

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Alimentos

Formulación y desarrollo de
una bebida a base de mezclas vegetales (maíz, cebada y
soya)

Silvia Montes Valdez

Trabajo de Graduación presentado para optar al grado académico de
Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala
2006

Formulación y desarrollo de
una bebida a base de mezclas vegetales (maíz, cebada y
soya)

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Alimentos

Formulación y desarrollo de
una bebida a base de mezclas vegetales (maíz, cebada y
soya)

Silvia Montes Valdez

Trabajo de Graduación presentado para optar al grado académico de
Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala
2006

Vo.Bo.:

(f)

Dr. Ricardo Bressani
Asesor

Tribunal:

(f)

Lda. Patricia de Palomo

(f)

Lda. Ana Silvia de Ruiz

(f)

Dr. Ricardo Bressani

Fecha de aprobación:

RESUMEN

El consumo de atoles y bebidas a base de mezclas vegetales, especialmente cereales han constituido y siguen siendo una parte esencial en la dieta de la mayoría de guatemaltecos de los distintos estratos sociales y a lo largo del territorio nacional. Este trabajo de investigación tuvo por objeto desarrollar una bebida a base de la mezcla de maíz germinado, cebada germinada y soya, a manera de obtener un producto altamente soluble y con alto valor nutritivo, siendo éste un producto de fácil cocción.

Para ello se elaboraron dos formulaciones, A y B, de distinto contenido de maíz y soya cada una. Esto se realizó con fines comparativos únicamente. Los resultados fueron muy satisfactorios ya que las harinas obtenidas mostraron un 14.8% y 15.2% de proteína en base seca respectivamente y alrededor de un 7% de humedad. Así mismo, en los análisis funcionales realizados (absorción de agua, sólidos solubles, sedimentación y consistometría) comparando esta bebida con tres distintas bebidas establecidas en el mercado a manera de determinar las características del producto que lo separan de las demás, -Incaparina, Bienestarina y Vitacereal- probaron que esta mezcla es en efecto un producto de muy alta solubilidad y poca absorción de agua. Para esto se midieron los índices de absorción de agua y de sólidos solubles los cuales mostraron valores de: IAA 0.44 y 0.13; ISS 1.10 y 1.12 para las formulaciones A y B respectivamente, mientras que el rango de estos índices estaban entre 0.18 y 1.12 para los sólidos solubles y 0.13 y 3.58 para la absorción de agua.

Además de estos análisis, se elaboró un análisis sensorial y otro descriptivo de esta bebida. Los resultados mostraron una aceptabilidad por parte del panel y la bebida más aceptada fue la formulación A, con un contenido más alto de maíz (75%). Entre las características resaltadas fueron el sabor y el olor a cereales, la intensidad y brillantez de su color y la suavidad al paladar de su textura.

En síntesis, el producto elaborado a partir de harinas germinadas de maíz y cebada, complementándolas con harina de soya, da como resultado una bebida soluble en agua, de baja viscosidad, alto contenido nutricional, agradable sabor y aceptable al consumidor guatemalteco.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	vi
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE GRÁFICAS	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
A. Generales	3
B. Específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
A. Productos Locales	5
1. Cereales	5
2. Oleaginosas	
B. Productos importados	6
C. Bebida	6
1. Maíz	6
2. Cebada	8
3. Soya	8
D. Germinación	11
1. Movilización de sustancias de reserva	11
a. Carbohidratos	11
b. Lípidos	12
c. Proteínas	12
2. Metabolismo de la germinación de cereales	12
E. Harinas germinadas	13
1. Harinas compuestas	14
V. JUSTIFICACIÓN	16
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	18
A. Materiales	18
B. Metodología	18
VII. DISEÑO EXPERIMENTAL	20

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
IX. CONCLUSIONES	34
X. RECOMENDACIONES	35
XI. BIBLIOGRAFÍA	37
XII. APÉNDICE	39

LISTA DE TABLAS

No.		Página
1	Resumen de la composición proximal del maíz	6
2	Componentes nutricionales del maíz	7
3	Componentes nutricionales de cebada	8
4	Componentes nutricionales de la soya	10
5	Caracterización química de materia prima	22
6	Caracterización química de formulación	24
7	Caracterización funcional del producto	26
8	Granulometría -% de producto en cada mesh	28

LISTA DE GRÁFICAS

No.		Página
1	Preferencia formulaciones germinada y no germinada	29
2	Preferencia formulación A y B	30
3	Aceptabilidad formulación A	31
4	Perfil descriptivo formulación A	32

I. INTRODUCCIÓN

Las mezclas vegetales de alto valor nutritivo han tomado mucha importancia en Guatemala en los últimos 40 años. Los estudios realizados en la población guatemalteca en temas de malnutrición infantil han dado paso a la creación de varias formulaciones que buscan la mayor concentración de nutrientes para proveer de alimento a personas de escasos recursos, especialmente niños. Estas mezclas han alimentado por varias décadas a los guatemaltecos, especialmente la INCAPARINA, la primera mezcla vegetal de alto valor nutritivo lanzada al mercado en forma masiva. En este trabajo de graduación se pretende obtener una mezcla vegetal a base de maíz, cebada y soya pre-cocida y altamente soluble, a manera de obtener una bebida instantánea, de alto valor nutricional y muy fácil preparación.

Para obtener la alta solubilidad de la formulación se procedió a germinar los granos de maíz y cebada, a manera de hacer más disponible la amilasa contenida en ellos y de esta forma obtener una mezcla más líquida y de baja viscosidad, que se mantenga suspendida por largo tiempo. Al obtener un producto con estas características, se puede conseguir una bebida con alta concentración de energía, proteínas y otros nutrientes, con una consistencia suave, agradable y fácil de ingerir. Esto se logra puesto que la amilasa en harinas de cereales germinados, rompe los almidones complejos a polímeros de glucosa con cadenas de distintos largos; consecuentemente, la osmolaridad del alimento incrementa.

Este concepto se basa en estudios realizados en Bangladesh, en donde el grano utilizado es el trigo (15)(16). En estos estudios se comprueba la factibilidad del uso de granos de trigo germinados con amilasa disponible para licuificar avena cocida y de esta manera hacerla más aceptable a niños mal nutridos de las áreas rurales de India. Sin embargo, para adaptarlo a producción nacional, se utiliza cebada en lugar de trigo.

El desarrollo de este producto se llevará a cabo con productos nacionales y los análisis realizados serán: proximal, funcional y sensorial. El análisis proximal se hará de acuerdo a las especificaciones de la AOAC (3). Los análisis funcionales son meramente enfocados al comportamiento del producto con el agua y las características que dan un atractivo innovador al producto; estos análisis son granulometría, absorción de agua, sólidos solubles y consistometría.

II. OBJETIVOS

A. GENERALES

Obtener un producto de alta calidad nutricional, instantáneo y apetecible, aprovechando las propiedades del maíz germinado, cebada germinada y soya, a fin de tener como producto final un atol con alta solubilidad, es decir, baja viscosidad, para que de esta manera se fácil de consumir y los nutrientes de esta bebida puedan ser ingeridos en su totalidad.

B. ESPECÍFICOS

1. Preparación de materia prima por germinación
2. Caracterización química de materia prima
3. Formulación y caracterización química
4. Cocción y Deshidratación (liofilización, secado en capa delgada)
5. Caracterización fisicoquímica del producto crudo y pre cocido
6. Caracterización sensorial

III. HIPÓTESIS

Las mezclas vegetales son de alto consumo en Guatemala, sin embargo su consistencia hace de éstas un producto difícil de ingerir. La mezcla vegetal a base de maíz germinado, cebada germinada y harina de soya provee una bebida de alta calidad nutricional, alta solubilidad y de fácil consumo, brindando una solución para la fácil ingesta de estas bebidas. Se pretende demostrar que se puede obtener la misma viscosidad sensorial con más sólidos hidrolizados que con sólidos no hidrolizados.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Guatemala, es un país que depende de la agricultura en gran medida para su economía, sin embargo, el número de productos disponibles para la producción industrial de formulaciones de alimentos de alto valor nutritivo es bastante limitado. A pesar de eso, las condiciones ambientales templadas y tropicales en el país le permiten producir una gran variedad de granos, leguminosas y oleaginosas, tubérculos y frutas que muy bien pueden ser ingredientes para formular, producir y comercializar alimentos agradables y de alto valor nutritivo.

