. Se recomienda la elección de un material de empaque con barrera a la humedad, al oxígeno y a la luz para, como polipropileno biorientado (BOPP), para la papilla, ya que esto alargará la vida útil del producto y mantendrá en óptimas condiciones las características fisicoquímicas y nutricionales.
7. Se recomienda la utilización de la harina de pulpa de café en matrices alimenticias que contengan alto contenido de proteína y vitamina C, con el objetivo de mejorar el aporte proteico y evitar la reducción en la absorción del hierro. Así mismo, que dichas matrices sean sólidas y que se considere el cambio en el color y la apariencia que la harina puede provocar en el producto final.
8. Se recomienda evaluar la sustitución de nuez pecana, almendra y blueberries, en la barra energética tipo granola, con el objetivo de reducir su costo y proveer un precio comercial más accesible.
9. Llevar a cabo un análisis de polifenoles y capacidad antioxidante, para determinar el nivel de reducción de estrés oxidativa que tienen tanto el gel pre entrenamiento, como la bebida hipertónica post entrenamiento.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, E & Bressani, R. (1990). Contenido de fibra dietética y digestibilidad del nitrógeno en alimentos centroamericanos: Guatemala. *Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá*. 40 (3): 439- 451.
- Álvarez, E. 2011. Guía Técnica del Cultivo de Piña. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador. 1-20Pp.
- Álvarez, M. V. (2012). Papilla de arroz instantánea para niños de 12 a 36 meses fortificada con micronutrientes: Una alternativa para la alimentación infantil. *Journal of Engineering and Technology*, 34.
- Amezcuca, A., Barajas, V., Día, Y., González, A. S., & Morales, B. (2012). *Glutamato Monosódico*. Centro Universitario Anglo Mexicano, Área de Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud. México: XXVI Congreso de Investigación CUAM.
- Anderson, David.; *et al.* 2012. *Estadística para negocios y economía*. 11ª edición. Cengage Learning, 1116 págs.
- Ankush, N.; D. Mridula. 2016. *Development of energy bar utilizing potato extrudates*. Asian Journal of Dairy & Food Research. Vol. 35, No. 3. 241-246 págs.
- Asociación Nacional del Café. 2015. *Exportaciones por tipo de café*. Departamento de comercialización de Anacafé. Guatemala.
- Bellido, D & Román, D. (2006). Manual de nutrición. Editorial Diaz de Santos. Madrid, España., 633 pp
- Bolanho, B., Danesi, E., & Beléia, A. (2015). Carbohydrate composition of peach palm by-products flours. *Carbohydrate Polymers*. 124 (1): 196-200.
- Braham, J.; R. Bressani. 1979. *Coffee Pulp: Composition, Technology, and Utilization*. Institute of Nutrition of Central America and Panama. 96 págs.

Bressani, Ricardo; A. Joachin. 2009. *Concentración, caracterización funcional y utilización en pan francés de la fibra dietética total de la pulpa de café (Coffea arabica)*. Revista 19 de la Universidad del Valle de Guatemala. 58-65 págs.

Camacho. (1989). *Bactris gasipaes*. IICA. Turrialba, Costa Rica.

Campo, J. et. al. (2016). Utilización de Chontaduro (*Bactris gasipaes*) enriquecida con *Pleurotus ostreatus* en pollos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 15 (2): 84-92.

Carbonero, M. R. (2013). Glutamato Monosódico, "La Trampa de los Alimentos Sabrosos". *Trastornos de la Conducta Alimentaria*, 17, 1863-1876.

Carrillo, M. (2013). Vida útil de los alimentos / Lifetime of food. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. Vol. 2, Núm. 3.

Cervejeira, B., Dalva, E., & Del Pino, A. (2014). Characterization of flours made from peach palm by-products as a new food ingredient. *Journal Of Food & Nutrition Research*. 53 (1): 51-59.

Chavarría, P. 2012. Guía Flor de Jamaica. Asociación para el desarrollo Eco-Sostenible. Nicaragua. 25Pp.

CODEX STAN. 1985. *Norma del Codex para la harina de trigo*. No. 152.

Códex Alimentarius. (1991). Directrices Sobre Preparados Alimenticios Complementarios Para Lactantes De Más Edad Y Niños Pequeños Cac/GI 8-1991, 1–11.

Creed-Kanashiro, H. (2007). Fortaleciendo la nutrición infantil en Perú: Desarrollo de una papilla a base de camote. Lima: International Potato Center.

Cruz, A, et. al. (2015). Fibra dietaria en subproductos de mango, maracuyá, guayaba y palmito. *Revista Politécnica*. 36 (2): 23-30.

De León, S. (2017). *Guía con información del contenido de azúcar, grasas, fibra y sodio de los cereales de desayuno*. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias de la Salud. Guatemala.

Dergal, S. B. (2013). *Química de Alimentos. Quinta Edición*. México: Pearson.

DICYT. (2012). *Usan las zanahorias de descarte para obtener carotenos y bioetanol*. Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología. Argentina: DICYT.

Ecoinventos. 2017. Piñatex, Cuero vegetal hecho de fibra de piña. [Publicado en lines] en: <http://ecoinventos.com/pinatex-cuero-vegetal-hecho-de-fibra-de-pina/> [Con acceso 18/7/2017]

Escudero, E.; P. González. 2006. *La fibra dietética*. Madrid, España. *Nutrición Hospitalaria*, no. 21. 61-72 págs.

Esquivel, P.; V. Jiménez. 2011. *Functional properties of coffee and coffee by-products*. Food Research International. Costa Rica, 41 págs.

EQUINLAB. (2014). *La importancia de la actividad de agua en alimentos*. Equipos para la industria y laboratorio.

EUCIF. 2007. *Caffeine and Health*. Bioactives. En: <http://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/caffeine-and-health> [8/10/2017]

FACUA. (2010). *Guía Hábitos de Vida Saludable*. Junta de Andalucía. Sevilla, España.

