

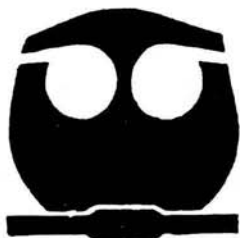


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

DESARROLLO DE TRES PRODUCTOS INSTANTANEOS DE
ALTO VALOR NUTRITIVO PARA PREESCOLARES.

T E S I S
M A N C O M U N A D A
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO(A) DE ALIMENTOS
P R E S E N T A N :
FIDEL GALLARDO TORRES
SANDRA SALMERON TREJO



MEXICO, D. F. EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado:

Presidente. Prof. Angela Sotelo López
Vocal. Prof. Lucía Gabriela Bacuñan Termini
Secretario. Prof. Lucía Cornejo Barrera
1er. Suplente. Prof. Leticia Gil Vieyra
2do. Suplente. Prof. Patricia Severiano Pérez

Sitio donde se desarrolló el tema:

Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química, Laboratorio 111,
Edificio E, Departamento de Farmacia.

Asesor del tema:



M. en C. Angela Sotelo López

Supervisor Técnico:



M. en C. Rosa María Argote Espinosa

Sustentantes:



Fidel Gallardo Torres



Sandra Salmerón Trejo

Agradecimientos.

A la maestra Angela Sotelo López por brindarnos la oportunidad de conocerla y trabajar a su lado. Gracias por la confianza que nos dio en todo momento.

A Rosita Argote y Lety Gil por la amistad, el cariño, la paciencia y el apoyo que nos han dado. Gracias por todo.

A Argelia por la amistad y ayuda proporcionada a lo largo de éste trabajo.

A Lucy Cornejo por las facilidades otorgadas para trabajar, parte de éste proyecto, en el Laboratorio 4-A de la Facultad de Química.

A Agustín Reyó por su asesoría en el manejo de equipo de laboratorio.

Al Prof. Juan Guzmán por sus comentarios y apoyo durante éste proyectos.

Al Lic. Jonathan Martínez y a IFF por habernos proporcionado los sabores para los productos de este proyecto.

Al Mtro. Joaquín Arcos Galíndez director de la escuela primaria de tiempo completo "Prof. Antonio I. Delgado Casarrubias" clave: 24-1039-157-21-X-016, por las facilidades otorgadas para la realización de la evaluación sensorial.

A la profa. Fabiola Jazmín Paget directora del jardín de niños bilingüe "Jean Peaget" por las facilidades otorgadas para la realización de la evaluación sensorial.

A Juan Salmerón y María Elena Trejo por su ayuda durante la realización de la evaluación sensorial.

A todos los niños que participaron en la evaluación sensorial. Gracias por su entusiasmo.

Dedicatorias.

A mis padres, Juan y María Elena por el amor, la confianza, la paciencia y la libertad que siempre me han dado. Todas las palabras son insuficientes para agradecerles todo lo que han hecho por mí; sin ustedes a mi lado no hubiera logrado llegar hasta donde me encuentro ahora. Gracias por la familia que me dieron y por enseñarme que los sueños siempre pueden alcanzarse, aún cuando el camino para lograrlos parezca difícil o imposible. Estoy orgullosa de ustedes, los amo con todo mi corazón.

A Oscar por ser el hermano que eres, por el amor y apoyo que siempre me has mostrado. Tú ejemplo de dedicación y esfuerzo me ha impulsado a lograr muchas cosas. Gracias por estar siempre a mi lado.

A Fidel por la ayuda y la paciencia que me has tenido a lo largo de éste proyecto y en toda la carrera; pero sobre todo por creer en mí, por el amor, la amistad y el apoyo que me das como pareja. Gracias por todos y cada uno de los momentos que hasta ahora has compartido conmigo, espero que esos momentos se conviertan en toda una vida. Te amo.

A Yuyis, Gabys, Fidelito, Alberto, Poncho, Darío, Carlitos y Juan por ser los mejores amigos que pude encontrar, sin ustedes mi paso por la Facultad no hubiera sido tan grato. Las pláticas, los consejos, las reuniones y sobre todo las vacaciones son algunos de los momentos por los cuales siempre les voy a estar agradecida. Los quiero mucho y espero que siempre estemos juntos para compartir más logros.

A la Familia Trejo Ramírez por el cariño que siempre me han dado. Los quiero mucho.

A la Familia Gallardo Torres por el cariño que me han brindado. Gracias por abrirme las puertas de su casa.

A Seomara por ser como una hermana para mí, aún cuando la distancia se interpuso entre nosotras.

A mi muy querida UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO por forjarme como profesionista y mejor persona y por darme a los mejores amigos.

.....cómo no te voy a querer si mi corazón es puma y mi piel dorada siempre te querré.....

Atte: Sandra

Dedicatorias.

A mis padres les dedico este trabajo por toda la confianza que han depositado en mí, por darme la oportunidad de tener una educación, así como darme la posibilidad de desarrollarme dentro de un hogar con mucho amor, lo que soy ahora se los debo a ustedes, gracias. Los quiero mucho.

A mis hermanos por todo el apoyo que me han brindado, el ejemplo con el cual he aprendido de ustedes, pero sobretodo por el cariño que existe entre nosotros. Gracias.

A mi tía Socorro † por todo el cariño que me brindo, todo su apoyo y por su compañía en una parte de mi vida en la cual me marcó como persona.

A Sandra porque desde que te conozco me brindaste tu amistad incondicional, me has dado todo tu apoyo a lo largo de toda la carrera y en los momentos en los que te necesite, por todos los momentos que hemos compartido como pareja, por el cariño que nos tenemos, porque sin ti simplemente no sé que seria de mi persona. Gracias. Te amo.

A Sandra, Gaby, Yuyis, Carlos, Alfonso, Darío y Alberto porque me han brindado su amistad incondicional y su apoyo en todo momento, por todos los momentos que hemos compartido, por las vacaciones, por las fiestas, porque me han enseñado lo que es un amigo. Gracias. Los quiero mucho.

A Emmanuel, Julio, Gustavo, Rodolfo por todo el apoyo que me han dado, por el grupo que hemos formado, por la amistad que tenemos, por las vacaciones, por las fiestas, por todo. Gracias.

A las familias Hurtado Gallardo y Gallardo Flores por todo el apoyo que me han brindado. Gracias.

A la familia Salmerón Trejo por todo el apoyo recibido, la hospitalidad y el trato que han tenido conmigo. Gracias.

Atte: Fidel

ÍNDICE GENERAL

TEMA.	Página
Introducción	9
Objetivos	
General	10
Específicos	10
Antecedentes	
1. Alimentos instantáneos	11
2. Alimentación preescolar	12
2.1. Características de la alimentación preescolar	12
2.2. Requerimientos nutricionales del preescolar	14
3. Complementación	16
4. Proteínas	18
4.1. Proteínas como nutrimento	18
4.2. Valor biológico de las proteínas	19
5. Arroz	20
5.1. Producción de arroz	24
5.1.1. Aspectos generales	24
5.1.2. Producción	25
6. Garbanzo	29
6.1. Producción de garbanzo	32
6.1.1. Aspectos generales	32
6.1.2. Producción	33
7. Leche en polvo	37
7.1. Producción	39
8. Propiedades físicas, reológicas y de estabilidad	40
8.1. Propiedades físicas	40
8.1.1. Humectabilidad	41
8.1.2. Densidad	41
8.2. Prueba de reconstitución	42
8.2.1. Volumen de sedimentación	42