A. Productos locales

1. Cereales: Entre los cereales, el maíz es el de mayor producción en prácticamente todo el país, con una producción de 22,197 miles de quintales/año (11). La mayor parte es maíz blanco para consumo humano como tortilla y una menor cantidad se industrializa en varias formas, entre ellas la más importante son las harinas nixtamalizadas de maíz. La producción de maíz amarillo es la más limitada y no se usa intensamente como alimento humano. Existe una importación que va en incremento con el tiempo (11). En Guatemala también se produce pequeñas cantidades de cebada y otros cereales (11).

2. Oleaginosas: El país tiene la calidad ambiental para producir varias oleaginosas como el maní, el girasol, el algodón, la soya y el ajonjolí entre varios. Los costos de producción sin embargo, han contribuido a que estos se produzcan en pequeñas cantidades. (7)

Tabla No. 1: Resumen de la composición química proximal del maíz

	Maíz sin germen	Maíz entero
Humedad	12.29±0.06	5.30±0.26
Proteína	6.19±0.06	10.49±0.67
Extracto etéreo	5.37±0.06	5.04±0.33
Fibra	1.30±0.06	4.09±0.01
Cenizas	0.31±0.06	1.22±0.03

(7)

B. Productos importados

Como se indicó anteriormente, Guatemala tiene la capacidad agrícola de producir oleaginosas, sobre todo cuando su producción está ligada a la posterior industrialización, como de fibra, en el caso del algodón o aceite de consumo humano, que fue el caso del algodón y de la soya.

C. Bebida

1. Maíz: El maíz tiene muchos usos y sus productos secundarios son más numerosos aún. En Guatemala se consume principalmente en forma de tortillas, tamales, pinol (tostado y pulverizado), atol, pasteles, etc. También se hace del maíz una harina y, entre otros, ciertos preparados para desayuno que se han generalizado mucho. El maíz, originario de América, representa uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria mundial. Junto con el arroz y el trigo son considerados como las tres gramíneas más cultivadas en el mundo. Así mismo, en el transcurso del tiempo, diversas instituciones mundiales, estatales y privadas vienen realizando estudios serios con el objetivo principal de incrementar los niveles de rendimiento y de producción de nuevos y mejorados híbridos para

desarrollar variedades con un alto nivel productivo, resistentes al clima y a las enfermedades. (7)

La forma más utilizada para el consumo del maíz es el maíz nixtamalizado, en forma de tortillas. Al cocer el maíz añadiéndole cal viva (generalmente se adquiere en trozo) o cal hidratada (en polvo) disuelta en contacto con el agua que se llevará al hervor, se produce una reacción físico-química que genera calor contribuyendo a suavizar y desprender la cascarilla del maíz. Mediante esta misma reacción las partículas del interior del grano se aglutinarán durante la molienda, debido a que al absorber el agua, los almidones pasan a un estado plástico o de gel. La nixtamalización hace más digeribles las proteínas del maíz y permite disponer de la niacina que se encuentra en el grano, lo que impide enfermedades como la pelagra. Además, la cal agrega calcio asimilable. (24)

Tabla No. 2: Componentes nutricionales del maíz

Contenido	100g de Maíz
Agua %	12.00
Calorías	362
Proteínas gr	9.00
Grasas gr	3.40
Carbohidratos gr	74.50
Fibra gr	1.00
Cenizas gr	1.10
Calcio mg	6.00
Hierro mg	1.80
Fósforo mg	178
Tiamina mg	0.30
Riboflavina mg	0.08
Niacina mg	1.90

(20)

2. Cebada: La cebada es el cuarto cereal más importante en el mundo después del trigo, el arroz y el maíz. La cebada como todos los cereales es deficiente en determinados aminoácidos esenciales como son lisina, histidina, metionina, treonina y triptófano (8). La cebada puede crecer en una gran variedad de circunstancias climáticas superando al resto de cereales. Solía tratarse de un alimento importante para el ser humano, pero su popularidad ha decrecido en los últimos 250 años en favor del trigo y ha pasado a utilizarse básicamente como comida para animales o producción de cerveza y whisky. Contiene gluten y es por ello que también puede hacerse pan con cebada. La manera más frecuente de encontrar cebada es en forma de cebada entera o cebada perlada aunque también se puede obtener en forma de copos o granos. La cebada entera es la que aporta un contenido nutricional más alto. (23)

Tabla No. 3. Componentes nutricionales de cebada

Contenido	100g de Cebada
Proteínas g	10
Materia grasa g	1.8
Hidratos de carbono g	66.5
Fibra g	4
Ácido Fólico mg	50
Hierro mg	6
Calcio mg	50
Agua %	14

(23)

3. Soya: Es la única legumbre que contiene los nueve aminoácidos esenciales en la proporción correcta para la salud humana. Por lo tanto, la proteína de soya está calificada como una proteína completa de alta calidad. Uno de sus beneficios

nutritivos es que es una buena fuente de fósforo, potasio, vitaminas del Grupo B, cinc, hierro y la vitamina E antioxidante. (25)

La soya es una planta de la familia de las leguminosas que produce de 2 a 3 frijoles por vaina. Las semillas (frijoles) presentan una forma ovalada y su color va desde el amarillo al negro. La soya ha sido por más de dos mil años una de las fuentes de proteína más importante para los habitantes de China y Japón. La soya ofrece excelente proteína, tanto desde el punto de vista de cantidad como de calidad. La soya contiene 38% de proteína, más que cualquier otro alimento de origen animal o vegetal no procesado, además de 30% de carbohidratos, 18% de aceite y 14% de humedad. Los productos de soya pueden ser buenos sustitutos de los alimentos animales, debido a que, a diferencia de otros frijoles, la soya ofrece un perfil "completo" de aminoácidos. La soya contiene todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana, que deben ser adicionados a la dieta debido a que no son sintetizados por el organismo. La soya puede sustituir los alimentos de origen animal -que también poseen proteínas completas pero tienden a contener mayor concentración de grasas- sin requerir de ajustes mayores en la dieta. (27)

Por su alto contenido en lípidos (37%) también es considerada como una oleaginosa, su alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados es del 58%, el 25% lo constituyen los monoinsaturados y del 1% al 2% están en forma de lecitina. En comparación con las demás leguminosas que tienen mayor cantidad de hidratos de carbono, la soya sólo contiene el 33.5%, algunos no biotransformables (rafinosa, estaquiosa, verbascosa y arabinosa), excelente fuente de fibra (12.5%), que es más del doble que en otras leguminosas. Tiene 35% más de proteínas que las demás (34g), sus aminoácidos limitantes son los aminoácidos azufrados con una calificación química (CQ) de 74 %. La calificación química se puede definir como la eficiencia en el empleo de una proteína alimentaria, comparada con la proteína de huevo entero. Para elevar la CQ sus proteínas se sugiere la complementación con cereales en la siguiente proporción: 10.1 g de soya más

89.9 g de arroz = 92.5 % de CQ, 23.1 g de soya más 76.9 g de maíz = 86.2 % de CQ, 33 g de soya más 67 g de trigo = 90.7% de CQ. El contenido proteico y de aminoácidos esenciales (lisina y metionina) se debe a su capacidad de asociarse con bacterias del género *Rhizobium* que fijan el nitrógeno atmosférico convirtiéndolo en amoniaco disponible para ser absorbido. Del hierro que contiene (8.4%) se absorbe el 6 %. Por su contenido en hidratos de carbono debe controlarse su ingesta en diabetes y obesidad; por sus lectinas y taninos, que inhiben la acción enzimática para la proteólisis no se recomiendan en problemas gastrointestinales. Por su contenido de fibra soluble y ácidos grasos poliinsaturados tiene efectos hipocolesterolemiantes, bajo en sodio, es útil en dietas para pacientes con cardiopatías. (21)

Tabla No. 4: Componentes nutricionales de la soya

Contenido	100g de Soya
Calorías	422
Proteínas g	35
Grasas g	37
Carbohidratos g	33
Fibra gr	12.5
Calcio mg	230
Hierro mg	8
Fósforo mg	730
Sodio mg	5
Agua %	7.10