Fanslau, M. (2017). Pass Up The Salt. *Food Quality & Safety: Farm to Fork Safety*, 24 (1), 30-31.

Farah, Adriana.; C. Marino. 2006. *Phenolic compounds in coffee*. Universidad Federal de Río de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Vol. 18, no. 1. 23-36 págs.

FAO. (2005). *Directrices para el uso de declaraciones nutricionales*. Argentina

FAO. (2012). *Grasas y ácidos grasos en la nutrición humana*. Ginebra, Suiza.

FAO. (2012). *Necesidades nutricionales*. Madrid, España.

FAO. (2015). *Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Boletín 2, 7-17.

Fonseca, P. (1 de octubre 2009). Desechos de la piña pueden guardarse para alimentar ganado. Nacion. [http://www.nacion.com/vivir/Desechos-pueden-guardarse-alimentar-ganado\\_0\\_1077292315.html](http://www.nacion.com/vivir/Desechos-pueden-guardarse-alimentar-ganado_0_1077292315.html)

Gandara, N. (2 de agosto del 2016). Las cifras de la piña que demuestran un importante crecimiento. Prensa libre. Recuperado de <http://www.prensalibre.com/economia/economia/produccion-de-pia-gana-mas-terreno-pia-gana-mas-terreno>.

Garcer, L. 2011. Flor de Jamaica: Propiedades y Usos. [Publicado en línea] en: <https://www.plantas-medicinales.es/flor-de-jamaica-propiedades-y-usos/> [Con acceso 18/07/2017]

García, D. (5 octubre de 2013). Más de 13 Millones de toneladas de desecho de piña se podrían aprovechar en producción de energía. CR HOY. Recuperado: <http://www.crhoy.com/archivo/mas-de-13-millones-de-toneladas-de-desecho-de-pina-se-podrian-aprovechar-en-produccion-de-energia/ambiente/>

García, M. *et. al.* (2004). *Valor nutricional del fruto de Bactris gasipaes H.B.K.* Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

García, Villegas.; S. Zamorra. 1991. *Necesidades nutricionales en deportistas*. Archivos de Medicina del Deporte. Vol. 8, No. 30. 169-179 págs.

Gaviola, J. C. (2013). *Manual de Producción de Zanahoria*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Publicaciones Regionales.

Gustavsson, J.; C. Cederberg. (2011). *Global Food Losses and Food Waste*. FAO. Rome, 23 pp.

Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Hernández, H. 2010. *Plagas y enfermedades del cultivo de flor de jamaica en el estado de guerrero*. Universidad Autónoma Agraria. México. 79Pp.

Herrera, G. (2008). *Desarrollo de una sopa semi-instantánea fortificada*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Química. Guatemala: USAC.

Hic, C., *et al.* (2016). Food Surplus and its Climate Burden. *Environmental Science & Technology*. 50 (8).

INCAP. (2012). *Tabla de composición de Alimentos de Centroamérica. Segunda Edición*. Guatemala: INCAP/OPS.

Intecap. (2010). *Consulta de necesidades de capacitación en los subsectores de producción y exportación de frutas, hortalizas y plantas ornamentales*. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. Guatemala: Intecap.

Kumari, M.; S. Jain.; *Tannins: An antinutrient with positive effect to manage Diabetes*. *Research Journal of Recent Sciences, India*. Vol. 1, no. 12. 1-8 págs.

Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*. 55, 181-186.

Limones, K., & García, M. C. (2011). *Elaboración de sopa instantánea a partir de harina de chocho (Lupinus Mutabilis Sweet)*. Escuela Superior Politécnica de Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil, Ecuador: ESPOL.

Lizarraga, María. 2009. *Consideraciones actuales sobre el consumo de café en la actividad física y el deporte*. *Atención Primaria*. España: Barcelona. Vol. 41, No. 12, 698-701 págs.

López, *et al.* 2014. Valor Nutricional del Ensilaje de Rastrojo de Piña con Niveles Crecientes de Urea. 8(1). 1-20Pp.

Loor, A. (2008). *Desarrollo de un Manual de Operación para un Proceso de Galletas Crackers*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Martínez, R. (2011). *El palmito como alimento saludable y antioxidante*. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.

Matos, A & Chambilla, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación y en la Industria Alimentaria. *Revista de investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1(1), 1-14

Meng, P. (2016). *Procesamiento de cereales*. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala

Nestlé Pediatría :: Proceso de fabricación cereales Che. (n.d.). Recuperado Octubre 2, 2017, de [https://nestle-pediatria.cl/proceso\\_cereales.aspx](https://nestle-pediatria.cl/proceso_cereales.aspx)

Nielsen, Suzanne. 2009. *Food Analysis*. 4ª edición. Springer. West Lafayette, United States of America. 585 págs.

Norma Oficial Mexicana. 2008. *Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas*. NOM-247-SSAI-2008.

Olivera, M.; *et al.* 2012. *Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica*. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 39, No. 3. 8 págs.

OMS. (2017). Sobre peso afecta a casi la mitad de la población de todos los países de América Latina y el Caribe.

PAE. 2017. *Ficha técnica granola en barra*. Ecuador, 2 págs.

Palacios, Nieves; *et al.* 2009. *Alimentación, nutrición e hidratación en el deporte*. Centro de Medicina del Deporte. España. 28 págs.

Papelo, P. (2010) BOPP, el film preferido para envases flexibles. (n.d.). Retrieved November 3, 2017, from <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/16807-bopp-el-film-preferido-envases-flexibles>

Pardo, Ricardo, *et al.* 2007. *Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso*. Adicciones. España: Palma de Mallorca. Vol. 19, No. 3, 225-238 págs.

Pincirolì, M. (2010). *Proteínas de arroz. Propiedades Estructurales*. Buenos Aires: CIDCA

Pineda, D. *Tendencias en snacks nutritivos*. Célula de Alimentos y Bebidas. Ministerio de Economía de El Salvador.

