

El uso de productos agrícolas locales en el desarrollo de alimentos complementarios

Ricardo Bressani,
Claudia Lezama,
Elsa Gudiel,
Brenda Rodas,
Ana Silvia de Ruiz,
Patricia de Palomo,
Claudia Villatoro,
Geraldine Alvarado

Resumen

Los resultados de esta investigación proponen el establecimiento y desarrollo de agroindustrias en el área rural de alimentos complementarios para seres humanos producidos en un gran porcentaje de materia prima de producción local o con potencialidad de una producción local. Estas agroindustrias serían de lo más simple posible pero efectivas en dar la calidad nutritiva, sanitaria, sensorial, y variedad de productos deseados de acuerdo a las costumbres de consumo rural. Se presenta la actividad de investigación que se desarrolló desde la recolección de ingredientes en los mercados de Sololá y formulación hasta la evaluación sensorial, química y nutricional de alimentos complementarios. Se formularon un total de 12 productos catalogados en 3 grupos de acuerdo al uso deseado. El primer grupo fue para su uso como atoles dulces, el segundo como sopas deshidratadas y el tercero como sopas tipo Minestrone, o sea con los ingredientes en su forma natural. Además del uso de granos secos de maíz y leguminosas de grano en una razón por peso de 7/3, se utilizaron

Abstract

The results of this research propose the implementation and development in rural areas of complementary foods agro industries for human consumption using the availability of raw material of local production and other products with yield potential. These agro industries would be very simple in equipment but effective in producing food products of high nutritional, safety and sensorial quality and with a variety based on the food consumption habits of the rural consumer. The document presents the research activity which was conducted, from the collection of food ingredients in rural markets of Solola and formulation up to sensory chemical and nutritional evaluation of the complementary foods. A total of 12 products were formulated which were assigned to 3 groups based on the intended use. The first group was developed as food to be consumed as sweet gruels. The second was formulated and processed as flours to be consumed as dehydrated soups and the third group was processed to be consumed as minestrone soup

leguminosas inmaduras deshidratadas, muchas de las cuales se producen para exportación pero mucho queda en el país que a menudo se pierde. Los contenidos de nutrientes de los alimentos complementarios se establecieron de acuerdo a las recomendaciones en su contenido de calorías, proteína y otros nutrientes con una calidad proteínica alta. La aceptabilidad de los alimentos en sus 3 formas de uso fue relativamente buena, habiendo posibilidades para mejorarlas. La producción de estos alimentos complementarios puede lograrse a través de programas educativos a nivel del hogar, o a nivel industrial, siendo un enlace importante entre la agricultura y la salud de la población.

that is with whole dehydrated ingredients.

Besides the use of dried grains of maize and food grain legumes blended in the weight ratio of 7/3 immature dehydrated food grain legumes were also used, since many of these are produced for export purposes, much remains in the country and quite often are lost. The nutrient content of the various complementary foods developed, met with the recommendations of calories, protein quantity and quality and of other nutrients. The acceptability of the different complementary food in their three forms of use was relatively good, with good possibility of improvement. The production and use of these complementary foods can be achieved though education programs at home level. Likewise their production can be achieved through agro industries which can become an important link between agriculture and health of the population.

Antecedentes

En el 2002, el Ministerio de Educación de Guatemala publicó el informe final de la Segunda Encuesta Nacional de la Talla de Niños Escolares del Primer Año del Sistema Escolar Público de Guatemala (MINEDUC, 2002).

Con el objetivo de identificar áreas geográficas críticas basadas en el indicador de la talla para la edad y poder proporcionar información útil para fines de planificación y la toma de decisiones a nivel nacional, la Segunda Encuesta de Talla fue llevada a cabo del 16 al 20 de julio del 2001. La población objetivo fueron niños entre 6 a 10 años de edad que atendían escuelas oficiales. La

encuesta incluyó 13,075 escuelas urbanas y rurales a través del país. Un total de 381,421 niños estudiantes fueron encuestados. Del total, 51.20% de los niños fueron clasificados como niños normales, respecto a la talla para la edad y un 48.8% fueron clasificados con mala nutrición crónica. De estos, 34.42% estaban moderadamente retrasados y un 14.38% con retraso agudo, y fueron principalmente del sexo masculino.

De un total de 23 unidades geopolíticas en Guatemala, 11 y las de la capital del país tenían una prevalencia inferior comparada con la cifra nacional del 48.80%. La capital de Guatemala presenta el valor más bajo de 23.49%

así como también otras 3 unidades que fueron, Escuintla, El Progreso y Jutiapa.

Las otras unidades geopolíticas de la república mostraron prevalencias mayores que el promedio nacional, y algunas como Tonicapán, de 73.24% y las de Sololá con 73.17%. De las 331 municipalidades del país, 177 mostraron prevalencias mayores que las del promedio nacional (48.80%). Ninguna de las unidades geopolíticas mostraron prevalencias mayores que las del promedio nacional (48.80%). Ninguna de las unidades geopolíticas mostraron prevalencias iguales o menores que el 2.5%, cifra esperada en poblaciones normales, de acuerdo a las recomendaciones de la WHO (OMS). Las mayores prevalencias se encontraron en las municipalidades que pertenecen al área de altiplano de Guatemala. Además de los niños, los grupos más vulnerables son las mujeres embarazadas y en períodos de lactancia. Existen diversas estrategias para atender la desnutrición y son: educación nutricional, fortificación de alimentos con micronutrientes y alimentación complementaria.

Una solución al problema descrito es proveer a los niños una buena nutrición, a través de una dieta balanceada, solución que puede ser realizada con un incremento en producción agrícola de variedades de alimentos y educación. Una solución alternativa es la de hacer disponibles alimentos complementarios producidos de materia prima regional a través de pequeñas agroindustrias.

Los principales alimentos producidos en el Altiplano de Guatemala para la alimentación y nutrición de la población local incluye maíz (*Zea Mays*) y varias leguminosas de grano, como el frijol

común (*P. vulgaris*), el frijol pilloy (*P. coccineous*), lentejas (*Lensesculenta*), garbanzos (*Cicer arietinum*) y el haba (*Vicia faba*). Son los productos que forman el bulto de la dieta. Sin embargo, debido a las condiciones ambientales y climáticas, la agricultura del Altiplano de Guatemala se está diversificando en la producción de verduras y frutas para fines de exportación.

Muchas de estas nuevas verduras, sin embargo son consumidas con poca intensidad por la población local y alguna fracción de lo que no se exporta se mercadea en los supermercados de las regiones urbanas. Sin embargo, cantidades variables quedan en el país. Un ejemplo lo constituye la arveja china. En 1996 alrededor de 13-14 millones de libras no se pudieron exportar y muy poco de eso se pudo utilizar. Así mismo, otros granos de leguminosas inmaduras producidos en el altiplano son el ejote francés, la arveja común, la arveja dulce y otros (de MacVean, 2002). Estos materiales no exportables o no comercializados a nivel nacional, pueden entonces ser materia prima para la elaboración de alimentos procesados para el consumo nacional (Urizar y Bressani, 1999; Alvarado, 1995). Una situación similar ocurre con otras verduras producidas en la región.