8.3. Pruebas reológicas	43
8.3.1. Ángulo de reposo	43
8.3.2. Velocidad de flujo	45
8.4. Prueba de estabilidad	45
8.4.1. Estabilidad al calor	45
9. Aditivos alimentarios	46
9.1. Colorantes	47
9.2. Edulcorantes	47
9.3. Emulsificantes	48
9.4. Gelificantes , estabilizantes y espesantes	49
10. Análisis sensorial	51
10.1. Aspectos generales	51
10.2. Las propiedades sensoriales	52
Metodología	
Materias primas	57
Metodología de la investigación	57
Diagrama general de la investigación	58
Descripción de la metodología	60
Elaboración de harinas	60
Elaboración de mezclas de harinas	60
Optimización de las mezclas de harinas seleccionadas	61
Análisis proximal	63
Determinación de humedad analítica	63
Determinación de cenizas	65
Determinación de grasa cruda	67
Determinación de proteína cruda	69
Determinación de fibra cruda	72
Determinación de hidratos de carbono asimilables	74
Pruebas físicas	75
Densidad	76
Humectabilidad	78
Prueba de reconstitución	79
Volumen de sedimentación	79

Pruebas reológicas	80
Ángulo de reposo	80
Velocidad de flujo	82
Prueba de estabilidad	83
Estabilidad al calor	83
Análisis microbiológico	84
Determinación de mesófilos aerobios	84
Determinación de coliformes totales en placa	86
Determinación de hongos y levaduras	88
Determinación de <i>Staphylococcus aureus</i> .	90
Evaluación sensorial	92
Comparación por pares	92
Resultados y discusión	96
Conclusiones y recomendación	125
Bibliografía	127
Anexo 1	131

INTRODUCCIÓN

Es indiscutible que una alimentación correcta es esencial para toda la vida, para mejorar el rendimiento y lograr una recuperación óptima, luego de haber realizado un esfuerzo físico importante. En la etapa preescolar se requiere de una alimentación correcta que tiene como resultado una adecuada condición de nutrición. La buena alimentación durante esta etapa contribuye a que el niño crezca y se desarrolle normalmente, goce de buena salud, tenga buenas defensas contra infecciones y, cuando se enferme, se recupere con facilidad. La producción de alimentos instantáneos representa una alternativa de alimentación en nuestros tiempos, dado que por las diversas actividades que nos exigen cada vez una mayor demanda de tiempo, lo que se busca es comer algo nutritivo y rápido. Actualmente se busca incrementar el valor nutricional de los alimentos instantáneos en polvo, así como mejorar sus características físicas. Como una alternativa para cumplir este fin ha surgido el empleo de mezclas de cereales, leguminosas y productos de origen animal buscando incrementar el contenido de proteína por medio de la complementación. La complementación consiste en la elaboración de mezclas de dos o más alimentos baratos con baja calidad proteínica pero que al mezclarse dan lugar a una composición de aminoácidos más balanceados y una mayor calidad proteínica. En el presente trabajo se pretende desarrollar tres alimentos instantáneos de alto valor nutritivo para preescolares, con el empleo de mezclas de harinas de garbanzo: arroz al 50:50% de proteína, harinas de garbanzo: arroz: leche en polvo al 25:25:50% de proteína y harina de arroz: leche en polvo al 40:60% de proteína para tener mezclas con un contenido final del 15% de proteína, pues el arroz y el garbanzo son dos alimentos de alto consumo, bajo precio y además con gran disponibilidad en el país, con el fin de lograr una buena complementación y así elevar la calidad de la proteína presente.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar tres alimentos en polvo de alto valor nutritivo y de rápida preparación elaborados a partir de mezclas de harinas de garbanzo, arroz y leche en polvo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Elaborar harinas de arroz y garbanzo y realizar el análisis proximal a las harinas de arroz, garbanzo y leche en polvo.
- Encontrar las proporciones adecuadas de cada harina y leche en polvo para la obtención de productos agradables.
- Realizar el análisis proximal, así como las pruebas físicas, de reconstitución, reológicas y de estabilidad en las mezclas de harinas seleccionadas.
- Optimizar las mezclas encontrando las proporciones adecuadas de los diferentes aditivos empleados (estabilizante, emulsificante, espesante, colorante, saborizante)
- Llevar a cabo las pruebas físicas, de reconstitución, reológicas y de estabilidad a los productos desarrollados.
- Llevar a cabo el análisis proximal a los tres productos desarrollados.
- Realizar el análisis microbiológico a los tres productos desarrollados.
- Llevar a cabo el análisis sensorial de los tres productos desarrollados con 100 niños preescolares y escolares.

ANTECEDENTES

1. ALIMENTOS INSTANTÁNEOS

La producción de alimentos instantáneos representa una alternativa de alimentación en nuestros tiempos porque disminuye el tiempo de preparación, este tipo de alimentos es diseñado para disolver o dispersar partículas pequeñas más rápidamente en agua o en una solución acuosa.

Para mejorar la capacidad de hidratación y acelerar la dispersión y disolución de los productos en polvo se ha tratado de acelerar dicho proceso de instantaneización. Además uno de los objetivos que se busca al realizar polvos instantáneos tiene como finalidad el mejorar la calidad nutritiva y aceptabilidad de éstos.

Al verter el polvo en la superficie del líquido pueden ocurrir diferentes situaciones:

- a) Penetración del líquido dentro de la estructura del poro debido a la capilaridad (hidratación)
- b) Hundimiento de partículas o porciones del polvo dentro del líquido (sedimentabilidad)
- c) Dispersión del polvo en el líquido (dispersabilidad)
- d) Si la sustancia es soluble, hay disolución de las partículas en el líquido (solubilidad)

Estas cuatro situaciones anteriores son características de los productos en polvo instantáneos. (1)

2. ALIMENTACIÓN DEL PREESCOLAR.

2.1 Características de la alimentación del preescolar.

Al terminar el destete, el niño debe tener una dieta variada acorde con las necesidades que determina la etapa a que ha llegado en su desarrollo físico y psicosocial.

Entendemos por edad preescolar la comprendida desde uno hasta los seis años de vida del niño. Un niño comienza a ser preescolar cuando: 1. Se ha incorporado a la dieta general de la especie, que es omnívora. 2. Tiene ya los ocho incisivos suficientes para "cortar" cierto tipo de alimentos sólidos. 3. Puede distinguir lo dulce de lo amargo, lo salado de lo agrio. 4. Puede usar el pulgar en forma oponente, con lo que es capaz de iniciar el aprendizaje del uso de la cuchara o la tortilla.

En esta etapa se requiere de una alimentación correcta que tiene como resultado una adecuada condición de nutrición. La buena alimentación durante esta etapa contribuye a que el niño crezca y se desarrolle normalmente, goce de buena salud, tenga buenas defensas contra infecciones y, cuando se enferme, se recupere con facilidad.

Desde el primero hasta los cuatro años, los incrementos de peso y talla disminuyen en forma gradual para hacerse asintóticos de los cuatro a los seis años.

La alimentación entre los dos y cinco años no difiere fundamentalmente de la que se ofrece al preescolar de mayor edad, y, aún en el aspecto económico después del cuarto año la

dieta del niño tiene un costo semejante a la del adulto porque en la del primero se deben incluir más alimentos de alto valor biológico que cuestan más.

Los alimentos que se le ofrezcan habrán de ser de preparación sencilla, prefiriendo el cocido y el asado como técnicas de cocción, y conviene desalentar el abuso de la sal. Las grasas se deben usar de preferencia crudas y no en frituras. El horario de la alimentación y el tiempo que se dedica a las comidas están relacionados con el volumen y el peso de cada comida, que no debe exceder de 240 g; por lo que el preescolar puede tomar cuatro comidas al día, o bien, tres –de cierto volumen- y un pequeño refrigerio.