Pretelt, P. 2003. Manual técnico: Seminario sobre producción y manejo post cosecha de la piña para la exportación. Proyecto VIFINEX. El Salvador. SV. 69 p.

Ramirez-Navas, J. (2012) *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Rathinavelu, R.; G. Graziosi. 2005. *Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café*. Universidad de Trieste, Italia. 4 págs.

Riera, E. (2012). *Evaluar el desarrollo de tres especies vegetales "brócoli (Brassica oleracea), cebolla de bulba (Allium cepa L.), zanahoria (Daucus carota L.)". Aplicando los principios de rotación en el manejo técnico*. . Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.

Rockland, J & Beuchat, L. (1987). *Water Activity: theory and applications to food*. Marcel Dekker, Inc. New York. 404p

Rodríguez, N.; D. Zambrano. 2010. *Los subproductos del café: fuente de energía renovable*. Cenicafé, Programa de Investigación Nacional del Café. No. 393, 8 págs.

Salcedo, Jairo.; et al. 2016. *Effect of the acetylation process on native starches of yam (Dioscorea spp.)*. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. Vol. 69, no. 2. 7997-8006 págs.

Sotolongo, J.; et al. 2000. *Impacto ambiental de los residuales de café sobre las principales cuencas de interés económico y social de la provincia Guantánamo: Soluciones energéticas y medioambientales*. Centro de Investigaciones de Energía Solar. Tecnología Química, Vol. 20, No. 3. 76-82 págs.

Tapicha, J. (2000). *Estudio técnico y propuestas de diseño de una planta procesadora de palmito de chontaduro (Bactris gasipaes) en conserva*. Universidad de la Sabana, Facultad de Ingeniería de Producción Agroindustrial, Santafé de Bogota, Colombia.

Umaña, J, Álvarez, C., Lopera, S., & Gallardo, C. (2010). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Urbina, F. 2009. Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. Cenida.

U.S. Wheat Associates. 2017. *Crop Quality Reports*. Harvest Reports.

Valencia, R.; Montúfar, R.; Navarrete, H.; Balslev, H. (2013). Palmas ecuatorianas: Biología y Uso Sostenible. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA.

Vázquez, Alma.; *et al.* 2012. *Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo*. Tecnociencia Chihuahua, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Vol. 6, No. 2. 84-93 págs.

Vásquez, E. (2004). *Efecto de la aplicación de microorganismos eficaces a diferentes concentraciones para el manejo de Añublo bacteriano en el cultivo del palmito (Bactris gasipaes K.)*. Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica: EM-LA.

Vásquez, O. (2002). Harina de los subproductos de *Bactris gasipaes* HBK y su uso en panificación. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.



Gráfico 32. Curva de calibración de calcio.