El desarrollo agroindustrial es una actividad que es fundamental en el desarrollo socioeconómico y nutricional para la población rural del Altiplano de Guatemala (Bressani, 1992). Las agroindustrias a ser desarrolladas deben de estar dirigidas a resolver los principales problemas de la población que vive en la región tanto los productores como los usuarios. Estos problemas incluyen la ampliación de utilización de los productos

de la agricultura regional como un estímulo para el agricultor y el acceso de esos productos al consumidor. Así mismo otro problema es el de proporcionar a la población en general y a la población infantil y escolar en particular alimentos complementarios con el fin de lograr una mejor nutrición.

Varios alimentos complementarios con materia prima local se han desarrollado en el pasado. Una mezcla de maíz a un nivel del 70% con frijol al 30% da un producto con más o menos 12% de proteína de una calidad nutritiva superior a la del maíz y a la del frijol (Bressani y col. 1962, Bressani 1983). Estas mezclas pueden ser mejoradas nutricionalmente con el agregado de 5% de harina de bleado, chipilín o hierba mora así como también de harina de arveja china (Bressani, 1983). El efecto de estos suplementos vegetales puede bien explicarse en base al aporte que hace a la dieta basal en minerales y vitaminas y en aminoácidos (Contreras y col. 1981). En otros estudios se han encontrado efectos de interés al utilizar alimentos tales como los maíces de alto valor proteico como el maíz QPM (Bressani y Elías 1969). Otro suplemento sumamente efectivo por lo menos en mezclas de harina de trigo y de frijol ha sido la harina de ajonjolí (Hoojjat y Zabik 1984). En todo caso los alimentos complementarios deben de ajustarse a un nivel de 15% de proteína, 400 cal/100 g y una calidad proteínica alta de acuerdo al Codex Alimentarius (FAO/OMS 1994). Muchos de los productos indicados han sido de harinas de frijol producidos por cocción húmeda y luego se someten a extrusión. Sin embargo, lo mismo se puede lograr con harinas de frijol que han sido producidas por cocción extrusión (Pak y Araya

1981). Además de frijol común (*P. vulgaris*), otras leguminosas de grano que se han utilizado son el gandul (*Cajanus cajan*) sin cáscara, solo y en mezclas con arroz (Elias y col. 1989, Calderón y col. 1992, Mueses y col. 1993a, Mueses y col. 1993b) el piloy (*P. coccineous*) (Calderón y col. 1992) y el frijol cowpea (IITA 1985, Almeida-Domínguez y col. 1993).

La base de estos alimentos es la formulación con un cereal que en este caso es maíz y de leguminosas de granos secos, o inmaduros secos en una relación por peso de 7/3. Además se suplementarían con fuentes de proteínas locales de alto contenido de proteína, aceite y aminoácidos azufrados como el ajonjolí o la semilla de chilacayote o petitoria y también soya. Los alimentos complementarios se formularon en base a las sugerencias del Codex Alimentarius (1994). El objetivo general fue el de desarrollar alimentos complementarios con materia prima regional para alimentación humana que pueda implementarse en varias regiones de Guatemala.

Materiales y Métodos

Localización: la investigación analítica se llevo a cabo en los laboratorios del Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, de la Universidad del Valle de Guatemala, mientras que las evaluaciones nutricionales en el Bioterio localizado en el INCAP. Algunas pruebas sensoriales se llevaron a cabo en el Campus de la UVG en la Ciudad de Guatemala y otras en el Campus de Sololá.

Los materiales utilizados fueron el maíz y las leguminosas de grano comunes, el piloy (*P. coccineous*), el haba (*V. fava*). Entre los materiales tipo verdura, se emplearon la arveja dulce, la arveja china, el haba tierna y el ejote.

La caracterización química de la materia prima así como la de productos intermedios y finales se hicieron por los métodos oficiales de la AOAC (1984) e incluye humedad, proteínas, grasa, fibra dietética, ceniza y carbohidratos por diferencia. La aceptabilidad sensorial se midió por los métodos convencionales usando paneles sensoriales no entrenados de acuerdo a la metodología de Wittig de Penna (1981). La calidad de la proteína se midió por el método PER en ratas Wistar recién destetadas (UNU 1980) y la digestibilidad de la proteína por medio de balance de nitrógeno (UNU 1980).

Procedimiento

1. La primera actividad a ejecutar fue la de recolectar información de disponibilidad así como de muestras de las materias primas para el desarrollo del estudio. Entre 3 a 4 muestras por cada grano se trajo al laboratorio para su análisis proximal.
2. Los granos luego fueron procesados para producir ingredientes intermedios. En el caso del maíz este fue molido en crudo o tostado ligeramente y luego molido en una harina a 60 mesh. Las leguminosas de grano maduras (piloy, haba) fueron remojadas por 14-16 horas, cocidas por 30 minutos a presión atmosférica y luego deshidratadas a una humedad de 6 – 8%. Las verduras como la arveja china, arveja dulce, ejote común y ejote francés se sometieron a un escaldado y luego a deshidratación para luego convertirlas en harinas. Todos estos productos fueron sometidos al análisis proximal.
3. Formulación. La formulación de los alimentos complementarios se hizo de acuerdo a los contenidos de proteína, calorías, grasa y calidad de la proteína sugeridos por el Codex Alimentarius (1994) para alimentos complementarios de no menos de 15% de proteína total y no menos de 400 kcal/100 g con alrededor de 8 g de aceite/100 g. La calidad de la proteína debe ser por lo menos un 85% del valor de caseína (FAO/OMS 1980). Pequeñas cantidades de cada formulación fueron preparadas para fines de confirmar su contenido de proteína y grasa.
4. Presentación de los alimentos complementarios. Con el propósito de diversificar la utilización para el consumo de los alimentos complementarios se propuso desarrollar 3 presentaciones aunque fueran formulados con los mismos ingredientes. Generalmente los alimentos complementarios se ofrecen como harinas precocidas para consumirlas como atoles y/o papillas. Son harinas que se mezclan con agua y azúcar y se cocinan previo su ofrecimiento al niño. Esta fue una opción de presentación. Una segunda opción fue similar a la anterior, sin embargo la idea fue la de preparar el alimento complementario como harina compuesta deshidratada como la base de una sopa y la tercera opción fue el de una presentación como el “Minestrone” en donde algunos de los ingredientes mantienen su forma original y se consume como sopas. Los detalles de estos productos se presentaran en la sección de resultados.

5. Evaluación sensorial y caracterización físico/química de los productos. Los alimentos complementarios fueron evaluados por sus características fisicoquímicas y nutricionales. Las pruebas realizadas fueron los contenidos de humedad, grasa y proteína, además de granulometría, viscosidad, absorción de agua y sólidos solubles, para luego pasar a pruebas sensoriales con personas en Sololá (Wittig de Penna 1981). Para las pruebas sensoriales se llevaron a cabo tomando en cuenta las costumbres de la población y formas de consumo de los alimentos en la familia. Los controles para esta parte del estudio fueron las sopas deshidratadas de venta en los supermercados.