Durante esta edad no hay diferencias significativas en las necesidades alimentarias en uno u otro sexo. (2, 3)

Por lo importante de este tema es conveniente enumerar las características más destacadas de la alimentación del niño pequeño. Esta debe ser:

- 1.- Suficiente. Con ello se entiende que debe satisfacer los requerimientos nutricionales, según la edad y el estado de salud.
- 2.- Equilibrada. En sus componentes del complejo nutricional: agua, proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y minerales.
- 3.- De buena calidad. Es decir, que incluya alimentos de alto valor biológico, como lo son las proteínas de origen animal y vegetal, que contengan los nutrientes llamados esenciales.
- 4.- Digeribles. Este concepto se refiere a que su composición debe estar de acuerdo con el grado de desarrollo funcional del aparato digestivo del niño.
- 5.- Libre de contaminaciones bacterianas, químicas y de otra índole.
- 6.-Apropiadas para la edad. (4)

2.2 Requerimientos nutricionales del preescolar.

En la etapa preescolar el ritmo de crecimiento y maduración es intenso, razón por la cual los requerimientos nutricionales son altos. Estos requerimientos deben traducirse en una alimentación que proporcione todas las sustancias nutritivas que el niño necesita, en forma de preparaciones alimenticias adecuadas a su organismo. Es muy importante dar al niño pequeñas cantidades de cada uno de los alimentos que debe recibir diariamente.

Una dieta correcta debe proveer, en primer lugar, una cantidad suficiente de energía, ni escasa ni excesiva, además de que debe guardar una relación de proporción entre sus componentes.

A partir del segundo año de vida, los requerimientos de energía y proteína decrecen en forma relativa pero simultánea a los siguientes hechos:

- a. Disminución de los requerimientos metabólicos.
- b. Disminución en el efecto térmico de los alimentos, originada por balance positivo de nitrógeno.
- c. Disminución en el crecimiento "verdadero"; este es, en los incrementos, no en el tamaño.
- d. Peculiaridades propias del nivel de desarrollo psicosocial que corresponden al preescolar. (2, 3)

Las recomendaciones de energía son de 1300 kcal/ día para niños de uno a tres años de edad (con extremos de 900 a 1800 kcal/ día) y de 1700 para los de cuatro a seis años (variaciones de 1300 a 2300 kcal/ día).

Para los niños preescolares la proporción adecuada implica que no más del 10% de la energía debe ser provista por las proteínas; se sugiere ingerir 23 g/ día para niños de uno a cuatro años y 30 g/ día para niños de cuatro a seis, esto significa que el uso abundante de las proteínas de alto valor biológico pueden representar sólo 7% de la energía de la dieta. No menos del 60% de la energía debe ser provista por hidratos de carbono (glucosa); y no más del 30% debe provenir de los lípidos (ácido linolénico y ácido linolénico; siendo los aceites vegetales mejores que las grasas animales).

Por otra parte, deben ser variados los alimentos que integran la dieta, e incluir una buena porción de alimentos vegetales: cereales, leguminosas, frutas y verduras. (2, 5)

De las proteínas de origen vegetal las provenientes de las leguminosas son capaces de cubrir, al menos en gran medida, las necesidades proteínicas de los niños y, las de los cereales son fuente bastante abundante de proteína y de otros elementos nutritivos. (6)

3. COMPLEMENTACIÓN

El término complementación de los alimentos, se aplica a las diferentes formas usadas para elevar su valor nutritivo. La intención de realizar una complementación es el de proveer alimentos de mayor calidad nutritiva, que puedan ser de fácil adquisición debido a que se emplean alimentos de gran disponibilidad. La condición para que se realice la complementación es que el(los) aminoácido(s) deficiente en un alimento, este presente en el otro alimento y viceversa.

La complementación consiste en la elaboración de mezclas de dos o más alimentos baratos con baja calidad proteínica pero que al mezclarse den lugar a una composición de aminoácidos más balanceados y por tanto una mayor calidad proteínica.

Los alimentos más usados para este fin son los cereales y las leguminosas, este método es la aplicación de un procedimiento ya usado en forma natural por varios pueblos desde hace siglos, tal como la mezcla de maíz-frijol, que continúa en México y Centroamérica. (7)

Las leguminosas y cereales tienen la mayor contribución de proteína en los países en desarrollo. Los cereales se caracterizan por poseer buena cantidad de hidratos de carbono, aunque se considera que estos tienen baja calidad proteínica, ya que el contenido del aminoácido esencial, lisina, es limitado. El valor proteínico nutricional de los cereales es mejorado cuando las dietas se complementan con pequeñas cantidades de leguminosas o productos del reino animal. Además de mejorar la calidad proteínica, la complementación mejora significativamente las cantidades y biodisponibilidad de calcio, hierro y otros minerales importantes. Así, la mezcla de estos alimentos ha resultado tener un buen valor

nutricional. Esto se debe a que la proteína de las leguminosas tiene un gran contenido de lisina y por su parte, la proteína de cereales contribuyen con metionina y cisteína, los aminoácidos limitantes de las proteínas de leguminosas lográndose así la complementación.

Otro método para lograr la complementación es adicionar directamente los aminoácidos en que es deficiente el alimento pero resulta muy costoso, aunque ya se obtienen algunos aminoácidos en cantidades industriales como metionina y lisina; otros siguen estando poco disponibles, como el triptofano.

En la actualidad se busca desarrollar alimentos de alto valor proteínico, aprovechando la complementación de cereales con leguminosas. (8, 9)

4. Proteínas

4.1 Proteínas como nutrimento.

La función principal de la proteína en la dieta es la de proporcionar nitrógeno aminoácido para la síntesis de las proteínas y otras sustancias nitrogenadas que intervienen en la composición corporal.

Las necesidades nutritivas de aminoácidos indispensables para el hombre son conocidas y varían con la edad y las condiciones fisiológicas de los individuos (gestación, lactación crecimiento, etc.)

Cuando la composición aminoácida de la dieta difiere mucho de la ideal se habla de "desequilibrio aminoácido" y puede llevar consigo una eficacia reducida de la utilización de los aminoácidos, un retraso en el crecimiento, un incremento de la susceptibilidad a las enfermedades y/o a un deterioro permanente de la capacidad mental de los niños.

Las deficiencias aminoácidas pueden ser total o parcialmente superadas suministrando con la dieta distintas proteínas con composición aminoácida complementaria, aunque todas ellas sean de baja calidad. También puede mejorarse el balance aminoácido y la calidad global de las proteínas complementando las dietas con aminoácidos libres (generalmente L-lisina o L metionina), aunque debe considerarse que éste método resulta costoso.

La calidad de una proteína depende de su composición balanceada de aminoácidos indispensables y de su digestibilidad, que es una medida de la capacidad con la que el cuerpo humano los metaboliza y obtiene el mayor provecho de ello.

4.2 Valor biológico de las proteínas.

El valor biológico de una proteína depende de su contenido de aminoácidos indispensables, puesto que los aminoácidos son las unidades de que se sirve el organismo para su desarrollo y mantenimiento. Si una proteína carece por completo de un aminoácido indispensable, su valor biológico es nulo. La utilidad de una proteína alimentaria es la de proporcionar el aminoácido que se encuentran en cantidad mínima, denominado el aminoácido limitante. (6)

Puesto que sólo asimilamos aminoácidos y no proteínas completas, el organismo no puede distinguir si estos aminoácidos provienen de proteínas de origen animal o vegetal. Comparando ambos tipos de proteínas podemos señalar que:

Las proteínas de origen animal son moléculas mucho más grandes y complejas, por lo que contienen mayor cantidad y diversidad de aminoácidos. En general, su valor biológico es mayor que las de origen vegetal, son más difíciles de digerir, puesto que hay mayor número de enlaces entre aminoácidos por romper. Combinando adecuadamente las proteínas vegetales (legumbres con cereales o lácteos con cereales) se puede obtener un conjunto de aminoácidos equilibrado. Por ejemplo, las proteínas del arroz contienen todos los aminoácidos indispensables, pero son escasas en lisina. Si las combinamos con lentejas o garbanzos, abundantes en lisina, la calidad biológica aumenta.