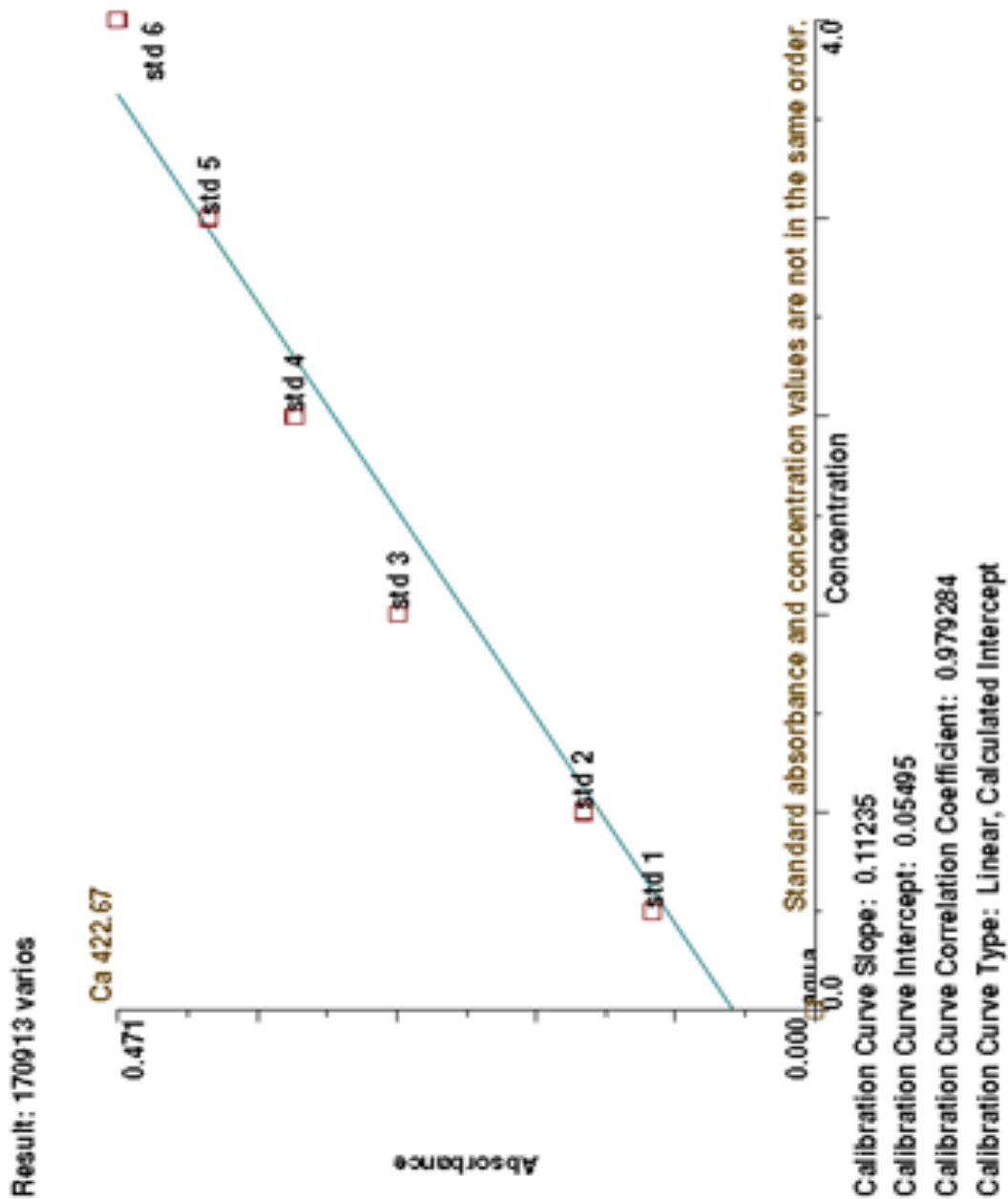


Gráfico 33. Curva de calibración de zinc.

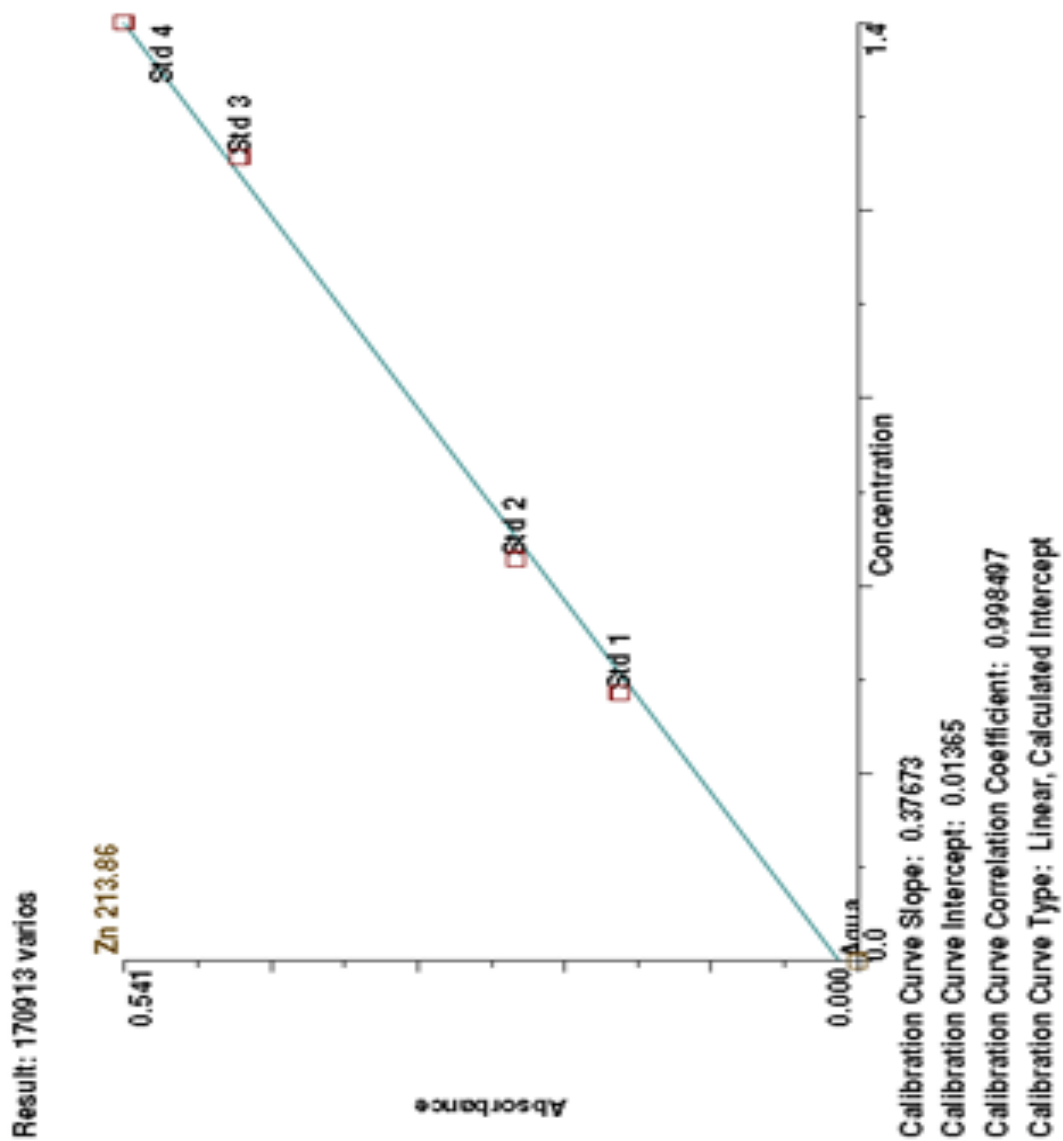


Gráfico 34. Curva de calibración de sodio.