(18)

D. Germinación

Para que el proceso de germinación, es decir, la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula. La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. (19)

1. Movilización de sustancias de reserva: Las semillas contienen cantidades importantes de reservas alimenticias, que permiten el crecimiento y el desarrollo de la planta hasta que ésta es capaz de alimentarse por sí misma. Estas reservas se encuentran en gran parte, formando cuerpos intracelulares que contienen lípidos, proteínas, carbohidratos y compuestos inorgánicos. Según el tipo de compuesto que almacenan, existen grandes diferencias entre las semillas. Así, en los cereales predominan los hidratos de carbono, especialmente almidón, aunque también contienen proteínas y lípidos. Al iniciarse la germinación de las semillas, y cuando las células están suficientemente hidratadas, se produce una activación de la síntesis proteica y, por lo tanto, la formación de enzimas hidrolíticas que son las que promueven la movilización de las sustancias de reserva. La movilización de las reservas requiere un proceso previo de hidrólisis para liberar los compuestos de menor peso molecular, que pueden ser utilizados durante el crecimiento inicial de la planta. Además, en muchos casos, los productos de la hidrólisis sufren una serie de transformaciones metabólicas antes de ser transportados al eje embrionario en desarrollo. (19)

a. Carbohidratos: El hidrato de carbono más extendido en las semillas, como principal reserva energética, es el almidón. En la hidrólisis del almidón sus componentes (la amilosa, y la amilopectina) son hidrolizados por la α -amilasa y la

b-amilasa para dar glucosa. La degradación del almidón se incrementa progresivamente durante el proceso de germinación, primero lentamente, y luego de una forma más rápida que termina con la práctica desaparición del polisacárido. (19)

b. Lípidos: Los lípidos de reserva predominantes en las semillas son los triglicéridos. En la movilización y metabolismo de las reservas lipídicas están implicados tres tipos de órganos: las vesículas que contienen aceites almacenados (cuerpos lipídicos), los glioxisomas y las mitocondrias. (19)

c. Proteínas: La hidrólisis de las proteínas de reserva está catalizada por diferentes tipos de enzimas proteolíticas, agrupados bajo el nombre de proteasas. A medida que progresa la germinación, las fracciones proteínicas de reserva se transforman en otras de menor peso molecular, especialmente pequeños péptidos y aminoácidos. En los cereales las proteínas se almacenan en los gránulos de aleurona, acumulados, a su vez, en la capa de aleurona. (19)

2. Metabolismo de la germinación en cereales: Los acontecimientos metabólicos más relevantes en el proceso de germinación de los cereales son:

a. El embrión rehidratado libera giberelinas, que se difunden hacia el endospermo a través del escutelo.

b. Las giberelinas liberadas en el endospermo, al llegar a las células de la capa de aleurona, inducen la producción de enzimas hidrolíticos.

c. Entre los enzimas hidrolíticos sintetizados se encuentran las amilasas, que se difunden hacia el endospermo para hidrolizar los granos de almidón a glucosa.

d. Las moléculas de glucosa liberadas son utilizadas por el embrión como fuente de energía (ATP), las cuales llegan hasta el mismo por difusión.

e. Los otros enzimas hidrolíticos sintetizados degradan las restantes reservas: proteínas, lípidos, y ácidos nucleicos. Dichas reservas son hidrolizadas a moléculas más sencillas, es decir, a aminoácidos, ácidos grasos y glicerol, y nucleótidos, respectivamente.

f. Ahora, el embrión ya dispone de las moléculas estructurales y de la energía necesarias para iniciar la síntesis de sus propias moléculas.

g. Finalmente, el embrión, después de diferenciarse y crecer, se convertirá en una joven planta (17)

E. Harinas germinadas

La masa dentro de la dieta es un gran problema para los niños que dependen de los cereales para recibir la mayoría de su energía y proteína. Para los niños pequeños es difícil masticar y pasar los cereales cuando están muy espesos. Las madres pueden añadir más agua o líquido a cualquier alimento infantil, pero esto significa que el niño toma entonces más agua y menos alimento reduciendo así la toma de energía necesaria para un crecimiento sano. El uso de la harina germinada puede traer una mejora muy significativa. (18)

Los granos se pueden germinar dejándolos en agua por un día. Durante el proceso de brote o retoño, desarrollan una alta concentración de amilasa. Se ha sabido durante años que la amilasa descompone los almidones en azúcares. De este modo, la comida germinada es más atractiva por lo que tiene un sabor dulce. La harina se puede entonces, secar, moler y almacenar. (18)

La harina poderosa es fácil de hacer y puede mejorar significativamente las dietas de los niños pequeños. En algunos países se produce comercialmente; por ejemplo en Tanzania, donde se la conoce como Kimea y en la India donde se llama ARF (*amylaze-rich flour* o 'harina rica en amilasa). (26)

Cuando se añade una cucharadita de esta harina a un plato de cereales espesos hecho de harina sin germinar, (sin cocinar más) el espesor se reduce enormemente, y se hace más como sopa. Esta mezcla facilita el dar de comer a los niños, sobre todo a aquellos que, por un motivo u otro, están enfermos. (26)

1. Harinas Compuestas: El término de harinas compuestas fue creado en 1964 por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), cuando se

reconoció la necesidad de buscar una solución para los países que no producen trigo. (17)

La definición de harinas compuestas, de acuerdo con el concepto expresado en un principio por la FAO, se refiere a mezclas elaboradas para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas, y galletas. Las harinas compuestas pueden prepararse también a base de otros cereales que no sea el trigo y de otras fuentes de origen vegetal, y pueden o no contener harina de trigo. Sobre esta base, se describen dos clases de harinas compuestas. Una, conocida como harina de trigo diluida, en la cual la harina de trigo se sustituye por otras harinas hasta en 40%; y puede contener otros componentes. La adición de una proteína suplementaria es opcional. Las condiciones generales de procesamiento y el producto final obtenido son comparables a productos preparados a base de sólo trigo. La segunda clase está representada por harinas compuestas que no contienen trigo, y están hechas de harinas de tubérculos y una proteína suplementaria, generalmente harina de soya, en la proporción de 4 a 1. Estos productos son diferentes en sus características reológicas al compararlas con aquéllas preparadas a base de sólo trigo. (17)

En 1975, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) propuso extender el concepto de harinas compuestas para cubrir también otro tipo de harinas que no fuera necesariamente sólo a base de cereales y tubérculos o usada únicamente para la preparación de productos de panadería, como es el caso de las harinas compuestas, desarrolladas para la preparación de alimentos de alto valor nutritivo a base de harinas de cereales, leguminosas, oleaginosas y otras. Se consideró así, incluir dentro del concepto de harinas compuestas dos grupos adicionales:

- aquel representado por la adición de proteína suplementaria a los cereales en general, y

- el que estaría formado por harinas compuestas a base de cereales, oleaginosas u otras.

(17)

V. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala, los atoles ya son parte de la dieta de miles de personas. Durante los últimos años se han desarrollado bebidas nutritivas con consistencia espesa para proveer de alimento a la población de una manera masiva, fácil de preparar y que de una sensación de saciedad. Estas bebidas tienen altos valores nutricionales y se ha comprobado una y otra vez la efectividad de estas mezclas vegetales en la alimentación y nutrición de hombres, mujeres y niños a lo largo del territorio nacional. Sin embargo, la naturaleza de estos productos hace que éstos sea bastante espesos y consistentes, haciéndolos no tan fáciles de ingerir. Algunas personas no les gusta consumir estos productos precisamente por esta característica. Este fenómeno es observado mayormente en los niños pequeños, ya que para ellos es más difícil masticar e ingerir alimentos espesos. Entonces las personas que preparan estos alimentos utilizan mayor cantidad de agua para hacerlo más “ralo” y así más fácil de ingerir. Sin embargo, al adicionar más agua o más líquido implica el consumo de más agua o líquido y menos cantidad de alimento, y con esto, menos consumo de los nutrientes y valor energético que este alimento trae.