6. Evaluación Nutricional. Los productos complementarios mas aceptados desde el punto de vista químico, físico y sensorial fueron sometidos a una evaluación biológica con ratas Wistar recién destetadas como animal experimental. La prueba de calidad proteínica fue el PER, llevado a cabo con dieta a un 10% de proteína. Se utilizo caseína como proteína de referencia (UNU 1980). Al final del

estudio se llevo a cabo un estudio de digestibilidad de la proteína en el alimento. Las dietas experimentales proporcionaron 10% de proteína de la fórmula del alimento y se suplementaron con vitaminas y minerales (Dyets, Inc. 1999)

7. Transferencia de tecnología. El objetivo final de este proyecto era poder ofrecer indicaciones y sugerencias de la tecnología a usar, a grupos interesados de la región. Incluyo el diseño de una planta industrial para suplir el alimento a la población objetivo. Así mismo se propuso una producción a nivel de hogar.

Resultados

Varias visitas se efectuaron en los mercados municipales de Panajachel y otros con el fin de observar la clase de alimentos disponibles y la adquisición de los mismos. Las muestras fueron clasificadas en varios grupos siendo el primero el de cereales y leguminosas de grano secas. La Tabla 1 presenta los valores analíticos de composición química proximal de maíz blanco, amarillo y negro así como también los del piloy rojo (*P. coccineous*) y el de habas (*Vicia faba*).

Tabla 1

Composición química promedio de muestras de maíz y leguminosas de grano seco (g %)*

Muestras	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasas	Fibra Dietética
Maíz blanco	13.47 ± 0.26	1.54 ± 0.01	10.10 ± 0.31	4.40 ± 0.25	1.53 ± 0.18
Maíz amarillo	10.60	1.30	9.40	4.30	1.51
Maíz negro	12.96	1.21	8.15	5.60	1.49
Piloy Rojo	2.05 ± 0.08	7.76 ± 0.28	19.75 ± 1.02	1.15 ± 0.01	5.03 ± 0.64
Haba	2.24 ± 0.06	4.46 ± 0.21	25.85 ± 1.18	1.47 ± 0.04	15.71 ± 3.48

* En base a la humedad indicada.

Los valores de los 3 maíces son similares a los informados en otros estudios y por otros autores. Según la tabla, solo se analizó una muestra de maíz amarillo y de maíz negro, por lo que no pueden compararse con certeza. Con respecto a los frijoles secos el haba contenía 25.85% de proteína, mientras que el piloy 19.75%.

Un segundo grupo de muestras fue el de leguminosas inmaduras que son consumidas en ese estado fisiológico. Los datos se describen en la Tabla No. 2. Las muestras en su estado natural fueron escaldadas por 30 minutos o hasta cuando ya no daban positivo por la prueba de peroxidasa. Luego las muestras fueron deshidratadas a 65°C y después molidas. Los datos muestran que estas harinas contienen niveles relativamente altas de proteína, variando de 20.12% en el ejote a 28.80 en el de haba inmadura. La arveja dulce también contiene niveles altos de proteína. Sin embargo, los 4 materiales contenían niveles relativamente altos de fibra dietética.

Tabla 2

Composición química promedio de veredas tipo leguminosas de grano inmaduras g % peso seco

Muestras	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasas	Fibra Dietética
Arveja China	6.41 ± 0.11	3.83 0	25.49 ± 0.51	1.16 ± 0.36	5.47 ± 0.42
Haba Inmadura	8.06 ± 0.45	5.24 ± 0.31	28.80 ± 0.42	1.71 ± 0.13	13.77 ± 0.20
Arveja Dulce	5.87 ± 0.15	4.75 ± 0.01	27.33 ± 0.36	2.65 ± 0.42	10.63 ± 0.56
Ejote	8.86	7.11	20.12	2.69	8.34

Datos de composición química de otros alimentos potenciales para el desarrollo de alimentos complementarios se presentan en la Tabla 3. Estos datos corresponden a semillas oleaginosas como las de ajonjolí, así como las semillas obtenidas de otros productos hortícolas como son las de ayote o del chilacayote.

Tabla 3

Composición química promedio de semillas con alto contenido de aceite, g % peso seco

Muestras	Humedad	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra Dietética
Semillas de Ayote	5.57 ± 0.06	23.07 ± 1.46	35.92 ± 0.05	8.32 ± 0.05	26.31 ± 1.08
Semillas de Chilacayote	2.64 ± 0.10	21.11 ± 1.20	41.45 ± 2.08	4.36 ± 0.03	24.45 ± 0.36
Ajonjolí	2.82 ± 0	20.53 ± 0.46	63.43 ± 1.16	2.64 ± 0.04	8.07 ± 0.10

Como lo muestra la Tabla 3, el contenido de proteína es tan alto como el de las leguminosas de granos secos o inmaduros/secos. De interés es el alto nivel de aceite que contienen variando de 35.9% a 63.4% en ajonjolí. Estas semillas, en especial las de ayote y las del chilacayote deben de ser estudiadas con mayor intensidad pues no se conoce mucho sobre ellas y son de amplios y variados usos en la cocina guatemalteca. El nivel de aceite en el ajonjolí fue alto probablemente debido a que el grano ya no contenía su cáscara.

Formulación de Alimentos Complementarios

Los resultados de estudios biológicos (Bressani 1983) mostraron que existe un efecto proteico complementario entre las proteínas de granos secos de leguminosas de grano y los cereales. En general, los alimentos complementarios se formulan de modo que deben contener un contenido de proteína no menor al 15% con un nivel de energía no menor de 380 cal por 100 g (FAO/OMS 1994). En base a estas consideraciones y utilizando los valores analíticos de las materias primas potenciales discutidas anteriormente, se han formulado varios alimentos complementarios que se presentan en la Tabla 4 con leguminosas de grano maduras. Estas se utilizarían como atoles como ya fuera indicando.

Tabla 4

Composición de ingredientes en alimentos complementarios a ser consumidos como atol (g %) peso seco

Ingredientes	Formula No.			
	1	2	3	4
Harina de maíz procesada	60	60	60	60
Harina de frijol de piloy procesada	25	25	15	15
Harina de haba seca procesada	-	-	10	10
Harina de soya (50% proteína)	5	5	5	5
Pepitoria o semilla ayote	10	-	10	-
Ajonjolí	-	10	-	10
% Proteína	15.3	15.1	15.6	15.4
Calorías/100 g	434	450	435	448
% Grasa	6.8	9.5	6.8	9.3

La Tabla 5 muestra ejemplos de formulaciones de cereales y leguminosas de grano inmaduras a ser consumidas como sopas o cremas.

Tabla 5

Composición de ingredientes de alimentos complementarios para ser consumidos como sopas o cremas, g % peso seco

Ingredientes	Formulas No.			
	1	2	3	4
Harina de Maíz procesada	50	50	50	50
Harina Arveja China Procesada	40	-	-	-
Harina Arveja Dulce Procesada	-	40	-	-
Harina Ejote Frances Procesado	-	-	40	-
Harina Haba Inmadura Procesada	-	-	-	40
Ajonjolí Entero – Harina sin cáscara	10	10	10	10
% de Proteína	16.9	16.9	17.7	17.7
Calorías/100 g	439	439	440	440
% de Grasa	9.0	9.0	9.0	9.0

El tercer grupo de fórmulas se describe en la Tabla 6 presentando sus diferentes ingredientes. En este caso se utilizó maíz nixtamalizado, arroz precocido transformado en harina, harina de trigo en la forma de pasta (tallarines) y por ultimo un maíz fortificado con 8% de soya (Bressani, 1997). Este último se produjo de harina nixtamalizada de maíz (92%) y 8% de soya (50% de proteína), mezcla que fue convertida en tortillas pequeñas de 1.0 – 1.5 cm de diámetro. Luego fueron fritas por 40 – 50 segundos en aceite y finalmente deshidratadas. La composición de ingredientes de este tercer grupo de describe en la Tabla 6.