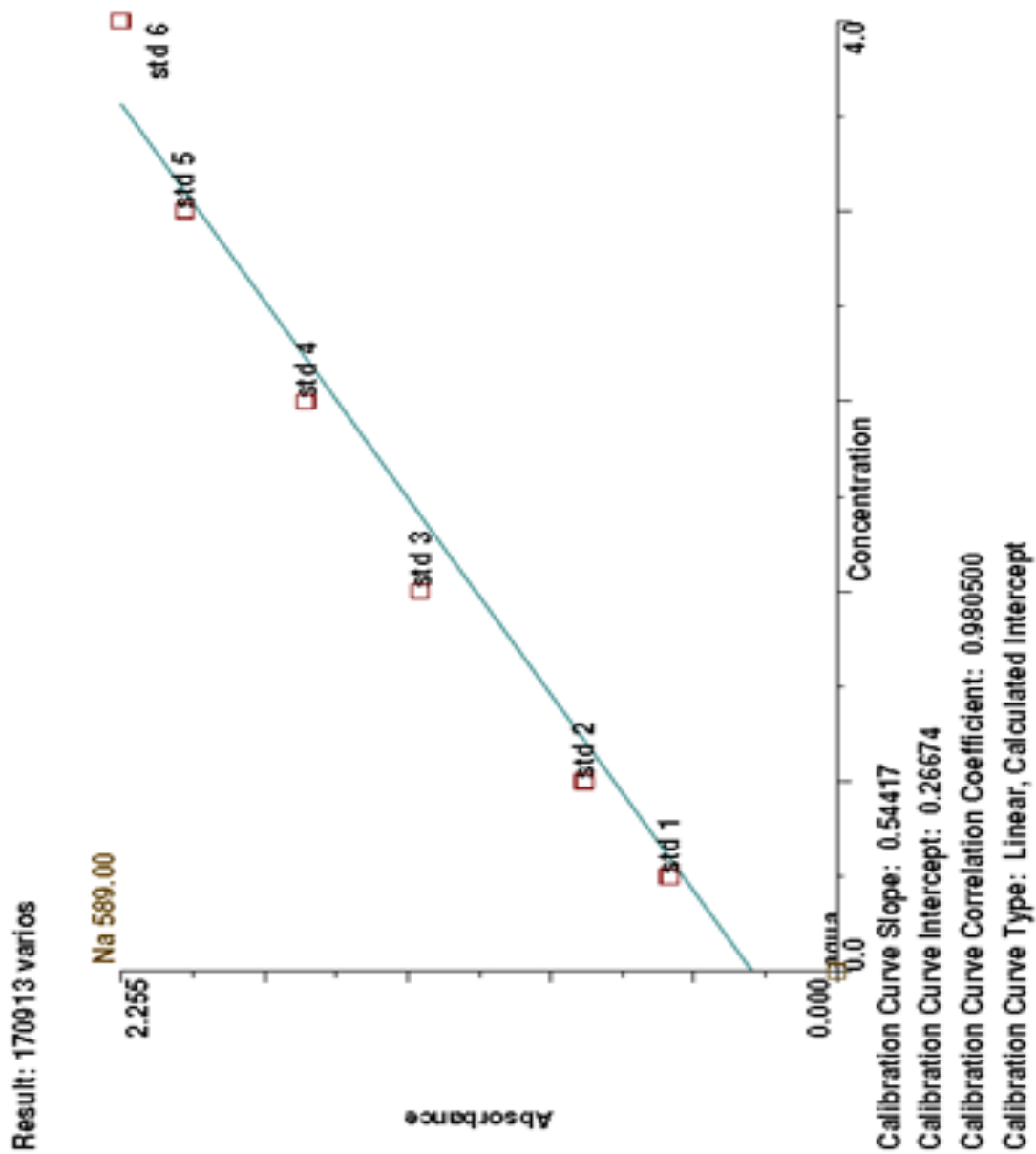
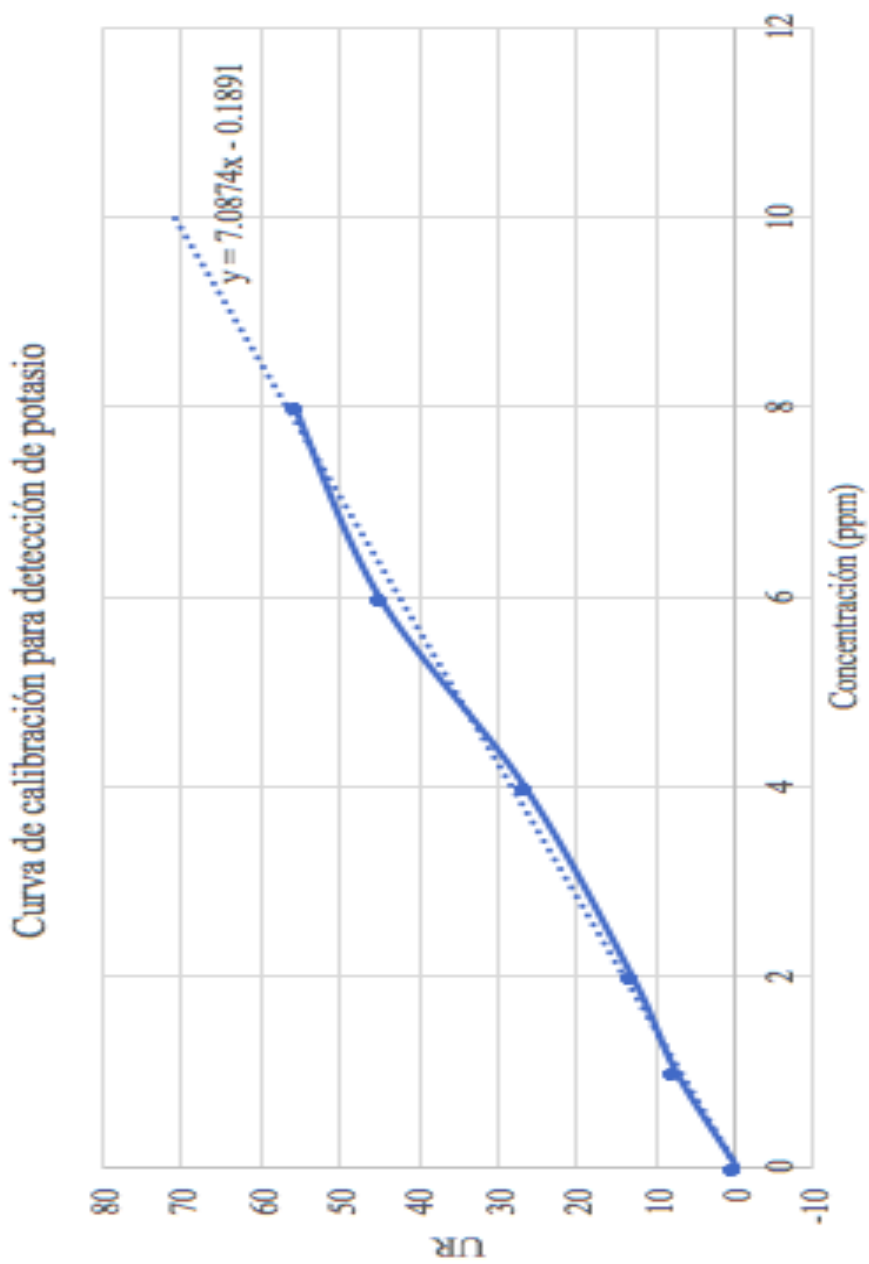


Gráfico 35. Curva de calibración de potasio.