Esta problemática puede ser solucionada de una forma eficiente y de bajo costo. El uso de harinas germinadas reducen la viscosidad de las mezclas vegetales haciendo de éstas un producto más líquido y mucho más soluble que producto elaborado con harinas no germinadas. La solubilidad de estas harinas estriba en que el proceso de germinación desarrolla una alta concentración de amilasa en el grano, y ya que la amilasa descompone los almidones complejos en azúcares simples, se obtiene un producto altamente soluble y, como valor adicional, naturalmente más dulce que granos no germinados.

En las áreas rurales de Guatemala, los pobladores sufren de severas deficiencias nutricionales por escasez de recursos. Los más afectados son las mujeres, ancianos y niños. Estudios realizados indican que grandes sectores de

la población guatemalteca sufre de deficiencias nutricionales. Las deficiencias eran principalmente de yodo, hierro, vitamina A y una ingestión baja de una dieta de maíz y frijol de pobre calidad calórica y proteica (15,3). Sin embargo, los estudios indican que no solo son los alimentos bastante pobres en su contenido de nutrientes sino los procesos utilizados para su consumo destruyen cantidades importantes de vitaminas y reducen la biodisponibilidad de otros micronutrientes (4). Las condiciones actuales de malnutrición en Guatemala sugieren desde hace un tiempo la importancia de desarrollar alimentos suplementarios que puedan ofrecer a la población la calidad de nutrientes que requieren para su desarrollo nutricional, y esto dio origen al concepto de Mezclas Vegetales de Alto Valor Nutritivo (5,6). Estos alimentos desarrollados de ingredientes vegetales deben no sólo complementar la dieta del consumidor, sino también aportar los nutrientes que requieren en base a sus requerimientos fisiológicos.

Este trabajo de graduación tiene como propósito solucionar esta problemática obteniendo un producto de buena calidad nutricional, aprovechando los aportes de sus ingredientes: maíz, cebada y soya, el cual pueda ser preparado rápidamente y que además pueda ser consumido con facilidad por cualquier persona, brindando así al consumidor toda la carga nutricional y energética deseada, ya que las personas pueden ingerir fácilmente 2 tazas de esta bebida de baja viscosidad y tomar el doble de aporte calórico y nutricional, que una taza de una bebida espesa y difícil de consumir.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

1. Maíz en grano
2. Cebada en grano
3. Soya en harina
4. Agua
5. Azúcar
6. Canela

B. Metodología

1. Germinación: el maíz y la cebada se lavan con agua destilada. Luego estas semillas son dejadas en remojo en agua destilada durante un período de 24 horas. Posteriormente se colocará en la incubadora hasta conseguir la germinación de las semillas. Esto se llevará a cabo colocando sobre las semillas un trapo húmedo para controlar la humedad del productos y propiciar una germinación uniforme y completa.

2. Deshidratación: se colocarán las semillas germinadas en el deshidratador para eliminar la humedad y conseguir de esta forma el producto listo para la molienda. Se utilizará un horno de convección.

3. Elaboración de Harina

4. Análisis Químico: los análisis a elaborar son:

a. Análisis proximal: a cada una de las muestras se le realizó el análisis proximal según los métodos recomendados por la Sociedad Oficial de Química Analítica (AOAC) (2)

5. Formulación y elaboración del atol: se elaboran dos formulaciones distintas con el fin de determinar cuál es la aceptada por el consumidor en el análisis sensorial posterior. Las formulaciones son:

Fórmula A

Maíz	75%
------	-----

Cebada	5%
Soya	20%
Fórmula B	
Maíz	70%
Cebada	5%
Soya	25%

6. Análisis funcional: los análisis funcionales a elaborar serán en comparación con Incaparina, Bienestarina y Vitacereal; estos son:

- Granulometría: se realizó con un tamizador con varios mesh -20, 30, 45, 60, 80 y 100.
- Absorción de agua por el método de Andersson *et. al.* 1969 (2)
- Solubilidad –sólidos solubles por el método de Andersson *et. al.* 1969 (2)
- Consistencia: medición con consistómetro
- Sedimentación: se realizó agregando 10 g de muestra a 100 ml de agua y se midió la sedimentación después de 20 horas.

Estas mediciones funcionales determinan los atractivos del producto final.

7. Deshidratación por lámina delgada: esto fue realizado con un deshidratador casero para frutas y carne jerky. Probablemente no es el deshidratador ideal para este producto, sin embargo cumplió la función muy bien y se obtuvo un producto seco.

8. Análisis sensorial de preferencia, aceptabilidad y descripción: panel de 15 evaluadores en cada análisis. El análisis de preferencia: se evaluaron las formulaciones contra las mismas sin germinar, es decir, el blanco, y contra ellas mismas. Se obtuvo una muestra preferida. Luego, en el análisis de aceptabilidad se determinó si los evaluadores gustaban o no de dicha muestra. Por último, a esta misma se le elaboró un análisis Descriptivo, en donde se destacaron las características sensoriales más importantes de dicho producto (ver boletas en anexos)

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

- A. Unidad experimental: el factor bajo estudio en este trabajo de graduación es el efecto en solubilidad de la germinación del maíz y la cebada en el producto final. Para ello se hará la comparación entre una formulación elaborada con harinas de maíz y cebada sin germinar y otra formulación de maíz y cebada germinadas.
- B. Análisis estadístico: ya que se trabajará en duplicado, se realizará únicamente el promedio de cada medición así como la desviación estándar de cada uno con el fin de saber la variabilidad entre cada medición.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al principio de este trabajo se ha planteado la problemática general en relación a la preparación inadecuada de los atoles en Guatemala, en donde la adición de líquido es mayor que la indicada para así hacer la mezcla más “rala”, y de esta manera más apetecible a los consumidores mayores: los niños. Se presenta una solución a dicha problemática mediante la germinación de dos de los ingredientes del producto elaborado, el cual es una bebida a base de una mezcla de maíz, cebada y soya.

A. Caracterización de materia prima

La materia prima utilizada provee una serie de características al producto que lo hacen una fuente efectiva y adecuada de proteína. Inicialmente se procedió a germinar las semillas de maíz y cebada. Se siguió la metodología descrita en la página 18 y 19, la cual fue basada en estudios realizados en India con germinación de trigo (21)(1). La germinación se logró con éxito y posteriormente fueron sometidas a un malteado en horno durante 3 horas, a 50°C durante 1 hora, 75°C durante otra hora y 95°C por la última hora. Al finalizar este proceso se obtuvo un producto de color café claro dorado con un olor muy agradable. Luego, estas semillas malteadas se molieron en un molino de discos, sin embargo fue necesario pasar la harina obtenida por un molino de ciclón. Este proceso permitió obtener una harina muy fina y más agradable a la vista. Las características granulométricas del producto final se describen en la tabla No. 7: Caracterización funcional del producto. Ya obtenida toda la materia prima, se procedió a realizar la caracterización química de cada una de ellas. Se utilizó harina de soya importada ya que estaba disponible en gran cantidad y la calidad de dicha harina era muy buena. La metodología seguida fue la especificada por la Sociedad Oficial de Química Analítica –AOAC-.

Tabla No. 5: Caracterización química de materia prima

Producto	% Humedad	% Proteína	g Cenizas	% Grasa	% Fibra cruda	% Carbs por diferencia
Maíz germinar sin	4.81	8.77	1.97	5.68	1.62	77.15
Cebada germinar sin	10.31	10.40	1.97	2.69	5.89	68.74
Soya	14.39	41.91	1.87	22.92	7.13	11.78
Maíz germinado	4.3	9.77	1.98	4.18	2.42	77.35
Cebada germinada	7.0	13.36	1.98	2.74	6.61	68.31

Como se puede observar en la tabla No. 5, las diferencias entre las semillas germinadas y las no germinadas son significativas. En el caso del maíz, mientras que la humedad y grasa disminuye con la germinación, la proteína aumenta. Esto se debe a que en la germinación, las enzimas se vuelven más activas, y los alimentos insolubles de los cotiledones, sean estos almidón, proteínas y grasas, son hidrolizados a compuestos más sencillos, o sea, azúcares, aminoácidos y ácidos grasos. Por tanto, según Miller, E. (14), mientras hay pérdida de los alimentos de reserva en los cotiledones de las semillas germinadas, hay un aumento gradual de éstos en el hipocófito, haciéndolas más disponibles. También indica que durante la germinación, aumenta el caroteno, ácido ascórbico y vitaminas del complejo B, por lo cual, una dieta compuesta principalmente de semillas secas, como cereales y legumbres, puede ser mejorada grandemente con la adición de semillas germinadas. La disminución de la humedad de los granos germinados contra los no germinados se debe al proceso de malteado, ya que aunque absorben agua, ésta es eliminada en los hornos. En el caso de la cebada, el aumento de la proteína es por la misma razón que en el maíz. En la soya, los niveles de proteína son muy altos, como era de esperarse, ya que la soya es una excelente fuente de proteína. En cuanto al contenido de cenizas, todos los ingredientes obtuvieron contenidos similares, contenidos esperados, por lo que no son de suma importancia para el fin de este trabajo. Las cantidades de fibra cruda contenidas en los ingredientes aumentaron con la germinación. Esto es porque

como todos los componentes en la germinación se vuelven más disponibles, así mismo la fibra está disponible para ser utilizada en la estructura de la planta. Es por eso que los valores de fibra aumentan en las semillas germinadas.