Tabla 6

Composición de ingredientes de formulaciones de alimentos complementarios designadas para consumo como sopa con ingrediente en pequeños trozos, g % peso seco

Ingredientes	Formula			
	Maíz*	Arroz*	Trigo*	Maíz Fortificado**
Cereales	50	50	50	50
Proteína Texturizada de Soya	10	10	10	10
Arveja Dulce	30	30	30	30
Zanahoria	10	10	10	10
	100	100	100	100

* Maíz como tortilla frita, arroz procesado, trigo como tallarines

** Maíz fortificado con 8% de soya. Producto finito.

Las leguminosas de grano inmaduras (arveja, ejote) utilizadas en las formulaciones a ser utilizadas como sopas fueron procesadas por medio de un tratamiento de vapor seguido por deshidratación. Es de interés indicar que la mezcla de cereal con leguminosas como esta indicado en las Tablas 4, 5 y 6 es deficiente en el aminoácido metionina. Por tal razón se utilizó el ajonjolí que contiene una proteína alta en aminoácidos azufrados además de proporcionar aceite de buena calidad. Las harinas de leguminosas utilizadas en las formulaciones de la Tabla 5 contenían 26.0, 27.0, 28.0% de proteína para arveja china, arveja dulce y la harina de haba tierna. Todas las formulas ya en la práctica llevarían un suplemento vitamínico mineral (FAO/OMS 1994) y las fórmulas a ser utilizadas como sopas llevarían saborizantes para simular sopas.

Evaluación Biológica de los Tres Grupos de Alimentos Complementarios

Los alimentos complementarios descritos en las secciones anteriores fueron sometidos a una evaluación biológica con ratas como ya fuera descrito (Pellet & Young, 1980).

El procedimiento seguido fue el mismo para todos los diferentes ensayos. Un total de 3000 g de cada fórmula fue preparada para que las dietas contuvieran 10% de proteína. Las dietas fueron suplementadas con 4% de mezcla mineral (Dyets Inc. 1999), 5% de aceite vegetal y 1% de mezcla vitamínica completa (Dyets Inc. 1999). La diferencia a 100% se realizó utilizando almidón de maíz. Las dietas fueron analizadas por su contenido de proteína para fines de calcular el índice de eficiencia proteínica. Durante el estudio la dieta se ofreció ad libitum poniendo cada rata en jaulas individuales.

Los datos biológicos de la evaluación de los alimentos diseñados a ser consumidos como atoles se describen en la Tabla 7.

Tabla 7

Calidad de la proteína de alimentos complementarios a ser usados como atoles

Alimento Complementario	Aumento a Peso Promedio, g**	Alimento Consumido, g	Indice de Eficiencia Proteica**	Calidad de la Proteína % de Caseína
Formula 1*	116 ± 20	347 ± 33	3.37	96.3
Formula 2*	112 ± 17	331 ± 24	3.24	92.6
Formula 3*	113 ± 14	323 ± 14	3.37	96.3
Formula 4*	104 ± 18	330 ± 39	3.09	88.8
Caseína	112 ± 16	320 ± 12	3.50	100.0

* Ver Tabla 6

** Por 21 días de estudio

La calidad proteínica de las 4 fórmulas es aceptable. Es de interés indicar que la fórmula 1 y las 3 llevan ajonjolí, mientras que la 2 y la 4 llevan pepitoria.

En este ensayo se sometió a prueba harina de haba tierna, de arveja y de arveja china a un nivel del 10% junto con 15% de harina de frijol piloy para un total de leguminosas de grano del 25%. Los resultados biológicos están resumidos en la Tabla 8.

Tabla 8

Valor proteico del reemplazo parcial de harina de piloy cocido por 10% de harinas escaldadas de haba tierna, arveja común y arveja china

Ingrediente	Aumento en Peso Promedio, g*	Alimento Consumido, g	Proteína Ingerida, g	PER*	% de Caseína
Harina Frijol Piloy – 5	116 ± 20	347 ± 33	34.2	3.39	96.6
Harina Haba Tierna – 10	122 ± 12	344 ± 24	36.1	3.38	96.3
Harina Arveja Tierna – 10	122 ± 13	341 ± 22	35.3	3.46	98.6
Harina Arveja China – 10	88 ± 18	300 ± 39	30.1	2.92	83.2
Caseína	94 ± 20	288 ± 41	26.8	3.51	100

* 21 días

Es de interés indicar que la sustitución parcial de 10% de harina de piloy por harina de haba tierna y de arveja tierna no redujeron la calidad nutricional de las formulaciones; no así donde se utilizó harina de arveja china. Posiblemente el nivel de fibra de la arveja china redujo el consumo y consecuentemente el aumento en peso de los animales. Vale la pena indicar que en base a estos datos el efecto complementario de las leguminosas inmaduras es similar si no un poco superior al de las leguminosas secas.

La evaluación biológica de las fórmulas diseñadas a ser consumidas como sopas se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

Calidad de la proteína de los alimentos complementarios a ser usados como sopas

Alimento Complementario	Leguminosa de Grano Inmadura	Aumento en Peso, Promedio g	Alimento Consumido, g	PER	Calidad Proteica % Caseína	Digestibilidad de la Proteína %
Fórmula 1	Arveja China	55	277	1.99	69.8	81.3
Fórmula 2	Arveja Dulce	70	347	2.62	91.9	82.2
Fórmula 3	Ejote Frances	74	317	2.23	78.2	78.9
Fórmula 4	Haba Tierna	90	349	2.39	83.8	85.3
Caseína	-	126	342	2.85	100.0	93.5

Como se puede observar en la Tabla 9, tanto la arveja china como la del ajote francés dieron los índices de calidad proteínica más bajos, aunque no son desventajosas. La arveja dulce dio el mejor producto desde el punto de vista proteico. La digestibilidad de la proteína fue alta para todas las formulaciones. Finalmente, los resultados de la evaluación biológica de los alimentos complementarios en partículas grandes simulando Minestrone se describen en la Tabla 10 para los cuatro productos.

Tabla 10

Calidad de la proteína de alimentos complementarios a ser consumidos como sopa con ingredientes enteros

Alimentos Complementarios	Promedio Peso Ganado, g	Alimento Promedio Consumido, g	Indice de Eficiencia Proteica	Calidad de la Proteína, Caseína	Digestibilidad de la Proteína %
Maíz	118	388	2.65	92.0	81.7
Arroz	129	416	2.43	84.4	82.9
Trigo (Tallarines)	96	328	2.42	84.0	79.9
Maíz + 8% Soya	117	397	2.67	92.7	88.0
Caseína	129	395	2.88	100.0	93.4

La calidad proteínica de los 4 productos fue bastante atractiva con valores que variaron de 2.42 a 2.67 en PER y con digestibilidad proteica aparente de 80 a 88%. La calidad proteica del producto estuvo condicionada por el cereal, pero las 4 fueron de calidad relativamente alta.