5. ARROZ.

El arroz pertenece a la familia de las gramíneas, al género *Oryza* y a la especie *sativa*; y es una planta constituida por:

-Raíces: las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

-Tallo: el tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, y de 60-120 cm. de longitud.

-Hojas: las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bifida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

-Flores: son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

-Inflorescencia: es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemas estériles, la raquilla y el flósculo.

-Grano: el grano de arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariósido) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo. El grano de arroz consta de un endospermo feculento, embrión, escutelo, capa de aleurona y diversas capas de salvado. (10)

Existen diferentes tipos:

- a) Indica: *Oryza sativa indica*. El grano es ligero y de forma alargada y delgada.
- b) Japónica: *Oryza sativa japónica*. El grano es corto y grueso, además de que es el que contiene mayor cantidad de almidón.
- c) Javánica: *Oryza sativa javánica*. El grano es corto y grueso. (11)

La composición del arroz varía dependiendo de la variedad, pero en general contiene de 6-10% de proteína, 0.2-2.7% de grasa y 72-74% de carbohidratos. (12)

Los valores reportados para el contenido de proteína en el arroz entero van de 5-15.5% y para arroz pulido (remoción de las capas de salvado y aleurona) de 4.5-14.3%. La concentración de proteína es mayor en la periferia del arroz y decrece hacia el centro de la semilla. El contenido proteínico del arroz es inferior al de los otros cereales, sin embargo se considera de mejor calidad proteínica que la de los demás cereales. Las proteínas que se encuentran en mayor proporción son las glutelinas con un 80% de la proteína total. La fracción de prolamina es muy baja (menor al 3.5%)

La proteína del arroz tiene como aminoácido limitante la lisina al igual que todos los cereales, y aunque esta proteína es la de mejor calidad entre éstos, no es adecuada para el óptimo crecimiento de los niños, por lo que se puede suplementar con los aminoácidos limitantes, o se puede completar con leguminosas. (13, 14)

La fibra en el arroz entero es de 0.9%, en el arroz pulido crudo de 0.3% y en el pulido cocido de 0.2%

La concentración total de grasa es de 0.19-2.73%, los ácidos grasos del arroz pulido contienen 29% de ácidos poliinsaturados, linoléico y linolénico, en una relación de 1:1, es rico en ácido oleico.

Los valores de cenizas para el arroz pulido son de 0.26-1.95% (base seca), los minerales que la constituyen son: fósforo, potasio, silicio, magnesio, calcio, sodio y hierro. El ácido fítico se presenta en forma de sales de calcio y magnesio.

Las vitaminas presentes en el arroz son: tiamina, riboflavina y niacina, siendo las más importantes la tiamina y la riboflavina, que se encuentran principalmente en la cascarilla y el salvado del arroz. (15,16)

En el cuadro No. 1 se muestra la composición química promedio del Arroz Palay.

Cuadro No. 1. Composición química promedio del Arroz Palay ⁽¹⁰⁾

Componente por cada 100 g	Arroz Palay
Agua	15.5%
Proteínas	6.2 g
Grasas	0.8 g
Carbohidratos	76.9 g
Fibra	0.3 g
Cenizas	0.6 g
Calcio	6,0 mg.
Fósforo	150 mg..
Hierro	0.4 mg.
Sodio	2,0 mg.
Potasio	-----
Vitamina B1Tiamina	0.09 mg.
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.03 mg.
Niacina (Ácido nicotínico)	1.4 mg.

5.1 Producción de arroz

5.1.1 Aspectos generales.

La variedad de arroz "*oriza sativa indica*", que es la más común, requiere para su cultivo mucha agua de riego la cual debe ser en corriente constante para que cubra todo el terreno. Los principales elementos físicos que influyen en la producción del arroz son el agua para la irrigación, la precipitación pluvial, la temperatura y el suelo.

El buen éxito de este cultivo depende de la abundante cantidad de agua dulce de que se disponga, por el hecho de que esta planta requiere que la tierra en la cual crece esté sumergida en ella. La altura de la capa de agua se va aumentando conforme crece la planta a fin de que no se desarrollen las malas hierbas. La expansión de la cosecha también está limitada por la lluvia, debido a que este grano requiere de una humedad atmosférica relativamente alta, y una precipitación de unos 125 a 150 cm. bien distribuida durante todo el año en la región arrocera.

En cuanto a la temperatura, el arroz es una especie muy sensible a las bajas temperaturas; necesita de unos 12 a 13 °C para germinar, de 22 a 23 °C para florear y de 19 a 20 °C en la granazón.

En lo que respecta al suelo, el cultivo del arroz está difundido en diferentes tipos de suelos: tierras grises, tierras rojas, de tipo tierras negras, tierras lateríticas, etc. La principal exigencia a los suelos es el alto contenido de materia orgánica y elevada capacidad de retención de agua. (10)

5.1.2 Producción.

El arroz ocupa el tercer lugar, después del trigo y el maíz en términos de producción mundial de cereales; sin embargo, es el principal cultivo alimentario de casi la mitad del mundo. (17)

La mayor parte de la producción y consumo de arroz se concentra en una región: Asia, mientras que en Occidente, las preferencias, en el consumo se orientan preponderantemente hacia al trigo.

Los cinco principales países productores de arroz son: China, India, Indonesia, Bangladesh y Vietnam, producen alrededor del 75% de la producción total mundial.

En el cuadro No. 2 se muestran los principales países productores de Arroz Palay a nivel mundial.

En México el arroz es uno de los alimentos considerados dentro de la dieta básica del pueblo mexicano, después del maíz, frijol y trigo, estimándose un consumo per cápita de 6 Kg al año.

La producción de arroz en México, proviene principalmente de tres sistemas de cultivo; transplante bajo riego, el cual consiste en sembrar el arroz en almácigas y transplantarlo en tiempo oportuno a otra tierra y se da primordialmente en la zona Centro-Sur; siembra directa bajo riego que abarca la zona Noroeste, Noreste y Occidente; de temporal que comprende la zona Sureste.

A nivel nacional, las principales áreas productoras de arroz palay, se ubican específicamente en tres: Noreste, Sureste y Centro. En la zona Noreste destaca el estado de Sinaloa con el 2.1% de la producción total del país. En la zona Sureste sobresalen los estados de Campeche que contribuye con el 27.9%, Veracruz con un 22.8% y por último el estado de Tabasco con un 14.7% de la producción total de país. Finalmente la zona centro, en la cual destacan las entidades de Morelos y Michoacán con un 10.5% y 3.7% respectivamente, de contribución a la producción total del país. (10)

En el cuadro No. 3 se muestra la producción nacional por estados y por sistemas de cultivo de riego y temporal de Arroz Palay.

Cuadro No. 2. Principales países productores de Arroz Palay a nivel mundial.

Año agrícola 1999. ⁽¹⁰⁾

Principales países productores de Arroz Palay.