B. Elaboración de formulaciones A y B

Para la elaboración de las formulaciones se tomaron en cuenta varios aspectos de suma importancia, por ejemplo, el contenido de proteína normado por el CODEX Alimentarius (9), el cual requiere un mínimo de 15% de proteína. Así mismo se tomó en cuenta la cantidad óptima de soya y maíz, para que la mezcla sea efectiva. Esta mezcla óptima requiere un 30% de soya y un 70% de maíz - porcentajes aproximados. Se elaboraron dos formulaciones distintas (ver Metodología), en donde las variantes fueron únicamente la harina de maíz germinado y la harina de soya. La cantidad de harina de cebada germinada se quedó igual puesto que esta harina contiene mayor contenido de amilasa que las anteriores dos, y puesto que la amilasa presente en las harinas germinadas es la que le confiere las características de alta solubilidad y baja viscosidad a los productos de esta naturaleza, arbitrariamente se decidió dejar esta cantidad constante en las dos formulaciones. Esta cantidad fue del 5% en las dos.

En cuanto a la caracterización de las formulaciones (ver formulaciones en Metodología), la composición proximal de las harinas de las formulaciones germinadas tanto crudas como cocidas y deshidratadas permite verificar que el contenido de proteína disminuye con el tratamiento térmico. Como se puede observar en la tabla No. 6, a pesar de esta diferencia, los resultados fueron muy buenos, ya que se obtuvo un porcentaje de proteína en la formulación cruda de alrededor del 17%, esto es 2% más que lo indicado en el CODEX Alimentarius, que indica que se debe estar alrededor del 15%. Cuando las formulaciones fueron pre cocidas y deshidratadas, perdieron esa ventaja en cantidad proteica, sin embargo, aun el porcentaje de contenido de proteína es bastante alto. Esta disminución en proteínas pudo deberse a la humedad presente en el producto, ya

que ésta fue más alta que en el producto crudo. En cuanto a la humedad de las formulaciones cocidas y deshidratadas aumentó por el proceso al cual el producto fue sometido. Con el uso de un equipo más eficiente y más adecuado para este tipo de producto, la humedad del producto final bajará considerablemente. El equipo recomendado para deshidratar este tipo de bebidas es un secador de tambor o “spray dryers” como es recomendado por Ing. Ricardo García (12)

Tabla No. 6: Caracterización química de formulación

Producto	% Humedad	% Proteína
Formulación A cruda	4.05	16.08
Formulación B cruda	4.05	17.47
Formulación A cocida y deshidratada	7.24	14.93
Formulación B cocida y deshidratada	6.91	15.17

C. Caracterización funcional de mezclas vegetales

A manera de complementar la información obtenida en la caracterización proximal del producto, se elaboró una serie de análisis funcionales de las formulaciones en comparación con su homóloga, las formulaciones elaboradas con semillas sin germinar. Esto se realizó con el fin de tener un punto de comparación de la efectividad de la germinación de semillas contra la no germinación. También se compararon 3 distintos productos de mezclas vegetales líderes en el mercado: Incaparina, Vitacereal y Bienestarina. Esto se realizó con el único propósito de comparar propiedades funcionales del producto obtenido. Con esto no se pretende demostrar que una formulación es mejor que la otra, sino solamente comparar las características que hacen de las formulaciones germinadas diferentes a las anteriores no germinadas. Los análisis elaborados incluyeron determinación el Índice de Absorción de Agua (IAA), el Índice de Solubilidad de Agua (ISA), la granulometría de los productos, la consistencia y la sedimentación.

Como se puede observar en la tabla No. 7, en la determinación del índice de absorción de agua, las formulaciones germinadas mostraron valores muy por debajo al resto de las harinas. El índice de absorción de agua es una medida indirecta del grado de almidón gelatinizado por la cocción y mientras menor sea dicho índice, la cantidad de sólidos solubilizados es mayor. Este hecho es apoyado por los resultados de los índices de sólidos absorbidos mostrados en la tabla. Los índices de absorción de agua de las formulaciones fueron casi un 100% menor que los índices de absorción de las formulaciones. Los índices de sólidos absorbidos de las formulaciones son casi el doble, o más del doble en el caso de la formulación B, que sus homólogos no germinados. Esto apoya la hipótesis planteada en el presente trabajo que indica que se logra un mayor índice de sólidos solubles con harinas hidrolizadas que con harinas no hidrolizadas. De todas las muestras, el incremento de sólidos solubilizados es significativamente mayor en las formulaciones germinadas y esto es porque las enzimas hidrolíticas se vuelven activas, especialmente la amilasa, y esto permite que los compuestos insolubles sean hidrolizados y por ende, sean más solubles en agua aumentando la cantidad de sólidos solubles en una mezcla. Esta medición, así como la determinación de absorción de agua y sedimentación se realizó con las harinas crudas, es decir, solamente se les agregó agua para efectuar dicho análisis. Esto se hizo de esta manera ya que las otras tres muestras líderes en el mercado tienen distintos métodos de preparación, por ejemplo, unas son cocinadas y otras no, por lo que se decidió estandarizar la medición y comparar las características funcionales de las harinas crudas, aunque todas son pre cocidas.

En cuanto a la consistencia, las mediciones fueron realizadas con los productos preparados y cocinados, en el caso de las formulaciones germinadas, no germinadas, Incaparina y Bienestarina. En el caso del Vitacereal, este no fue cocinado, ya que en las instrucciones indican claramente que éste producto no lleva proceso de cocción, sin embargo la consistencia fue bastante espesa. Para todas las muestras se prepararon 100 g de cada una. Esta preparación y medición se hizo de esta manera ya que la consistencia se percibe al momento de

la ingesta, por tanto, la medición se debe hacer con el producto listo para ser consumido. Esta es la razón por la cual es una medición sumamente importante ya que de esta característica depende la mayor parte de aceptabilidad de un producto. Se mostraron valores bastante distintos con cada muestra. Se puede observar en la tabla No. 7 que el producto con una consistencia más líquidos fueron las muestras germinadas. Las formulaciones germinadas A y B mostraron una consistencia mucho más fluida que las demás, y esto es por la hidrólisis de los sólidos. En comparación con la Incaparina, Bienestarina y las formulaciones no germinadas, la fluidez de las formulaciones germinadas es alrededor de 20 veces mayor que las otras. Esa medición es exactamente en donde la germinación de semillas puede ser más palpable, puesto que, como se mencionó en la Justificación, las personas que preparan dichos alimentos, agregan mayor cantidad de líquido para lograr una consistencia fluida, diluyendo de esta manera los sólidos solubles de la mezcla. En tanto que las formulaciones A y B germinadas muestran una fluidez mucho mayor que las demás con la misma cantidad de sólidos solubles en la mezcla.