## B. Apéndice B - Cálculos de muestra

1. Capacidad de absorción de agua (WAI). Para la determinación del índice de absorción de agua en la harina se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad de absorción de agua} = \frac{\text{peso ganado (g)}}{\text{peso de la muestra (g)db}} \quad (1) \quad (\text{Salcedo, 2016})$$

Ejemplo 1: Cálculo del índice de absorción de agua de la harina

$$\text{WAI}\% = \frac{18.9931 \pm 0.0001 \text{ g} - 12.6866 \pm 0.0001 \text{ g}}{2.0062 \pm 0.0001 \text{ g}} \times 100 = 314.35\% \pm 0.0001$$

2. Índice de solubilidad (WSI). Para la determinación del índice de solubilidad en agua de la harina se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de solubilidad} = \frac{\text{peso soluble (g)} \times \left(\frac{V}{10}\right)}{\text{peso de la muestra (g)db}} \quad (2) \quad (\text{Salcedo, 2016})$$

Ejemplo 1: Cálculo del índice de solubilidad en agua de la harina

$$\text{WSI}\% = \frac{34.4188 \pm 0.0001 \text{ g} - 33.943 \pm 0.0001 \text{ g}}{2.0062 \pm 0.0001 \text{ g}} \times 100 = 23.72\% \pm 0.0001$$

3. Contenido de humedad. Para la determinación del porcentaje de humedad en la harina se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} \left(\frac{p}{p}\right) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (3) \quad (\text{Nielsen, 2009})$$

Donde:

$m_1$ : masa de la muestra antes del secado (g)

$m_2$ : masa de la muestra desecada (g)

Ejemplo 1. Cálculo de porcentaje de humedad en la muestra 1:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{28.2101 \text{ g} \pm 0.0001 - 28.1933 \text{ g} \pm 0.0001}{1.0059 \text{ g} \pm 0.0001} \times 100 = 1.67\% \pm 0.019$$

4. Contenido de cenizas: Para la determinación del contenido de cenizas en la harina se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{B}{A} \times 100 \quad (4) \quad (\text{Nielsen, 2009})$$

Donde:

A: Peso muestra inicial (g)

B: Peso muestra final (g)

Ejemplo 1. Cálculo de contenido de cenizas en la muestra 1:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{0.0168 \text{ g} \pm 0.0001}{1.0059 \text{ g} \pm 0.0001} \times 100 = 1.67 \pm 0.014$$

5. Contenido de proteína. Para la determinación de proteína en harina se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%N = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times 6.25}{m \times 1000} \quad (5) \quad (\text{Nielsen, 2009})$$

Donde:

V: Gasto de HCl 0.105 (ml)

N: Normalidad de la solución HCl

Ejemplo 1. Cálculo de porcentaje de proteína en muestra 1:

$$\%N = \frac{14 \times 0.105 \times 2.1 \text{ ml} \times 100 \times 6.25}{0.2526 \text{ g} \pm 0.0001 \times 1000} = 7.64\% \pm 0.258$$

6. Contenido de grasa. Para la determinación del contenido de grasa en la harina se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Grasa} \left( \frac{p}{p} \right) = \frac{(B - A)}{C} \times 100\% \quad (6) \quad (\text{Nielsen, 2009})$$

Donde:

A: Peso del matraz limpio y seco (g)

B: Peso del matraz con grasa (g)

C: Peso de la muestra (g)

Ejemplo 1. Cálculo de porcentaje de grasa en la muestra 1:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(72.6825 \text{ g} \pm 0.0001 - 72.4886 \text{ g} \pm 0.0001)}{10.0156 \text{ g} \pm 0.0001} \times 100 = 1.40\% \pm 0.001$$

7. Contenido de fibra dietética. Para la determinación del contenido de fibra dietética en la harina se utilizaron las siguientes ecuaciones.

	Sample				Blank			
	Insoluble Fiber		Soluble Fiber		Insoluble Fiber		Soluble Fiber	
Sample wt (mg)	$m_1$	$m_2$						
Crucible + Celite wt (mg)								
Crucible + Celite + residue wt (mg)								
Residue wt (mg)	$R_1$	$R_2$	$R_1$	$R_2$	$R_1$	$R_2$	$R_1$	$R_2$
Protein (mg) $P$								
Crucible + Celite + ash wt (mg)								
Ash wt (mg) $A$								
Blank wt (mg) $B^b$								
Fiber (%) <sup>c</sup>								

<sup>a</sup>Adapted with permission from J AOAC Int (1988), 71:1019. Copyright 1988 by AOAC International.

$$^b\text{Blank(mg)} = \frac{R_1 + R_2}{2} - P - A$$

$$^c\text{Fiber(\%)} = \frac{\frac{R_1 + R_2}{2} - P - A - B}{\frac{m_1 + m_2}{2}} \times 100$$

(7)  
(Nielsen, 2009)

Peso promedio residuo

$$W_2 - W_1$$

Peso promedio cenizas

$$W_3 - W_1$$

B:

$$R_{\text{Blanco}} - P_{\text{Blanco}} - A_{\text{Blanco}}$$

Fibra dietética total

$$\% \text{ FDT} = \frac{R_{\text{muestra}} - P_{\text{muestra}} - A_{\text{muestra}} - B}{SW} \times 100$$