(millones de toneladas)

País	Producción Promedio	% Producción Mundial.
CHINA	182,72	33,8
INDIA	118,45	22,0
INDONESIA	49,3	9,1
BANGLADESH	26,82	5,0
VIETNAM	24,71	4,6
OTROS	138,92	25,5
MUNDIAL	540,91	100,00

Cuadro No. 3. Producción nacional de Arroz Palay. Año agrícola 2002 ⁽¹⁸⁾

Estado	Producción.		
	(TONELADAS)		
	Por riego	Por temporal	Total
CAMPECHE	21,518	37,513	59,031
CHIAPAS	40	1,136	1,203
COLIMA	9,662	1,088	10,750
GUERRERO	261	281	542
JALISCO	6,241	-----	6,241
MÉXICO	965	-----	965
MICHOACAN	7,813	-----	7,813
MORELOS	22,158	-----	22,158
NAYARIT	7,934	2,318	10,252
OAXACA	-----	1,754	1,754
QUINTANA ROO	-----	3,207	3,207
SINALOA	4,334	-----	4,334
TABASCO	2,346	28,836	31,182
TAMAULIPAS	3,677	-----	3,677
VERACRUZ	14,672	33,526	48,198
TOTAL	101,621	109,686	211,307

6 GARBANZO

El garbanzo pertenece al género *Cicer* y a la especie *arietatum* L. Se conocen tres variedades que se distinguen por el color de la semilla: la amarilla, la rojiza y la negra. La variedad amarilla es de semilla grande y se usa casi exclusivamente en la alimentación del hombre. La planta puede alcanzar una altura de 60 cm y esta constituida por:

-Raíces: las raíces son profundas y tallos ramificados y pelosos. La planta tiene numerosas glándulas excretoras.

-Hojas: las hojas pueden ser paripinnadas o imparipinnadas. Los folíolos tienen el borde dentado.

-Flores: Las flores en la planta de garbanzo son axilares solitarias.

-Frutos: son en vaina bivalva con una o dos semillas en su interior que suelen ser algo arrugadas. La planta tiene dos cotiledones grandes. (19)

Es una leguminosa de gran importancia en nuestro país, por su amplio consumo y alta disponibilidad, pues México es uno de los principales productores ; además la calidad de su proteína es una de las mejores entre las leguminosas y presenta una muy baja concentración de tóxicos y factores antinutricionales. (20,21)

Su contenido de proteína está entre 17-26% y está constituida por albúminas y globulinas, encontrándose éstas últimas en mayor proporción que las albúminas.

Aunque su calidad no es la ideal en comparación con el contenido y calidad de las proteínas animales, pues son ricos en lisina, fenilalanina y treonina, y pobres en metionina y cisterna. Siendo los dos últimos los aminoácidos limitantes. (22,23)

La proteína del garbanzo es deficiente en aminoácidos azufrados pero rica en lisina, por lo cual se emplea para complementar a las proteínas de los cereales, las cuales son deficientes en lisina y ricas en aminoácidos azufrados, obteniéndose de esta forma una mezcla con un adecuado balance de aminoácidos. (24,25)

La cantidad de grasa oscila entre 4-8% y destaca la relativamente alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados (52.60%) en relación a los otros tipos de ácidos grasos.

Es una buena fuente energética pues su contenido de hidratos de carbono está alrededor del 60%. El contenido de fibra es en promedio del 5%. Además es rico en calcio, hierro y fósforo y también en vitaminas del complejo B. (22,23). En el cuadro No. 4 se presenta la composición química promedio del Garbanzo Grano Blanco.

Los factores tóxicos o antinutricionales característicos de las leguminosas, impiden que estas se aprovechen nutricionalmente en forma adecuada. Sin embargo, el garbanzo contiene bajas cantidades de estos factores comparado con otras leguminosas, y la cantidad de los mismos varía según la variedad de garbanzo.

Contiene inhibidores de la amilasa salival, de amilasa pancreática y bajo contenido de inhibidores de tripsina y quimotripsina pero estos inhibidores de enzimas se destruyen durante la cocción. En cuanto a los taninos que pueden llegar a interactuar con las proteínas de los alimentos formando complejos no metabolizables y bajando el valor nutricional de los mismos, están ausentes o en muy bajas concentraciones en la mayoría de las variedades de garbanzo.

El garbazo contiene oligosacáridos (galactósidos) que son azúcares de bajo peso molecular los cuales no pueden ser metabolizados por las enzimas del aparato digestivo, llegando al intestino grueso donde la flora microbiana las degrada produciendo compuestos gaseosos y causando flatulencia.

A pesar de lo anterior se considera al garbazo como una leguminosa con mínimas concentraciones de factores antinutricionales. (16, 26)

Cuadro No. 4. Composición química promedio del Garbazo Grano Blanco⁽⁶⁾

Componente por cada 100 g	Garbazo Grano Blanco.
Agua	11%
Proteínas	20,1 g
Grasas	5,4 g
Carbohidratos	61,5 g
Fibra	4,9 g
Cenizas	2,9 g
Calcio	149 mg
Fósforo	-----
Hierro	7,2 mg
Vitamina A	300 U.I.
Vitamina B1(Tiamina)	0,40 mg.
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,18 mg.
Niacina (Ácido nicotínico)	1,6 mg.
Vitamina C (ácido ascórbico)	5,0 mg.

6.1 Producción de garbanzo.

6.1.1 Aspectos Generales

Actualmente es un cultivo de suma importancia en algunos estados de la República Mexicana, pues representa una fuente de proteínas en la alimentación animal y humana y, además hay mayor ganancia cuando la producción se dedica a la exportación.

La mayor importancia de este cultivo estriba en el beneficio social que aporta al medio rural mexicano, pues de las 150,000 ha de garbanzo que se siembran al año en el país, 135,000 son cultivadas por familias de escasos recursos. (27)

El garbanzo es una planta no exigente que se adapta a climas templados, fríos e incluso en climas cálidos – secos. (16).

El cultivo anual del garbanzo, para mayores rendimientos, se recomienda sembrar en otoño-invierno, pues las temperaturas altas traen como consecuencia bajos rendimientos en la producción. Puede usarse como cultivo de invierno, para no interferir en los cultivos importantes de verano.

La planta de "*Cicer arietinum*" no requiere mucha agua por lo que no se hace difícil su cultivo en muchas comunidades. Es un cultivo con el cual la familia rural mexicana está ampliamente familiarizada. Es capaz de completar su ciclo vegetativo y producir cosecha en condiciones de poca humedad en el suelo. El área de cultivo se recomienda sea en zonas situadas entre los 15° y los 40° de latitud norte.

6.1.2 Producción.

El garbanzo ha sido un grano altamente consumido en el continente asiático a tal grado que en esa región se encuentra cerca del 85% de la producción mundial y aproximadamente el 60% de las importaciones de garbanzo las realiza ese continente.

En el año 1994-1997 México ocupó el quinto lugar en la producción mundial de garbanzo contribuyendo con un 2.7% de la producción total mundial. Los principales países productores de garbanzo son cinco: India, Turquía, Pakistán, Irán y México, que en su conjunto produjeron en este lapso el 88% del total mundial.

En el cuadro No. 5 se presentan los principales países productores de garbanzo grano blanco.

En México es posible cultivar una amplia gama de productos. Uno de estos productos es el garbanzo, el cual es considerado hoy en día el 95% de la superficie cultivada en nuestro país se realiza con variedades generadas en México.

En nuestro país, en el año 2002, la ubicación de las zonas productoras de garbanzo blanco, está prácticamente bien definida. Por un lado encontramos la zona Noroeste que en la actualidad aporta más de las dos terceras partes de la producción, y por otro a la zona del Bajío con un poco menos de la tercera parte de la producción total del país. La producción restante se distribuye en un total de 11 entidades más, situadas en diversas zonas del país.

La zona Noroeste está conformada por tres entidades: Sinaloa, cuya región se considera la principal entidad productora del país con un 70.33% de la producción total; le siguen en importancia los estados de Sonora con un 12.35% de la producción y, Baja California Sur con el 3.28% de la producción total del país.