Composición Química Proximal de los Alimentos Complementarios

Una vez determinada la calidad de la proteína de los alimentos complementarios de cada aplicación alimentaria (atol, sopa y sopa de partículas grandes) se procedió al análisis químico de estos alimentos. Los datos se describen en la Tabla 11, 12 y 13.

La Tabla 11 resume los datos de los cuatro productos a ser consumidos como atoles.

Tabla 11

Composición química proximal de los alimentos complementarios a ser consumidos como atoles (g %) base seca

Formula No.	Humedad	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra	Carbohidratos
1	8.42 ± 0.05	13.49 ± 0	8.68 ± 0.19	4.94 ± 0	2.38 ± 0.91	64.47
2	8.39 ± 0.16	13.40 ± 0.26	7.54 ± 1.22	5.42 ± 0	2.72 ± 0	65.25
3	8.93 ± 0.45	12.20 ± 0.01	10.39 ± 0.71	4.89 ± 0	2.90 ± 0.08	63.63
4	8.48 ± 0.13	14.10 ± 0.23	7.26 ± 0.75	5.07 ± 0	1.36 ± 0.25	65.09

Los carbohidratos fueron obtenidos por diferencia. El único problema con estos 4 alimentos es que no alcanzaron llegar al mínimo del contenido proteico recomendando del 15%. Por tal razón se consideró importante incrementar el nivel de harina de soya (50% de proteico) de un nivel del 5 al 10%, lo cual contribuirá con 2.5 g mas de proteína suficiente para llenar el mínimo requerido. Para estos fines habría que reducir el nivel de maíz de 60% a 55%, de tal manera que la composición de ingredientes sería la siguiente: harina de maíz 55, harina de frijol piloy 25, harina de soya 10 y harina de ajonjolí 10.

Los datos de composición química proximal de los alimentos complementarios a ser consumidos como sopas se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12

Composición química proximal de alimentos complementarios a ser consumidos como sopas (g %) base seca

Formula No.	Humedad	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra	Carbohidratos
1	9.43 ± 0.47	17.46 ± 0.30	8.44 ± 0.31	2.60 ± 0.02	11.81 ± 0.25	62.06 ± 0.51
2	8.85 ± 0.09	17.78 ± 0.05	8.94 ± 0.48	2.51 ± 0.03	10.16 ± 0.26	61.92 ± 0.36
3	8.31 ± 0.13	18.24 ± 0.27	8.68 ± 0.32	2.59 ± 0.05	10.28 ± 0.06	62.19 ± 0.97
4	8.61 ± 0.05	17.40 ± 0.23	8.42 ± 0.42	3.21 ± 0.02	11.63 ± 0.09	62.36 ± 0.11
Comercial	6.48 ± 0.12	14.78 ± 0.12	5.15 ± 0.12	13.18 ± 0.21	-	60.41 ± 0.33

Este grupo de alimentos complementarios se ajustó mucho mejor que el grupo anterior a las recomendaciones del Codex (FAO/OMS 1994) para alimentos complementarios. La tabla muestra la composición química de una sopa comercial, la cual contiene un poco menos de proteína que las 4 formulaciones de este estudio y un poco menos de grasa. Sin embargo contiene niveles altos de cenizas, posiblemente de las sales que se le adicionan como saborizante para el consumo. Por otro lado no contienen fibra a diferencia de las del estudio que si la contienen. Este es un punto de interés nutricional, ya que en el caso del estudio, además de ingerir varios nutrientes también se consume una cantidad de fibra dietética en la sopa, lo cual tiene un beneficio en salud.

La Tabla 13 resume los valores analíticos del último grupo de 4 formulaciones a ser consumidos como sopas tipo minestrone.

Tabla 13

Composición química proximal de alimentos complementarios a ser consumidos como sopas con ingredientes con particular enteras, g % base seca

Formula No.	Humedad	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra
1 Maíz	8.71 ± 0.05	19.73 ± 0.17	2.79 ± 0.17	3.55 ± 0.05	9.41 ± 0.32
2 Arroz	7.50 ± 0.39	20.46 ± 0.26	1.16 ± 0.09	2.21 ± 0.15	7.56 ± 0.25
3 Trigo	7.37 ± 0.01	21.18 ± 0.24	1.17 ± 0.08	2.46 ± 0.02	10.78 ± 0.19
4 Maíz Soya	8.65 ± 0.07	21.79 ± 0.16	2.67 ± 0.54	3.78 ± 0.06	11.37 ± 0.21
Minestrone	4.80	20.0	7.8	13.8	-

En este grupo de formulaciones se nota el alto contenido de proteína que es muy parecido a la proteína de un “minestrone”, sin embargo el contenido de cenizas son bajos, así como el de grasa. En el caso de las cenizas el valor alto del producto comercial se debe talvez a las sales que se adicionan para el consumo. Lo que se debe mejorar es el contenido de grasa.

Discusión

El objetivo general de esta investigación fue el de analizar recursos de la producción agrícola de una región en Guatemala, con el propósito de utilizarlos en la formulación de alimentos complementarios para la alimentación y nutrición de la población en general y de la población infantil en particular, que como se ha publicado padecen de deficiencias nutricionales tanto de micro como de macro nutrientes. El propósito también fue el de ofrecer medios en los referente a la transformación de la tecnología.

Visitas efectuadas a mercados regionales en Sololá indicaron que la región tiene una relativa gran diversidad de alimentos, la mayor parte de los cuales muy pocas veces los consumen en la familia y mucho menos para la población infantil.

Entre los productos agrícolas se encuentra el maíz, que como es conocido, es el cereal básico de la población, que lo transforman en tortilla proporcionando cantidades significativas de nutrientes en forma desbalanceada ya que la calidad nutritiva de la tortilla es bastante pobre en particular para los niños. Además del maíz (blanco, amarillo y negro) se encontró relativamente bastante piloy (*Phaseolus coccineous*)

y frijol común, leguminosas que son los complementos proteínicos del maíz, ya que contienen entre 22 – 23% de proteína, en comparación con 8 – 9% en el maíz y más aun el patrón de aminoácidos esenciales es muy bueno con niveles altos de lisina y triptófano, que son altamente deficientes en la proteína del maíz. Sin embargo, la proteína del frijol y leguminosas en general es deficiente en aminoácidos azufrados.

Fue de mucha importancia observar en los mercados varias clases de leguminosas como fueron la arveja china, ejote francés, haba tierna y arveja dulce. Desafortunadamente la población no consume estos alimentos regularmente, los cuales son producidos para fines de comercialización y exportación y es muy probable que lo que se vio en los mercados son remanentes de los productos exportados. En estas leguminosas inmaduras se detectaron niveles altos de proteína como los niveles de las leguminosas de grano secas discutidas anteriormente. Por su estado fisiológico inmaduro son mejor utilizados biológicamente que las semillas secas por menor diferenciación celular y que además contienen mayores niveles de otros nutrientes, como por ejemplo vitaminas. Así mismo, estas semillas inmaduras complementan bien la proteína de los cereales, tal y como lo hacen las leguminosas ya maduras (Bressani y col. 1962 y Bressani 1983). En un estudio previo con gandul tierno, se encontró que este suplementaba muy bien la proteína del maíz (Bressani 1989, Bressani 1993).