Tabla No. 7: Caracterización funcional del producto –comparación

Producto	Índice de absorción de agua g/100g fórmula	Índice de sólidos solubles g/100g fórmula	Consistencia Bostwick cm/min	Sedimentación ml/100 ml de fórmula
Fórmula A germinada deshidratada	0.44	1.10	288	34
Fórmula B germinada deshidratada	0.13	1.12	240	32
Fórmula A sin germinar deshidratada	1.36	0.88	9.6	40
Fórmula B sin germinar deshidratada	2.01	0.29	9.73	49.5
Incaparina	3.58	0.34	10.91	64.25
Vitacereal	1.24	0.39	9.2	37.5
Bienestarina	1.14	0.18	4	31

En cuanto a la sedimentación, se realizó en un período de 20 horas de reposo de la mezcla. Esto se realizó de esta manera puesto que para fines de este estudio, era necesario saber la cantidad final de sedimento. En esta medición las diferencias fueron marcadas, sin embargo no fueron significativamente diferentes. Entre las formulaciones germinadas y el Vitacereal y Bienestarina, las diferencias fueron muy pequeñas. La única muestra que mostró alta sedimentación fue la Incaparina, esto puede ser porque dado su alto contenido de proteínas, esta necesita ser cocinada, y no se realizó este paso en esta medición. Sin embargo, es recomendado realizar una medición de sedimentación con los productos cocinados, para ver de una manera más aplicada el grado de sedimentación de las muestras.

Así mismo se realizó la granulometría de los productos. El tamaño de partícula recomendado es arriba de mesh 100, sin embargo se requiere de un equipo muy sofisticado, con el cual no se contó para realizar estas formulaciones. El molino de ciclón en donde se molieron las formulaciones elaboradas, hizo un muy buen trabajo, ya que como se puede observar en la tabla No. 8, la mayoría del producto germinado quedó en el mesh 80 seguido por el 60. Esto es porque las semillas germinadas tienen una estructura más rota, por los procesos de hidrólisis y proteólisis que sufre, que una semilla sin germinar. Es por eso, que en la molienda, mayor cantidad de granos se muelen con mayor facilidad en partículas más finas que en no germinados. La muestra que obtuvo mayor cantidad en el mesh 80 fue la Incaparina, y es porque el molino que utiliza para su molienda es industrial y mucho más efectivo. En general, el procesamiento utilizado para la molienda de las formulaciones fue bastante útil, aunque se recomienda utilizar equipo más sofisticado para poder obtener un tamaño de partícula menor que 80 mesh.

Tabla No. 8: Granulometría -% de producto en cada mesh

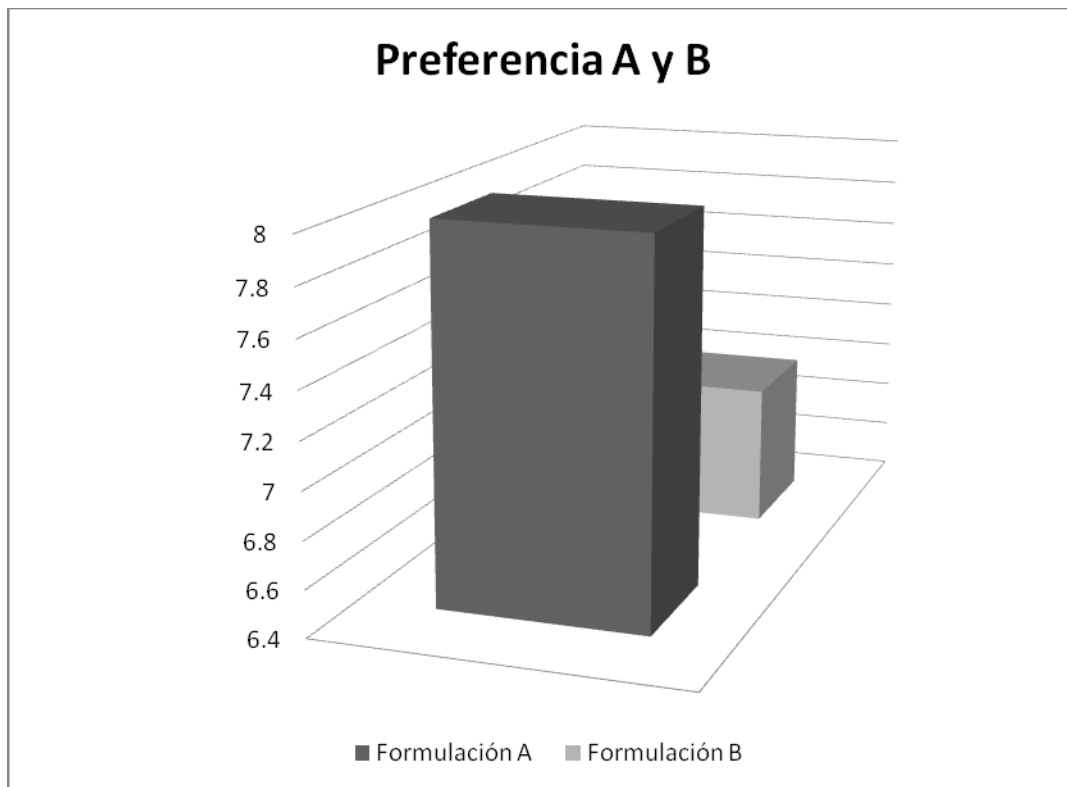
Producto	Mesh					
	20	30	45	60	80	100
Formulación A sin germinar cocida	0.40	2.4	43.9	27.7	24.0	0.9
Formulación B sin germinar cocida	0.31	2.6	54.6	20.73	19.38	1.05
Formulación A germinada cocida	0	0.64	7.33	20.89	65.4	2.55
Formulación B germinada cocida	0	1.16	9.09	33.46	50.10	3.48
Incaparina	0	0	0.6	2.8	82.7	11.1
Bienestarina	3.2	9.6	70.7	10.1	4.2	0
Vitacereal	0.2	2.7	51.3	3.3	31.4	16.7

D. Análisis sensorial de las formulaciones

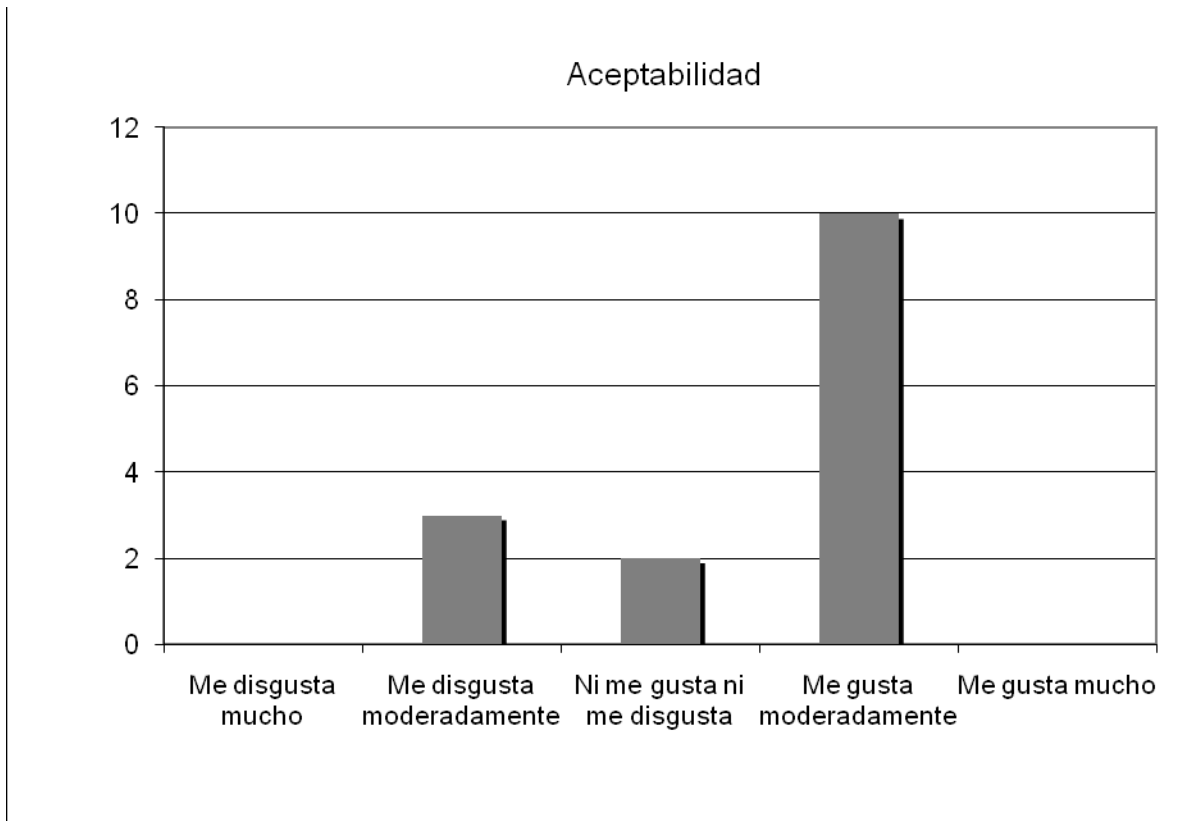
Para conocer las características sensoriales del producto elaborado se realizaron tres pruebas sensoriales. La primera fue la prueba de preferencia, en donde se compararon las formulaciones germinadas contra su homóloga no germinada y por último se compararon las formulaciones germinadas A y B. Como se puede ver en la gráfica No. 1, los panelistas prefirieron las formulaciones germinadas a las no germinadas. Esto es porque tanto el olor, sabor y consistencia de las germinadas hacen del producto más fácil de ingerir. La diferencia fue más marcada entre las formulaciones germinadas y no germinadas B, que la A. Esto pudo deberse al hecho que la mayor cantidad de soya resalta más cuando el resto de los ingredientes no son germinados. Hay que tomar en cuenta que el olor y sabor de la cebada germinada es bastante fuerte, el sabor y olor a malta. Esto puede cubrir efectivamente el sabor a soya. Esto es la razón por la cual se prefirió más la formulación B germinada que la no germinada.