Donde:

FDT: Fibra dietética total

R: Peso promedio del residuo (mg)

P: Peso promedio de proteína (mg)

A: Peso promedio de ceniza (mg)  
 SW: Peso promedio de la muestra (mg)  
 $W_2$ : Residuo + Celite + Peso crisol  
 $W_1$ : Celite + Peso crisol  
 $W_3$ : Ceniza + Celite + Peso crisol

Ejemplo 1. Cálculo de la determinación de fibra dietética total

Paso 1. Cálculo de peso promedio de residuo

$$\overline{W}_R = 31.2521g - 31.1152g = 0.1369 g$$

Paso 2. Cálculo de peso promedio de ceniza

$$\overline{W}_A = 30.7436g - 30.5085g = 0.2351 g$$

Paso 3. Cálculo de B

$$B = 0 - 0.2749 - 0 = 0.4669 g$$

Paso 4. Cálculo de la fibra dietética total

$$\%TDF = \frac{0.2632g - 0.021g - 0.2351g - 0.4669g}{1.0814} \times 100 = 43.84\%$$

8. Contenido de zinc, magnesio, potasio o cafeína en muestra. Para la determinación del contenido de minerales en las muestras se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Hierro} \left( \frac{mg}{100g} \right) = \frac{C_{Fe}}{P_m} \times \frac{V_i}{10} \times D$$

Donde:

$C_{Fe}$ : Concentración de hierro calculado a partir de la curva de calibración ( $\frac{mg}{L}$ )

$V_i$ : Volumen inicial de la solución de la muestra (mL)

D: Inverso de la dilución de la muestra

$P_m$ : Peso de la muestra (g)

Ejemplo 1. Cálculo de contenido de minerales en la muestra

$$\text{Hierro} = \frac{0.552 \frac{mg}{L}}{\frac{(1.0059 + 1.0391)}{2}} \times \frac{100mL}{10} \times 1 = 5.40 \frac{mg}{100g}$$

(8) (Anderson, 2009)

9. Determinación Energía. Para la determinación del contenido de Kcal en la papilla se utilizó la siguiente ecuación:

$$Kcal = grasa \times 9 + proteína \times 4 + carbohidratos \times 4 \quad (9) \quad (\text{Nielsen, 2009})$$

Ejemplo 1. Cálculo de Energía en la muestra

$$Kcal = (1.40 \times 9) + (8.01 \times 4) + (85.72 \times 4) = 355.46 \text{ Kcal}$$

10. Determinación del tamaño de partícula. Para la determinación del tamaño de partícula en la harina se utilizó la siguiente ecuación:

$$d_{vs} = \frac{\sum d^3 N}{\sum d^2 N}$$

En donde:

d: diámetro de la partícula

N: número de partículas con un diámetro dado

Ejemplo 1: Cálculo del tamaño de partícula de la harina

$$= \frac{((710\mu m)^3 \times 78\%) + ((425\mu m)^3 \times 2\%) + ((250\mu m)^3 \times 6\%) + ((180\mu m)^3 \times 4\%) + ((150\mu m)^3 \times 2\%) + ((125\mu m)^3 \times 3\%) + ((75\mu m)^3 \times 5\%) + ((74\mu m)^3 \times 1\%)}{((710\mu m)^2 \times 78\%) + ((425\mu m)^2 \times 2\%) + ((250\mu m)^2 \times 6\%) + ((180\mu m)^2 \times 4\%) + ((150\mu m)^2 \times 2\%) + ((125\mu m)^2 \times 3\%) + ((75\mu m)^2 \times 5\%) + ((74\mu m)^2 \times 1\%)} = 699.53 \mu m$$

11. Media:

$$\frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{N_{total}} \quad (11) \quad (\text{Anderson, 2009})$$

Ejemplo 1: Cálculo de media de proteína en papilla

$$\frac{6.69\% + 6.58\%}{2} = 6.64\% \pm 0.258$$

12. Propagación de error en metodología analítica:

$$\frac{sy}{y} = \sqrt{\left(\frac{sa}{a}\right)^2 + \left(\frac{sb}{b}\right)^2 + \left(\frac{sc}{c}\right)^2} \quad (12) \quad (\text{Anderson, 2009})$$

## C. Apéndice C - Boleta perfil sensorial

Figura 21. Boleta para prueba de aceptabilidad escala hedónica en galleta tipo cracker.



Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_

### Instrucciones

Frente a usted se presenta una muestra de galleta tipo cracker. Por favor, observe y pruebe la muestra, indicando el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo, de acuerdo al puntaje y categoría establecida. Anote el puntaje en las casillas en blanco de los diferentes atributos.

Puntaje	Categoría
7	Me gusta mucho
6	Me gusta moderadamente
5	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Calificación para cada atributo de la muestra			
Olor	Sabor	Apariencia	Textura

Comentario:

---



---



---

¡Muchas gracias!

Figura 22. Boleta para prueba de aceptabilidad escala hedónica en papilla instantánea.

Nombre: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_



**Boleta para prueba de aceptabilidad con escala hedónica en papilla para bebé**

A continuación, se le presentarán 2 tipos de papilla: una de marca diferente y un producto nuevo. De estas muestras se le solicita evalúe la apariencia, textura, sabor, color y olor 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 1. Escala hedónica

Puntaje	Descripción
7	Me gusta muchísimo
6	Me gusta mucho
5	Me gusta levemente
4	Ni me gusta, ni me disgusta
3	Me disgusta levemente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Cuadro 2. Evaluación

Atributo	Código	
	_____	_____
APARIENCIA		
TEXTURA		
SABOR		
COLOR		
OLOR		

Comentarios:

---



---

(La evaluación continua en la parte posterior de la boleta)

Figura 23. Boleta para prueba de preferencia en papilla instantánea.