Además de los alimentos ya discutidos se encontró en los mercados semilla de chilacayote y de pepitoria, semillas

oleaginosas muy poco estudiadas en Guatemala.

En base a los resultados analíticos así como también en base a sugerencias del Codex Alimentarius de FAO/OMS sobre alimentos complementarios, se formularon diversas fórmulas que se catalogaron en 3 grupos de 4 fórmulas cada uno en base al uso que se les desea dar. Un grupo se diseñó para ser servido como atol dulce, el segundo muy parecido al primero se diseñó para ser utilizado como sopas y el tercero se diseñó para que fuera consumido como "Minestrone" que son sopas con los ingredientes con su forma original o en pedazos de tamaño pequeño.

Para la formulación se utilizó el resultado de estudios de complementación proteica entre leguminosas de grano y cereales (Bressani y col. 1962 y Bressani 1983). Esos estudios indican que estos alimentos se complementan proteicamente cuando cada uno de los dos ingredientes aporta el 50% de la proteína de la mezcla. Esto traducido en peso es igual a 30 g de frijol o leguminosas inmaduras secas y 70 g de cereal (Bressani 1983). Esta mezcla por lo general solo ofrece entre 13 a 14 g por ciento de proteína y alrededor de 350 calorías por 100 g, por lo que es necesario suplementarla. Además la mezcla es deficiente en aminoácidos azufrados. Para corregir el problema la cantidad de calorías y la calidad de la proteína se logra agregando alrededor del 10% de ajonjolí, que aporta energía como aceite y la proteína con metionina (Hoojjat y Zabik 1984). Para el ajuste de proteína total se puede utilizar harina de soya desgrasada. Ya la fórmula final sería suplementada con vitaminas y minerales (FAO/OMS 1994).

En base a lo anterior se formularon 4 alimentos complementarios a ser utilizados como atoles dulces. Estas 4 formulaciones demostraron ser de alta calidad proteínica de acuerdo a resultados biológicos de eficiencia proteínica. Se observó sin embargo que no llenaban las cantidades de proteína por lo cual se sugirió incrementar el nivel de soya de 5 a 10% y reducir la del cereal de 60 a 55. Los productos fueron evaluados por aceptabilidad, encontrando que en general eran productos aceptables con algunas limitaciones. Vale la pena recordar que estas 4 formulaciones fueron hechas de harinas de maíz nixtamalizado y las harinas cocidas de piloy como base, ajonjolí y soya como suplementos de energía y proteína. Fue de interés observar de los estudios biológicos que las formulaciones con harinas de semilla de chilacayote y pepitoria no fueron tan buenas como las de ajonjolí, sugiriendo esto la necesidad de estudiar estos ingredientes dada la importancia que tienen en la cultura de alimentación de Guatemala.

El siguiente grupo de formulaciones, diseñado en base a un 70% de cereal y un 30% de leguminosas inmadura seca, dieron productos alimenticios de alto contenido de nutrientes y de alta calidad proteínica. Estas formulaciones se diseñaron para ser consumidas como sopas ya que un componente, la leguminosa de grano inmadura es en general consumida como verdura cocida. La sopa no es muy común como alimento pero tampoco es desconocido ya que hay varias sopas populares en el país. Estas formulaciones se evaluaron desde el punto de vista físico químico y se asemejan bastante a los valores de una

sopa deshidratada comercial. Para implementar estos hallazgos, con un programa de extensión de economía del hogar se podría lograr. Por el otro lado se pueden producir industrialmente.

Un aspecto de interés es que las 4 formulaciones del estudio contenían relativamente altos niveles de fibra dietética no así la sopa comercial, lo cual podría ser un aspecto de interés en los productos del presente estudio, ya que si es recomendable sugerir cantidades adecuadas de fibra dietética.

Finalmente las últimas 4 formulaciones fueron diseñadas de acuerdo a los conceptos ya discutidos en relación al nivel de cereal y leguminosas, pero se introdujo la idea de utilizar ingredientes de tamaño relativamente grande (no harina) y utilizar verduras que en el presente caso fue zanahoria.

Como cereal se utilizó tortillas pequeñas fritas, con y sin el agregado del 8% de soya. La forma era redonda de un diámetro aproximado de 1.5 a 2.0 cm.

Pero podría ser maíz QPM de alto valor proteínico inmaduro y seco (Quality Protein Maize, 1994). Para incrementar el contenido de proteína se utilizó la proteína texturizada de soya y como leguminosa la arveja dulce con el agregado también de zanahoria. La composición química fue bastante buena así como la calidad de la proteína y su digestibilidad. Se recomendó su consumo como sopa tipo Minestrone, alimento dirigido al adulto, aunque licuado puede usarse en niños. Las pruebas sensoriales fueron positivas y quedará para describir un método para su utilización en la dieta. Esto podría lograrse con un producto comercial de ingredientes deshidratados impregnados de sabores (res, pollo, pescado) y que

llevaran buena nutrición. Así mismo el producto podría introducirse a través de programas de educación al hogar. En todo caso es un tema que se le debe dar seguimiento ya que el campo ofrece materias primas y es responsable de la población hacer el mejor uso posible de esto.

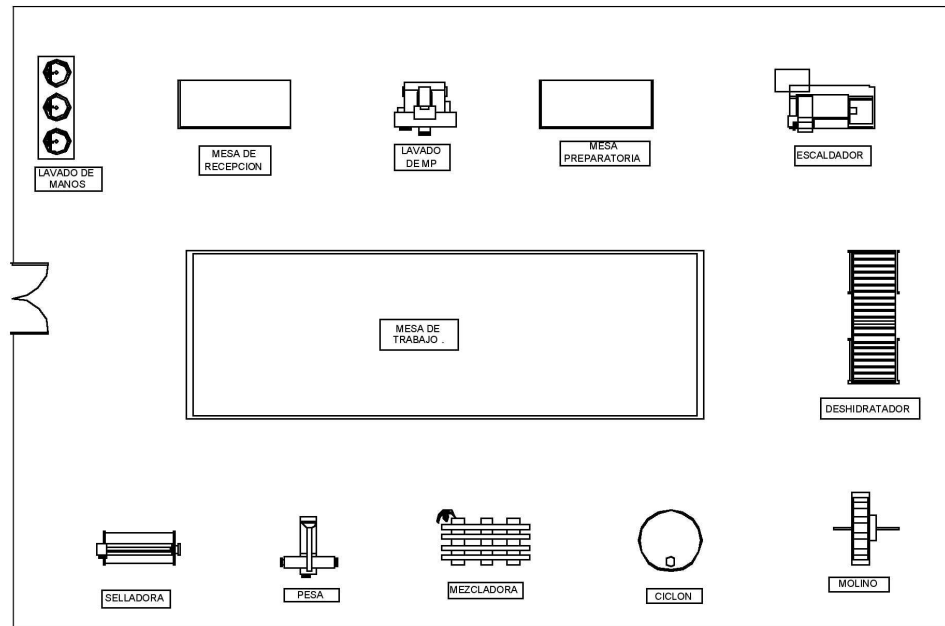
Una de las intenciones de este proyecto fue el de buscar mecanismos para la transferencia de la tecnología desarrollada a favor de la población rural de Sololá, una con alta prevalencia de problemas nutricionales en Guatemala. Como ya fuera indicado, se formularon un total de 12 productos que se distribuyeron en 3 grupos de acuerdo al modo de consumo sugerido de 4 productos cada grupo. El primero consistió en formulaciones convencionales de alimentos complementarios a ser producidos de mezclas de maíz, con leguminosas secas soya y ajonjolí para fines de obtener especificaciones nutricionales recomendadas. Aunque existen varias posibilidades de procesamiento, para este grupo se seleccionó como procesamiento principal la cocción-extrusión. Morales Sandoval (2006) diseñó una planta industrial para producir estos tipos de alimentos complementarios que se espera poder estudiar en el futuro.