En la zona del Bajío, que es la segunda en importancia, las entidades que destacan son: en primer lugar el estado de Michoacán con el 6.12% de la producción total del país; Jalisco, en segundo lugar con un 3.40% y por último Guanajuato con el 2.86% de la producción total. El resto de los estados productores contribuyen con el 1.65% de la producción total del país.
(28).

En el cuadro No. 6 se presenta la producción nacional por estados y por sistemas de cultivo de riego y temporal de Garbanzo Grano Blanco.

Cuadro No. 5. Principales países productores de Garbanzo Grano Blanco a nivel mundial.

Años 1994-1997. ⁽²⁸⁾

(miles de toneladas)

País	Promedio (1994-1997)	% Producción Mundial.
INDIA	4,630.75	64.6
TURQUÍA	764.50	10.7
PAKISTÁN	450.0	6.3
IRAN	308.75	4.3
MÉXICO	196.50	2.7
MUNDIAL	7,164.00	100.0

Cuadro No. 6. Producción Nacional de Garbanzo Grano Blanco. Año agrícola 2002⁽¹⁸⁾

Estado	Producción.		
	(TONELADAS)		
	Por riego	Por temporal	Total
BAJA CALIFORNIA NORTE	-----	8	8
BAJA CALIFORNIA SUR	7,699	-----	7,699
CHIAPAS	-----	30	30
DURANGO	4	-----	4
GUANAJUATO	2,327	4,404	6,731
GUERRERO	1	483	484
HIDALGO	4	74	79
JALISCO	3,154	4,851	8,005
MICHOACAN	5,339	9,043	14,383
NAYARIT	20	5	25
NUEVO LEON	-----	3	3
AOXACA	15	2,936	2,951
QUERETARO	72	140	212
SAN LUIS POTOSI	70	7	77
SINALOA	154,114	11,203	165,317
SONORA	28,874	160	29,34
TAMAULIPAS	12	1	13
TOTAL	201,704	33,349	235,053

7 LECHE EN POLVO

La fabricación de la leche en polvo se ha desarrollado cada vez más en los últimos años dado que esta es la mejor forma de conservar la leche. Es el producto lácteo que más se asemeja a la leche fluida (después de reconstituida) por su composición, sabor, aroma y valor nutritivo.

Para su fabricación se precalienta la leche y se concentra a 45-48 % de sólidos. Esta concentración es necesaria para obtener un producto de grano más pesado y por tanto, con mayor densidad de empaque. La leche es dividida en finas partículas, todas del mismo tamaño que en contacto con el aire caliente se secan instantáneamente.

Una de las características del gránulo de polvo obtenido por atomización es el de la formación de una película de lactosa en el exterior que le confiere una resistencia más grande a la oxidación. Las variaciones de la densidad de la leche en polvo dependen principalmente de la cantidad de aire atrapado en el gránulo.

La solubilidad de la leche en polvo tiene gran importancia comercial. La pérdida de solubilidad es debida a los cambios sufridos por la proteína durante el proceso de precalentamiento y deshidratación. La solubilidad de la leche en polvo es normalmente de 95-99 %. Su sabor se asemeja mucho al de la leche fresca pasteurizada.

El color tiene tendencia a oscurecerse con la edad del producto, y este cambio es acelerado por la humedad y alta temperatura de almacenaje. Este cambio de color es debido principalmente a la caramelización de la lactosa y a la reacción entre aminoácidos libres y la lactosa.

El valor nutritivo de la leche en polvo reconstituida es igual al de la leche pasteurizada. Durante la deshidratación las variaciones del valor nutritivo y digestibilidad son mínimas, en donde las vitaminas se ven poco afectadas.

En general la composición de la leche en polvo tiene 2% de agua, 26.5 % de proteína, 27 % de grasa, 3.8 % de lactosa y 6.05 % de cenizas. (29,30)

7.1 Producción de Leche en Polvo

Los principales países productores de Leche en polvo se muestran en el Cuadro No. 7

Cuadro No. 7. Producción de Leche en polvo en toneladas métricas⁽³¹⁾

Pais	Producción
Rusia	235 000
Brasil	180 000
Francia	170 000
Holanda	160 000
Alemania	133 000
Nueva Zelanda	115 000
Japón	90 000
Argentina	88 000
Dinamarca	78 000
Venezuela	75 000
Total mundial	1 324 000

8 PROPIEDADES FÍSICAS, REOLÓGICAS Y ESTABILIDAD DE ALIMENTOS EN POLVO.

Los alimentos instantáneos en polvo requieren cumplir con ciertos estándares físicos y químicos, por lo que se hace necesario efectuar diversas pruebas a dichos polvos debido a que para una producción adecuada y rentable se necesita averiguar si cumplen con los estándares establecidos. Las pruebas más comunes aplicadas a alimentos en polvo para saber si se pueden considerar instantáneos son: Pruebas Físicas (densidad aparente y humectabilidad), Pruebas reológicas (ángulo de reposo y velocidad de flujo), Prueba de reconstitución (volumen de sedimentación) y Prueba de estabilidad (estabilidad al calor).

8.1 Propiedades físicas.

El comportamiento físico de materiales en polvo está determinado por la magnitud del parámetro de cohesión entre las partículas.

La densidad y la compresibilidad son propiedades físicas que pueden ser correlacionadas con la cohesión.

La información cuantitativa de tales propiedades encuentra utilidad práctica como control del comportamiento de materiales en polvo durante su almacenamiento o procesamiento bajo diferentes condiciones o como criterio de calidad de las materias primas, producto semielaborado y/o terminado. (32)

Las determinaciones que comúnmente se les realiza a las leches en polvo para conocer su comportamiento físico son: humedad y densidad.

8.1.1 Humectabilidad

La humectabilidad es una medida de la habilidad del polvo para ser humedecido con agua a una temperatura dada. Es obvio que la humectabilidad depende de la superficie de los aglomerados o partículas sencillas. En general, la humectación es un proceso en el cual la fase gaseosa de la superficie de la fase sólida, es reemplazada por una fase líquida. El factor determinante para la completa humectación es la tensión interfacial entre las partículas de superficie y el agua. Cuando las partículas han sido humectadas los componentes empiezan a disolverse y dispersarse formando así, una solución concentrada, al mismo tiempo las partículas empiezan a hundirse, cuando su densidad es mayor que la del agua. (33)

8.1.2 Densidad.

La densidad de un polvo constituye una propiedad económica, comercial y funcionalmente importante. Al transportar el polvo largas distancias, naturalmente es muy importante para los fabricantes obtener una alta densidad para reducir el volumen transportado. Una alta densidad ahorra también material de envase y se reduce a la capacidad de almacenaje. La densidad de un polvo se define como el peso de un volumen dado de polvo y se expresa en g/mL, g/100mL o g/L. El valor recíproco es el volumen global que se expresa en mL/100g o mL/g. el volumen global es aplicable cuando se emplea un vaso cilíndrico para la determinación.

Los principales factores que deciden la densidad del producto son:

1. Densidad de sólidos
2. Contenido de aire ocluido en las partículas
3. Fluidez. (34,35)

8.2 Pruebas de reconstitución

Las principales pruebas que se realizan para conocer la reconstitución de un alimento en polvo son las siguientes: solubilidad y volumen de sedimentación.

8.2.1 Volumen de sedimentación.

Entre las principales pruebas que se realizan para conocer la reconstitución de una leche en polvo se encuentra el volumen de sedimentación.

Por razones termodinámicas, una vez iniciado el proceso de dispersión se desarrolla simultáneamente una tendencia del sistema a volver a un estado energéticamente más estable, manifestada por fenómenos de sedimentación, floculación y coalescencia. Si estos cambios físicos no se inhiben o controlan no se logran buenas dispersiones o éstas se perderán durante su vida en el estante.