**Boleta para prueba de preferencia en papilla para bebé**  
Indique cuál de las 2 muestras de la papilla para bebé presentadas a continuación prefiere  
circulando el código que la identifique. Luego indique el porqué de su elección.

Código

Código

¿Por qué?

---

---

---

---

Figura 24. Boleta para prueba de aceptabilidad escala hedónica en papilla instantánea

Nombre:    Lizbeth Gramajo      
 Fecha:    6/10/2017   

**Boleta para prueba de aceptabilidad con escala hedónica en papilla para bebé**

A continuación, se le presentarán 2 tipos de papilla: una de marca diferente y un producto nuevo. De estas muestras se le solicita evalúe la apariencia, textura, sabor, color y olor 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 1. Escala hedónica

Puntaje	Descripción
7	Me gusta muchísimo
6	Me gusta mucho
5	Me gusta levemente
4	Ni me gusta, ni me disgusta
3	Me disgusta levemente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Cuadro 2. Evaluación

Atributo	<u>   256   </u>	<u>   470   </u>
APARIENCIA	7	5
TEXTURA	7	5
SABOR	7	4
COLOR	7	4
OLOR	7	5

Comentarios:

Me gusta que es una opción apta para celíacos, de preferencia, los hijos de una madre celíaca deben de llevar una dieta libre de gluten y esta sería una buena opción.

Figura 25. Boleta para prueba de preferencia en papilla instantánea.

**Boleta para prueba de preferencia en papilla para bebé**  
 Indique cuál de las 2 muestras de la papilla para bebé presentadas a continuación prefiere  
 circulando el código que la identifique. Luego indique el porqué de su elección.

Código <span style="background-color: yellow; padding: 2px;">256</span>	Código 470
¿Por qué? Tiene más sabor y no se siente tan simple como la 470.	

Figura 26. Boleta utilizada para análisis sensorial de barra energética con pulpa de café.

Universidad del Valle de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería  
 Departamento de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Nombre: \_\_\_\_\_ Carrera: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: H M Fecha: \_\_\_\_\_

**Boleta de evaluación**  
**Prueba de aceptabilidad con escala hedónica y de preferencia**

A continuación se le presentará una muestra de barra energética con frutos secos y pulpa de café, la cual representa un buen aporte energético y de cafeína. Sírvase a observar, oler y probar la muestra. Indique el grado en el que le gusta o le disgusta la muestra seleccionando el puntaje en la tabla 1 y colocándolo en la tabla 2 para cada una de las características indicadas.

<p><b>Tabla 1</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Puntaje</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>9</td><td>Me gusta muchísimo</td></tr> <tr><td>8</td><td>Me gusta mucho</td></tr> <tr><td>7</td><td>Me gusta un poco</td></tr> <tr><td>6</td><td>Me gusta levemente</td></tr> <tr><td>5</td><td>Ni me gusta ni me disgusta</td></tr> <tr><td>4</td><td>Me disgusta levemente</td></tr> <tr><td>3</td><td>Me disgusta un poco</td></tr> <tr><td>2</td><td>Me disgusta mucho</td></tr> <tr><td>1</td><td>Me disgusta muchísimo</td></tr> </tbody> </table>	Puntaje	Descripción	9	Me gusta muchísimo	8	Me gusta mucho	7	Me gusta un poco	6	Me gusta levemente	5	Ni me gusta ni me disgusta	4	Me disgusta levemente	3	Me disgusta un poco	2	Me disgusta mucho	1	Me disgusta muchísimo	<p><b>Tabla 2</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Atributo</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sabor</td><td></td></tr> <tr><td>Aroma</td><td></td></tr> <tr><td>Consistencia</td><td></td></tr> <tr><td>Color</td><td></td></tr> <tr><td>Apariencia</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Atributo	Puntaje	Sabor		Aroma		Consistencia		Color		Apariencia	
Puntaje	Descripción																																
9	Me gusta muchísimo																																
8	Me gusta mucho																																
7	Me gusta un poco																																
6	Me gusta levemente																																
5	Ni me gusta ni me disgusta																																
4	Me disgusta levemente																																
3	Me disgusta un poco																																
2	Me disgusta mucho																																
1	Me disgusta muchísimo																																
Atributo	Puntaje																																
Sabor																																	
Aroma																																	
Consistencia																																	
Color																																	
Apariencia																																	

**Comentarios:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura 27. Boleta utilizada para análisis sensorial de Bebida hipertónica y mermelada pre entrenamiento

A continuación se le presentaran 2 muestras con diferentes numeración. Siendo 310 una bebida hipertónica y 410 un puré ambos elaborados con rosa de jamaica y piña. Califique de acuerdo a la siguiente ponderación:

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta
3. No me gusta ni me disgusta
4. Me gusta
5. Me gusta mucho

1. ¿Qué edad tienes?

2. ¿Cuál es tu sexo?

Femenino

Masculino

**MUESTRA 310 Y 410**

3. Sabor

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 4
<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 5
<input type="radio"/> 3	

4. Color

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 4
<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 5
<input type="radio"/> 3	

5. Olor

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 4
<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 5
<input type="radio"/> 3	

Encuesta virtual (Survey Monkey) de aceptabilidad del puré y bebida hipertónica

Link <https://es.surveymonkey.com/r/9JNXNT5>

Figura 28. Boleta utilizada para análisis sensorial de sopa instantánea a base de harina de palmito y pulpa de zanahoria

Universidad del Valle de Guatemala  
 Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Boleta No.

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Género:  Femenino  Masculino

Instrucciones: Por favor pruebe la muestra que se le entregará e indique su nivel de agrado en base a la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos. Puede probar la muestra más de una vez.

Características	Calificación
Sabor	
Olor	
Textura	
Color	

Característica	Escala
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