Un segundo grupo de 4 mezclas nutritivas fueron diseñadas para su consumo como sopas. No hay duda que estas podrían ser producidas por un proceso similar al indicado en el párrafo anterior con extrusión el principal proceso de conversión, sin embargo se ha propuesto producir este tipo de alimento a una escala mucho menor pero con equipo más propio de una planta piloto

de procesamiento de alimentos como se indica en la Fig. 1 y que fuera operado por alguna asociación de personas de la región. Este modelo esta descrito en el trabajo de Villatoro (2007).

Figura 1

Planta piloto de procesamiento de alimentos



Finalmente, el tercer grupo de 4 formulaciones, también podría ser producido por cualquiera de las dos propuestas de procesos descritos anteriormente, sin embargo, aquí se sugiere la posibilidad de transferir esta tecnología a nivel del hogar por los métodos convencionales de la economía del hogar que ha funcionado muy bien en otros países. Estas posibilidades fueron descritas por Alvarado (2007) y en la Fig. 2 se muestra un diagrama de flujo del proceso y en la Fig. 3 los productos.

Figura 2

Diagrama de flujo del proceso casero de sopa de tortilla a base de maíz y soya

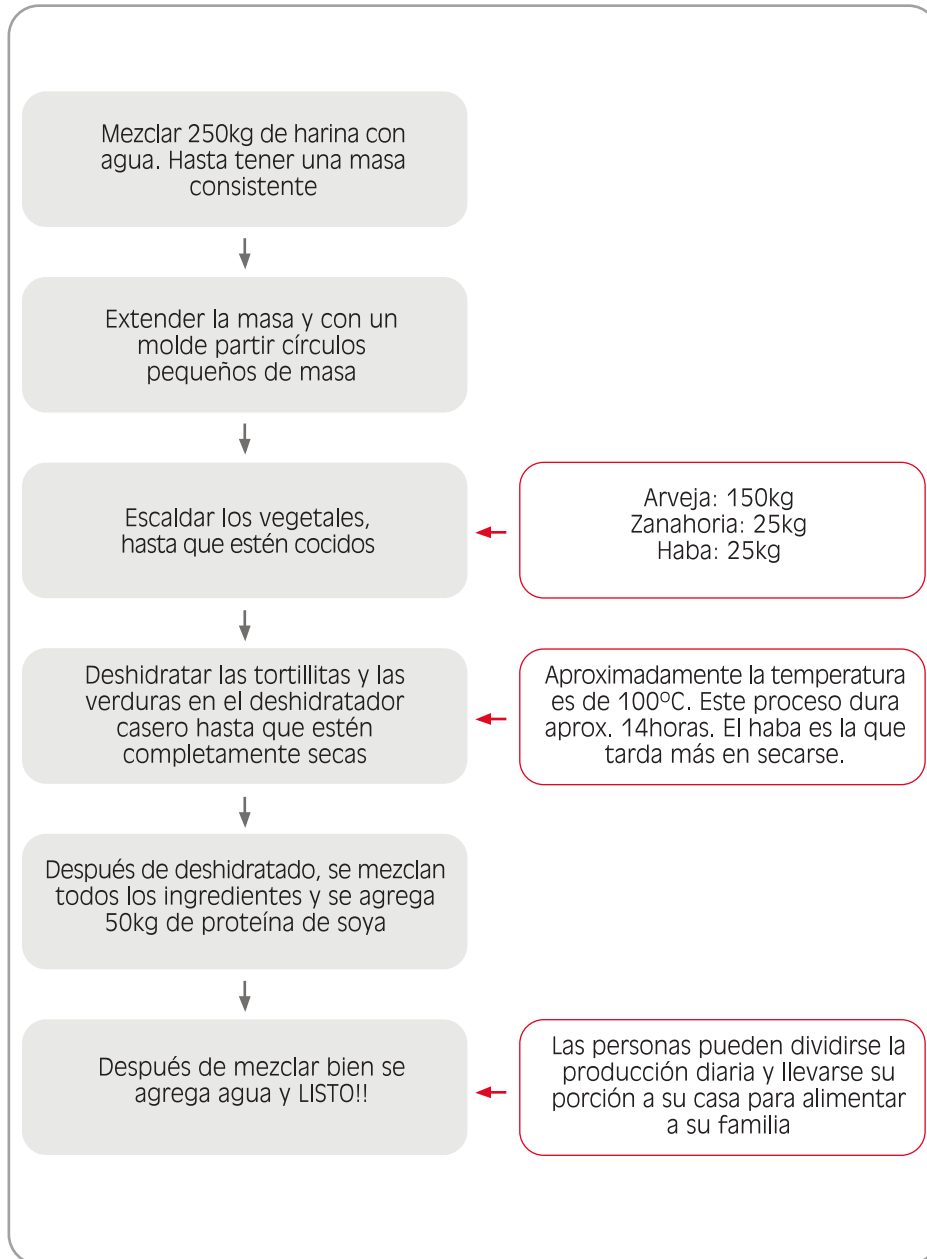
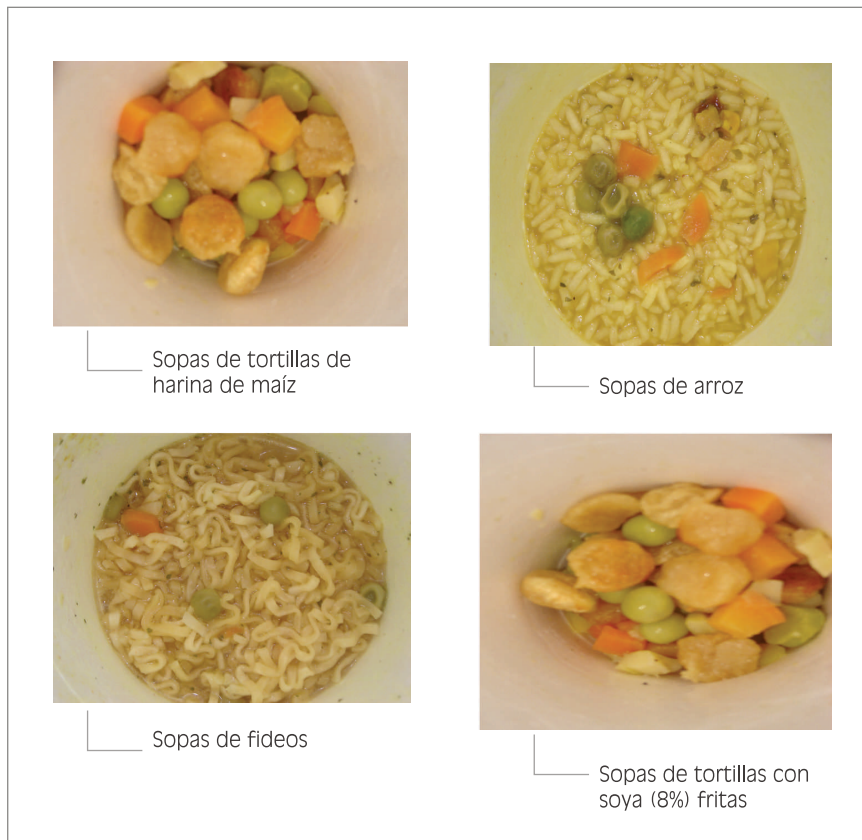