El volumen de sedimentación (F) es la relación entre el volumen de equilibrio (Vu) y el volumen total de la suspensión (Vo)

$$F = V_u / V_o$$

Cuando aumenta el volumen de sedimentación se aparece ocupado por el volumen de sedimento, también aumenta el valor F; que normalmente es de 0-1.

En el sistema donde $F = 0.75$ por ejemplo, el 75% del volumen total en el recipiente está aparentemente ocupado por flóculos que forman el sedimento.

Es evidente que en una suspensión determinada se busca hacer que F se acerque más a la unidad y así hacer al producto más aceptable, porque el volumen de sobrenadante se reduce progresivamente. Cuando $F = 1$ no hay sedimento visible aunque el sistema está floculado. Esta es la suspensión ideal porque en estas condiciones no hay sedimentación y la suspensión tiene un aspecto estético, debido a que no presenta un sobrenadante claro o visible. (34)

8.3 Pruebas reológicas

Comúnmente las propiedades que se consideran para el comportamiento de la fluidez en los polvos son ángulo de reposo y velocidad de flujo. Los factores que influyen en las propiedades de fluidez en un polvo son: Tamaño de partícula, Forma de partícula. Textura de superficie, Energía de superficie, Grado de interacción partícula-partícula.

8.3.1 Ángulo de reposo.

El valor del ángulo de reposo para un polvo es dependiente de las propiedades de la superficie de la partícula, el cual puede afectar también a la fluidez del mismo. Varios factores han sido estudiados basándose en el ángulo de reposo, como son tamaño de partícula, deslizamiento, efectos de humedad y forma de partícula.

El ángulo de reposo se comporta de la siguiente manera:

1. Generalmente se incrementa conforme el tamaño de partícula reduce.
2. Aumenta su valor conforme al porcentaje de fineza de la partícula incrementa.
3. Cuando los materiales son expuestos a altas humedades se vuelven más cohesivos y se apelmaza presentando características pobres de fluidez.
4. Incrementa conforme el coeficiente de formación de la partícula incrementa.

En general el ángulo de reposo no es una propiedad inherente de un sólido pero su valor nos puede ayudar a conocer los parámetros para el diseño de equipo y las condiciones de calidad del producto, siendo lo ideal que fluyan ligeramente.

Según el ángulo de reposo, los polvos se clasifican de acuerdo al cuadro siguiente:

Clasificación de polvos según su ángulo de reposo. ⁽³⁶⁾

Aquellos que fluyen:	Ángulo de reposo.
Muy ligeramente	< 25
Ligeramente	26-55
Moderadamente	56-60
Polvos cohesivos	> 60

8.3.2 Velocidad de flujo.

En la evaluación del movimiento de una formulación, la medición de la velocidad de flujo es más significativa que la del ángulo de reposo, el cual es una característica estática de la partícula. El movimiento de un polvo o granulado se expresa mejor mediante un término dinámico como lo es la velocidad de flujo a través de un flujómetro. La correlación entre la velocidad de flujo y el ángulo de reposo es muy pobre. (34)

8.4 Prueba de estabilidad

8.4.1 Estabilidad al calor.

Las proteínas se modifican en cierto grado al aplicárseles calor, tanto en sus propiedades físicas como en su utilidad fisiológica: por los métodos de cocción, las proteínas de huevo, carne y pescado se coagulan por el calor pero no cambia su contenido de aminoácidos.

En las normas de leche entera en polvo y de fórmulas no lácteas en polvo del IMSS, se utiliza la prueba de estabilidad al calor como un control de calidad. En esta prueba la muestra no debe precipitar, lo que nos indica que es estable al calor. (36)

9 ADITIVOS ALIMENTARIOS.

Por aditivos se entienden aquellas sustancias que se agregan a los alimentos voluntariamente y en escasa cantidad, que también subsisten en los productos finales. En términos generales puede afirmarse que son "aditivos" todas aquellas sustancias que se agregan a los alimentos, independientemente de cualquier consideración de finalidad tecnológica o de otro tipo.

Definición legal de aditivo:

Aditivos son sustancias que se agregan a los alimentos para influir sobre su textura o bien para lograr determinadas propiedades o acciones; se exceptúan las sustancias de origen natural o químicamente semejantes a las naturales.

Las adiciones sólo deben llevarse a efecto cuando exista una necesidad tecnológica insoslayable y ello resulte inconveniente para los intereses del consumidor, como favorecer la humectabilidad del polvo, la estabilidad de una suspensión o mejorar la apariencia o sabor del producto. (37,38)

Como requisitos previos fundamentales para el empleo de aditivos en la fabricación de alimentos deben tenerse en cuenta los siguientes:

- Todas las sustancias nutritivas deben estar exentas lo más posible de aditivos.
- Cuando se utilizan aditivos, éstos deben ser completamente inocuos para la salud.

9.1 Colorantes

Se añaden a los alimentos para mejorar su aspecto y hacerlos más apetecibles, o para reemplazar pérdidas de color que se producen durante el proceso de elaboración de algunos alimentos.

Los colorantes en alimentación pueden ser naturales si son extraídos de una fuente animal o vegetal, ya sea de origen alimentario o no (por ejemplo obtenidos de insectos) y artificiales. La separación no está muy clara puesto que actualmente se pueden obtener colorantes por síntesis química idénticos a los naturales. Se suele considerar que los colorantes naturales son inocuos, por lo que las limitaciones en su uso suelen ser menores que las aplicadas a los artificiales.

9.2 Edulcorantes

Se añaden a los alimentos para mejorar su aspecto y hacerlos más apetecibles, o para reemplazar pérdidas de color que se producen durante el proceso de elaboración de algunos alimentos.

Para que un edulcorante natural o artificial sea utilizable por la industria alimentaria, además de ser inocuo, tiene que cumplir otros requisitos: el sabor dulce debe percibirse rápidamente, y desaparecer también rápidamente, y tiene que ser lo más parecido posible al del azúcar común, sin regustos. También tiene que resistir las condiciones del alimento en el que se va a utilizar, así como los tratamientos a los que se vaya a someter. (39)

9.3 Emulsificantes

Muchos alimentos son emulsiones de dos fases, una acuosa y otra grasa. Una emulsión consiste en la dispersión de una fase, dividida en gotitas extremadamente pequeñas, en otra con la que no es miscible.

Las emulsiones son en principio inestables, y con el tiempo las gotitas de la fase dispersa tienden a reagruparse, separándose de la otra fase. Para que este fenómeno de separación no tenga lugar, y la emulsión se mantenga estable durante un período muy largo de tiempo se utilizan una serie de sustancias conocidas como emulsificantes, que se sitúan en la capa límite entre las gotitas y la fase homogénea. Las propiedades de cada agente emulsionante son diferentes, y en general las mezclas se comportan mejor que los componentes individuales. (40)

Son varios los emulsificantes que existen para la industria alimentaria, pero para este proyecto la lecitina de soya será utilizada como emulsionante en las formulaciones ya descritas y sus características se muestran a continuación:

- **Lecitina de soya**

Es un producto que se encuentra en la naturaleza y tiene propiedades emulsificantes, la encontramos en productos tales como la yema de huevo que tiene un alto contenido: 8 a 10%, mantequilla contiene entre 0.5 y 2.0% y el aceite de soya que tiene 2.5% y es el que actualmente ha sido considerado como la fuente más barata de obtención.

La lecitina se extrae del frijol de soya con un disolvente, después el disolvente se evapora y ésta se precipita en el aceite cuando se le agrega vapor y el agua. El precipitado se separa por centrifugación y la humedad residual se le extrae por medio de secado al vacío.