Gráfica No. 1: Preferencia formulaciones germinadas y no germinadas

A continuación se muestra la gráfica No. 2. En ella se puede observar que la preferencia entre las dos formulaciones estuvo muy cercana. Por el resultado anterior se recomienda elaborar un análisis con mayor número de panelistas para definir con mayor amplitud la preferencia de los consumidores, ya que las dos formulaciones gustan a las personas. Con este segundo análisis sensorial se obtendría un panorama más amplio en cuanto a la preferencia de una sobre la otra. Esto es una prueba más que los sabores y olores de las semillas germinadas pueden enmascarar el sabor de la soya de una forma muy efectiva. Sin embargo, el sabor del maíz es preferido por los consumidores, ya que la formulación A obtuvo más votos que la formulación B.

Gráfica No. 2: Preferencia formulación A y B

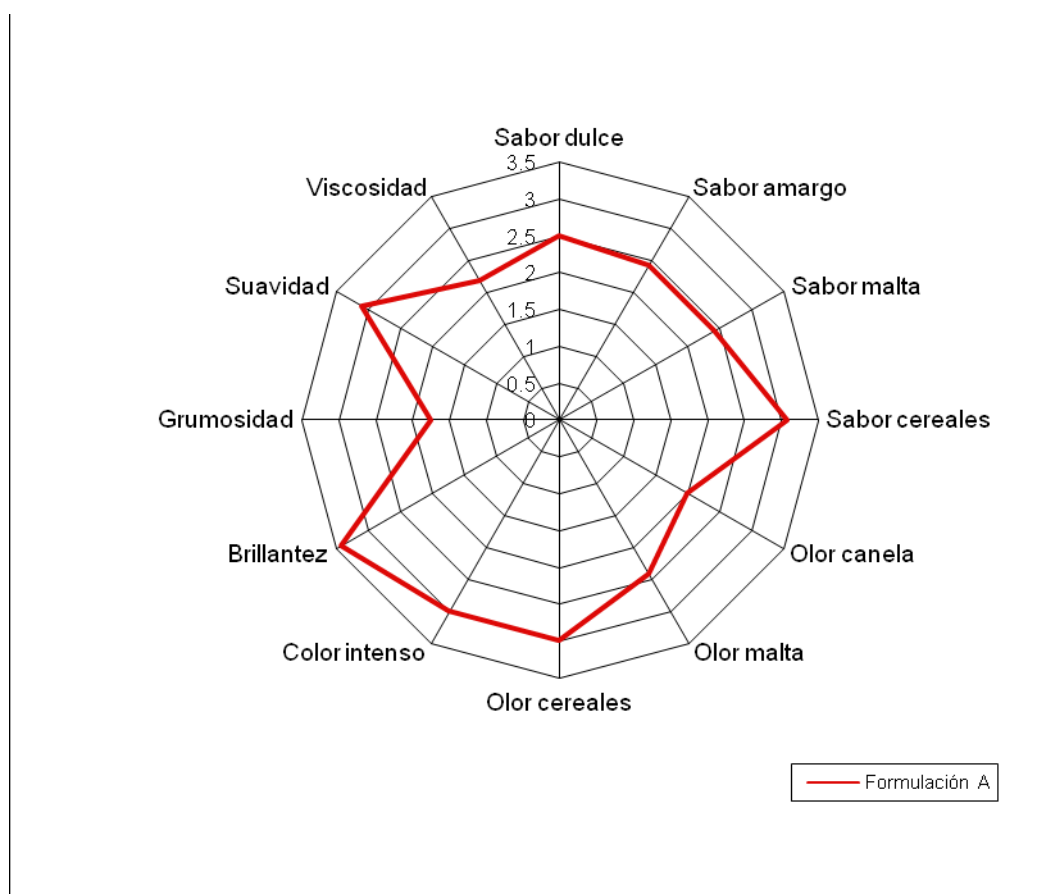
De la formulación A, se realizó así mismo un análisis de aceptabilidad. Se realizó el análisis únicamente a dicha muestra ya que ésta fue la preferida por los panelistas. Como se puede ver en la gráfica No. 3, los resultados de dicho análisis mostraron que los evaluadores encontraron la muestra bastante aceptable ya que todas las respuestas se mantuvieron desde disgusto moderado hasta gusto moderado. Así mismo se les solicitó que colocaran sugerencias para mejorar el sabor a manera de encontrar variables del producto que sean apetecibles a consumidores potenciales. Entre las recomendaciones dadas está la adición de saborizantes de vainilla, banano y también chocolate. En general, la formulación A fue agradable a la mayoría de los panelistas.

Gráfica No. 3: Aceptabilidad formulación A

A manera de complementar los resultados obtenidos en los primeros dos análisis sensoriales se realizó un último análisis descriptivo, en donde se calificaron algunas de las características del producto: características de sabor – dulce, amargo, a malta, a cereales, olor – a canela, a malta, a cereales, textura – grumosa, suave y viscosa, y color –intenso, brillante. Como se puede observar en la gráfica No. 4, las características más sobresalientes de esta mezcla son su sabor y olor a cereales, la brillantez e intensidad de su color y su textura suave, fácil de ingerir. En los parámetros evaluados se puede observar que los valores más bajos fueron atribuidos al olor a canela, lo cual es deseable puesto que no se quisiera una bebida cuyo ingrediente secundario fuera la canela, sin embargo fue el ingrediente más percibido. También entre los aspectos con menos valor otorgado está la grumosisidad. Esto es altamente deseable puesto que una bebida de este tipo debe tener una textura agradable al consumidor, y muy pocas veces el consumidor acepta algo grumoso. Además, la hidrólisis de los sólidos permite

que esta característica se reduzca considerablemente en este tipo de bebidas. También influye el modo de preparación en la obtención de grumos, por tanto, se asume por estos resultados que la preparación de las muestras fue la adecuada. Otro aspecto evaluado que obtuvo una valoración baja fue la viscosidad de la mezcla. Esto también es deseable puesto que la preparación fue realizada con una cantidad estándar de sólidos, y esto da lugar a la sugerencia de que la adición de más sólidos hidrolizados permitan que el producto llegue a una viscosidad sensorial mayor, y lo anterior apoya la hipótesis planteada en este trabajo.

Gráfica No. 5: Perfil descriptivo formulación A



En general, el uso de la amilasa disponible por el proceso de germinación de las semillas de maíz y cebada permite mejorar la calidad funcional del producto, así como su sabor. Un ejemplo práctico de los beneficios de este

procesamiento es el de un niño de tres años, quien ingiere una cantidad aproximada de X g de producto. Sin la hidrólisis de las semillas de la harina, la calidad funcional del producto no le permite ingerir lo que necesita puesto que éste es muy espeso y, sin embargo, al disminuir la viscosidad del producto final, esto ocasiona un aumento en la concentración de sólidos contenidos en un vaso de bebida, por ejemplo, y por lo tanto, hay un aumento en la nutrición del niño. Este es uno de los muchos beneficios de realizar una germinación de las semillas destinadas a ser utilizadas como harinas para bebidas.