Figura 3

Productos



La parte básica de esta propuesta está en el escaldado de la verdura y en su deshidratación que bien podría ser por medio de deshidratación solar. Productos alimenticios de esta naturaleza bien puede ser el alimento para toda la familia incluyendo menores de 5 años pasando los ingredientes cocidos por un colador con poca adición de líquido.

Bibliografía

- Almeida-Dominguez, H.D., Gomez, M.N. Serna-Saldivar, S.O Waniska, R.D. Rooney L.W & Lusas, E.W. (1993) *Extrusion-cooking of pearl Millet for production of Millet: cowpea weaning foods* Cereal Chemistry 70: 214-219
- Alvarado, J. (1995) *Informe final sobre el Censo Nacional de Arveja China*, Abril – Julio Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) Guatemala
- Alvarado, Geraldine (2007) *Formulación de sopas nutritivas a base de vegetales precocidos en trozos* Tesis, UVG
- Association Official Agricultural Chemist, (1984) *Official Methods of Analysis of the AOAC 14th*. Ed. Washington, D.C.
- Bressani, R. (1992) *Características de la agroindustria en Guatemala y posibilidades para su desarrollo* p.70-91 en: Tartanac, F. & de León, L. (compiladores) *La Agroindustria Rural en Guatemala* Memorias del Seminario, 2-4 Marzo
- Bressani, R. (1993) *Grain quality of common beans* Food Rev. Intl. 9: 237– 297
- Bressani, R., Valiente A. T. & Tejada, C.(1962) *All vegetable protein mixtures for human feeding. The growth promoting value of combinations of lime treated corn and cooked black beans* J. Food Sci. 27:390-398
- Bressani, R. (1983) *World needs fro improved nutrition area the role of vegetable and legumes* 10th. Anniversary Monograph Series, Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, Republic of China
- Bressani, R. & Elias, L.G. (1969) *Studies on the use of Opaque-2 corn in vegetable protein rich foods* J. Agric. Food Chem. 17: 659-661.
- Bressani, R. (1997) *Nutritional quality of nixtamalized corn masa flour. Achievement through fortification with micronutrients* in: Sustain, Dec. 1997 USAID, Washington, DC
- Calderón, E., Velásquez, L. & Bressani, R. (1992) *Estudio comparativo de la composición química y valor nutritivo del piloy (P. coccineous) y del frijol común (P. vulgaris)* Arch. Lat. Amer. Nutr. 42: 64-71
- Contreras, G., Elías, L. G. & Bressani, R. (1981) *Efecto de la suplementación con vitaminas y minerales sobre la utilización de la proteína de mezclas de maíz/frijol* Arch. Lat. Amer. Nutr. 31: 808-826
- de MacVean, A.L. (2006) *Plantas Útiles de Sololá* Herbario, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala, C.A.
- Dyets Inc. (1999) *Product catalog* 2508 Easton Ave. P.O. Box A Bethlehem, PA
- Elias, L.G., Bates, R.P. & Bressani, R. (1989) *Mezclas vegetales para consumo humano XVIII. Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17, a base de semillas leguminosas* Arch. Lat. Amer. Nutr. 19:109-113
- FAO/OMS (1994) *Codex Alimentarius Vol. 4 Alimentos para Regimenes Especiales* FAO/OMS, Rome, Italy



Ricardo Bressani,
Claudia Lezama,
Elsa Gudiel,
Brenda Rodas,
Ana Silvia de Ruiz y
Patricia de Palomo¹,
Claudia Villatoro y
Geraldine Alvarado².
bressani@uvg.edu.gt

¹ Investigadores del Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala

² Estudiantes del Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle de Guatemala.

- Hoojjat, P. & Zabik, M. E. (1984) *Sugar-snap cookies prepared with wheat Navy Bean-Sesame seed flour blends* *Cereal Chem.* 61: 41-44.
- International Institute of Tropical Agriculture (1985) *Cowpea. Research Production and Utilization* Singh, S.R. & Rachie, K.O. (eds) John Wiley & Sons, New York
- MINEDUC (2002) *Segundo Censo Nacional de Talla de Escolares de Primer Grado de Primaria de la República de Guatemala Informe Final* Guatemala, Abril
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (1996) *Encuesta Nacional de Micronutrientes, Informe Ejecutivo* Guatemala, C.A.
- Morales Sandoval, Salvador (2006) *Diseño de una planta industrial para producir alimentos para destete entre la edad de 6 meses a 3 años* Tesis, UVG
- Mueses, C., de León, L., Mature, J. & Bressani, R. (1993^a) *Elaboración de harinas procesadas de semilla de gandul* *Arch. Lat. Amer. Nutr.* 43: 33-40
- Mueses, C., de León, L. & Bressani, R. (1993^b) *Estudios sobre la posibilidad de aplicación de la harina de gandul en productos elaborados a base de arroz* *Arch. Lat. Amer. Nutr.* 43: 41-45.
- Pak, N. & Araya, H. (1981). *Frijol Extruído: Potencialidad de su utilización en la alimentación infantil* *Arch. Lat. Amer. Nutr.* 31: 371-383
- Quality Protein Maize, 1964 – 1994* (1994) Proc. Intl. Symposium on Quality Protein Maize. EMBRAPA/CNPMS Site Lagoos MG Brazil, Dec. 1 – 3
- The United Nations University (1980) *Nutritional Evaluation of Protein in Foods* Pellet, P.L. & Young, V.R. (eds) Publication WHTR 3/UNUP-129, The United Nations University
- Urizar, J. & R. Bressani (1999) *Composición química proximal de la arveja china deshidratada y su posible agro industrialización* Revista AGRICULTURA
- Villatoro Krische, Claudia María (2007) *Desarrollo de sopas de alto valor nutritivo hecho a base de ingredientes cultivados en Guatemala* Tesis, UVG
- Wittig de Penna, E. (1981) *Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos* Taller Gráficos USACH. Santiago, Chile

La información del presente artículo fue financiado, parcialmente del proyecto FODECYT 09-2006 "El uso de recursos agrícolas de producción regional en la formulación, procesamiento y evaluación tecnológica y nutricional de alimentos complementarios", otorgado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología – SENACYT.