IX. CONCLUSIONES

- Las formulaciones elaboradas presentaron una cantidad de sólidos solubles mayor que cualquier otra muestra –Incaparina, Bienestarina, Vitacereal y la homóloga formulación con semillas no germinadas. Esto comprueba que la hipótesis planteada anteriormente es aceptada como cierta, ya que en efecto se logró una viscosidad sensorial igual con mayor cantidad de sólidos hidrolizados que no hidrolizados. La diferencia fue significativa, y esto lleva a la conclusión que la germinación de la cebada y el maíz permite solubilizar más sólidos que la no germinación.
- La formulación A obtuvo mayor preferencia y mayor aceptabilidad por parte de los panelistas. La preferencia se debió mayormente a la característica de sabor, olor y textura en general. Algunas recomendaciones propuestas por los panelistas incluyen mejoras en el sabor del producto, como la adición de saborizantes ampliamente conocidos por el mercado guatemalteco como vainilla y banano. Se hicieron sugerencias de adición de saborizantes como vainilla.
- En comparación con las demás bebidas a base de mezclas vegetales que están actualmente en el mercado, las formulaciones germinadas mostraron características funcionales de alta efectividad, como lo es una consistencia más fluida, un Índice de Absorción de Agua y de Sólidos Solubles mayores que cualquier otra mezcla, un tamaño de partícula dentro de un rango aceptable a pesar de utilizar equipo no industrial, y una sedimentación baja en comparación con la Incaparina.

X. RECOMENDACIONES

- La adición de un complejo vitamínico siempre es recomendado aunque en el presente proyecto no se pudo realizar. Es considerado de suma importancia el agregar este componente a la mezcla para obtener un producto completo.
- Se recomienda la utilización de equipo de molienda más efectivo para poder obtener una mezcla con un tamaño de partícula debajo de los 100 mesh, así como equipo adecuado para la deshidratación de atoles, como puede ser un secador de tambor o un spray dryer, o secador de aspersion.
- Se recomienda la elaboración de pruebas para determinar la relevancia de la germinación del maíz en esta mezcla, y verificar que el aumento en la solubilidad y disminución de viscosidad depende o no también de la germinación de este producto. Esto es recomendado ya que se sospecha de la pérdida de algunos aminoácidos del maíz cuando se lleva a cabo este proceso.
- Se recomienda la elaboración de un estudio para determinar los niveles de amilasa producidos por la germinación de los distintos cereales y demás semillas utilizados en la producción de atoles y bebidas en América. De esta manera se puede determinar la efectividad de diferentes productos en el aumento de la solubilidad de mezclas vegetales y su posible uso en la industria y nutrición mundial.
- Se recomienda la elaboración de un análisis biológico de este producto para estudiar más a profundidad la biodisponibilidad de sus componentes.

- Así mismo se sugiere la realización de un análisis de la calidad de proteína que este producto aporta, así como los beneficios de la densidad energética en niños.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, R. A.; Conway, H. F.; Pfeiffer, U. F. & Griffing, E. L. 1969. *Gelatinization of corn grits by roll and extrusion - cooking*. Cereal Sci. Today, v. 14, p. 4.
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Thirteenth Edition. Association of Official Analytical Chemists (publisher), Washington, DC 20044, USA, 1018p.
3. Behar, M. 1968. *Health problems in pre-school children (2)*. Central America. J.Trop. Ped. 14:233-241.
4. Bressani, R.; R. Paz y Paz, y Scrimshaw, N.S. 1958. *Chemical changes in corn during preparation of tortilla*. J. Agriculture and Food Chemistry. 6:770-774
5. Bressani, R. & M. Behar. 1964. *The use of plant protein foods in preventing malnutrition*. In: Proc. 6th International Congress of Nutrition, Edinburgh 9-15 August, 1963
6. Bressani, R. 1996. *Vegetable proteins for human consumption*. Publicación: 50 años de Investigación en Alimentación y Nutrición, INCAP/OPS.
7. Bressani, R. 2004. *Desarrollo, Evaluación y Factibilidad de Producción de Alimentos de Alto Valor Nutritivo para la Alimentación Complementaria de Niños Preescolares*. Programa Mundial de Alimentos.
8. Callejo, G. M. J. 2002. *Industrias de cereales y derivados*. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. pp. 21-23, 25-36, 169-175.
9. CODEX Alimentarius. CAC/GL 08-1991. Directrices sobre preparados alimenticios complementarios para lactantes de más edad y niños pequeños.
10. Elías, L. *Concepto y Tecnologías para la Elaboración y Uso de harinas Compuestas*.
11. En Cifras: Guatemala. 1999. Vol.1, No. 1.

1. García, R. 2004. *Sistemas de Deshidratación de Alimentos*. Industria y Alimentos. Año 6, No. 23.
2. Iqbal hassain M., M.A. Wahed y S. Ahmed. 2005. *Increased food intake after the addition of amylase-rich flour to supplementary food for malnourished children in rural communities of Bangladesh*. Food and Nutrition Bulletin, vol. 6, no. 4:323-329
3. Miller, E. 1967. *Within the Living Plant*. The Blakiston Company, Inc. New York, U.S.A. 344 p.p.
4. Scrimshaw, N.S. and M. Behar. 1960. *Protein malnutrition in young children*. Science 133:20939-2047
5. Wahed, M.A., D. Mahalanabis, M. Begum, M. Rahman, y M.S. Islam. 1994. *Energy-dense weaning foods liquefied by germinated-wheat amylase: Effects on viscosity, osmolality, macronutrients, and bacterial growth*. Food and Nutrition Bulletin, vol. 15, no. 3:257-261
6. http://www.bvssan.incap.org.gt/bvs_incap/E/publica/notas/notatec6.pdf,
7. http://www.diodora.com/documentos/nutricion_soja.pdf#search=%22soya%2Bvalores%20nutricionales%22
8. http://www.euita.upv.es/variados/biologia/Temas/tema_17.htm
9. <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s08.htm>
10. <http://www.imss.gob.mx/cuadrosbasicos/alimentos/Resultado.aspx?subgrupo=SOYA>
11. <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.asp>
12. <http://www.ivu.org/spanish/trans/vsuk-cereals.html>
13. http://www.organicconsumers.org/espanol/090805_maiz.htm
14. <http://www.solae.com/company/sp/soyessentials/soyessentials.html>
15. <http://tilz.tearfund.org/Espanol/Paso+a+Paso+610/Paso+a+Paso+8/Ma+neras+Tradicionales+de+Preparar+la+Comida.htmkaka>
16. <http://www.tofu.com.mx/cgi-bin/contenido.cgi?p=soya>

XII. APÉNDICE

1. Boleta de análisis de preferencia

Instrucciones:

A continuación se le presentan tres pares de muestras. Es importante no cambiar el orden. Probar cada par de izquierda a derecha tomando agua entre cada muestra e indicando con un círculo la muestra que prefiere de cada par. Cualquier comentario ponerlo en la parte de abajo.

Par 1		Par 2		Par 3	
437	951	108	526	760	349
Comentarios		Comentarios		Comentarios	

2. Boleta de análisis de aceptabilidad

Instrucciones:

Probar la muestra y califíquela de 1 a 5 según la escala de abajo:

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. Me gusta mucho | 4. Me disgusta |
| 2. Me gusta moderadamente | moderadamente |
| 3. Ni me gusta ni me disgusta | 5. Me disgusta mucho |

3. Boleta de análisis descriptivo

Instrucciones:

Pruebe la muestra y califique de 1 a 5 según la escala: 0 –nada, 1 – muy poco, 2- poco, 3- ni mucho ni poco, 4- mucho, 5- demasiado. Evaluar

cada uno de los aspectos que se le indican a continuación. Cualquier comentario, favor escribirlo en la parte de abajo.

Sabor:

Dulce _____

Amargo _____

A malta _____

A cereales _____

Olor:

A canela _____

A malta _____

A cereales _____

Color:

Intenso _____

Brillante _____

Textura:

Grumosa _____

Uniforme _____

Viscosa _____

Comentarios