Los fosfátidos por su estructura molecular tienen una parte hidrófoba y una hidrófila o lipofílica, estas características confieren a la molécula sus propiedades de emulsificante. La lecitina pierde su eficiencia con la acción mecánica y con la temperatura. (39)

9.4 Gelificantes, estabilizantes y espesantes

Las sustancias capaces de formar geles se han utilizado en la producción de alimentos elaborados desde hace mucho tiempo. Entre las sustancias capaces de formar geles está el almidón y la gelatina.

El almidón actúa muy bien como espesante en condiciones normales, pero tiene tendencia a perder líquido cuando el alimento se congela y se descongela. Algunos derivados del almidón tienen mejores propiedades que éste, y también se utilizan para formar geles. Los derivados del almidón son nutricionalmente semejantes a él, aportando casi las mismas calorías.

El agente estabilizante empleado para el desarrollo de las formulaciones descritas será la Goma Xantana y sus características se muestran a continuación:

- **Goma Xantana**

La goma Xantana es un biopolisacárido extracelular. Es un metabolito secundario producido por la fermentación industrial del *Xanthomonas campestris* .

Esta constituida por bloques repetitivos de 5 unidades de azúcares que contienen: 2 glucosas, 2 manosas y un ácido galacturónico. Como la goma Xantana es insoluble en disolventes orgánicos, se le recupera por precipitación en medio alcohólico seguida de desecación y trituración, hasta obtener el tamaño de partícula deseado. El polvo obtenido debe almacenarse en contenedores herméticos que impidan su contacto con el aire y la humedad.

Controla reología de fluidos acuosos extremadamente pseudoplástico, estabilizante, agente de suspensión, agente emulsificante, compatible con ácidos, bases, sales, agentes oxidantes y reductores. (38,39)

10 ANÁLISIS SENSORIAL

10.1 Aspectos generales.

"La evaluación sensorial es una disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a diferentes características de los alimentos y materiales como son percibidos por los sentidos de la visión, olfato, gusto, tacto y oído".

La definición pone en claro que la evaluación sensorial abarca todos los sentidos y que toma en cuenta varias disciplinas diferentes, pero hace énfasis en que el comportamiento es la base de la percepción.

Además la evaluación sensorial comprende la medida y evaluación de las características sensoriales de los alimentos y de otros materiales. También comprende la interpretación de las respuestas. Los especialistas en evaluación sensorial proporcionan enlaces entre el mundo interno (la compañía) y el mundo externo (mercado) así es como relacionan las características sensoriales de los productos. Estos enlaces son los avances para que los especialistas en desarrollo puedan anticipar el impacto que tenga el cambio del producto en el mercado. (41)

10.2 Las propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos y son: color, olor, aroma, gusto y sabor

- **El color**

Esta propiedad es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. El color de un objeto tiene tres características:

- El tono, el cuál esta determinado por el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada.
- La intensidad, la cual depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro del objeto o alimento.
- El brillo, que es dependiente de la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo, en comparación con la luz que incide sobre él.

El color interfiere significativamente con las otras propiedades sensoriales. Cuando se realizan pruebas de sabor o textura, un color desagradable puede ser asociado por los jueces, inconscientemente, con un sabor o una textura desagradables. En esos casos es necesario enmascarar al color para evitar su influencia indeseable sobre las respuestas de los jueces. Es posible utilizar luz de algún color tal que impida que los jueces distinguan las diferencias de color entre las muestras. Generalmente se usa una bombilla de color rojo o naranja en el cubículo de prueba para enmascarar el color de los alimentos a probar.

- **El olor**

El olor es la percepción, por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberados por los objetos. Dentro del olor característico de un alimento existen diferentes componentes.

Otra característica del olor es la intensidad o potencia de éste. Además, la relación entre el olor y el tiempo es muy importante, ya que el olor es una propiedad sensorial que presenta dos atributos, contradictorios entre sí, en los cuales está involucrado el tiempo. El primero es la persistencia, o sea, que aún después de haberse retirado la sustancia olorosa, la persona continúa percibiendo el olor. Esto se debe a que las fosas nasales y la mucosa que recubre el interior de éstas quedan saturadas de la sustancia volátil. La otra característica está más bien relacionada con la mente o con la zona olfatoria del cerebro, y es que las personas se acostumbran a los olores después de un cierto tiempo. Debido a esta última característica del olor, las pruebas para la medición de olor deben ser rápidas, para no dar tiempo a que los jueces pierdan la capacidad de evaluar el olor. En las evaluaciones de olor es muy importante que no haya contaminación de un olor con otro.

- **El aroma**

Esta propiedad consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan a los centros sensoriales del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos.

- **El Gusto o el “sabor básico”**

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo; o bien puede haber una combinación de dos o más de estos cuatro. Esta propiedad es detectada por medio de la lengua. Para las pruebas de sabor es necesario conocer la habilidad de los jueces para la percepción del gusto del alimento, así como la concentración de umbral del sabor para el grupo de jueces. Esta es la concentración mínima a la cual la mayoría de los jueces pueden percibir correctamente el gusto en cuestión.

- **El sabor**

Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. El sabor es la suma de las tres características. El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto. Cuando se realizan pruebas de evaluación del sabor, no sólo es importante que la lengua del juez esté en buenas condiciones, sino también que no tenga problemas con su nariz y garganta. El sabor se ve influido por el color y la textura. Cuando se prueba el sabor de un alimento, para medirlo o compararlo, es importante enmascarar a las otras propiedades mencionadas. El sabor de un alimento no puede ser definido claramente ni clasificado completamente. Sin embargo, es posible obtener el perfil de sabor del alimento, el cual es una forma de expresar el sabor de un producto. Básicamente, el análisis de perfil de sabor consiste en la descripción detallada y la medición de todos y cada uno de los componentes o notas del sabor de un producto alimenticio.

Para la realización de la evaluación sensorial se hace necesaria la participación de personas que, por medio de su juicio, den opiniones de los diferentes atributos organolépticos en los alimentos. Dichas personas reciben el nombre de jueces.

Dentro de los tipos de jueces que existen está el juez consumidor.

- **El juez consumidor.**

Se trata de personas que no tiene que ver con las pruebas. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, en una tienda, escuela, etc. Los jueces de este tipo deben emplearse solamente para pruebas afectivas. Es importante escoger jueces que sean los consumidores habituales del producto a probar o, en el caso de productos completamente nuevos, que sean los consumidores potenciales de dicho alimento.

- **Pruebas afectivas**

Las pruebas afectivas son en las que el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Es necesario determinar si uno desea evaluar simplemente preferencia o grado de satisfacción, o si también uno quiere saber cuál es la aceptación que tiene el producto entre los consumidores.

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectúe. El tipo de prueba comúnmente aplicada a productos nuevos con el propósito de verificar si éste podría o no competir con un producto comercial es la prueba de preferencia.

- **Pruebas de preferencia**

Aquí simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra. La prueba es muy sencilla y consiste nada más en pedirle al juez que diga cuál de las dos muestras prefiere. Es importante incluir en el cuestionario una sección para comentarios para que así uno pueda darse cuenta de por qué los jueces prefieren una muestra en particular. La información que puede obtenerse con esta prueba es muy limitada, pero tiene la ventaja de que se lleva a cabo muy rápidamente. (42)

METODOLOGÍA.

1. MATERIAS PRIMAS

Las materias primas utilizadas para este estudio fueron:

- Arroz (marca SOS)
- Garbanzo (marca La Merced)
- Leche entera en polvo (marca NIDO)
- Fécula de maíz (marca Maizena)

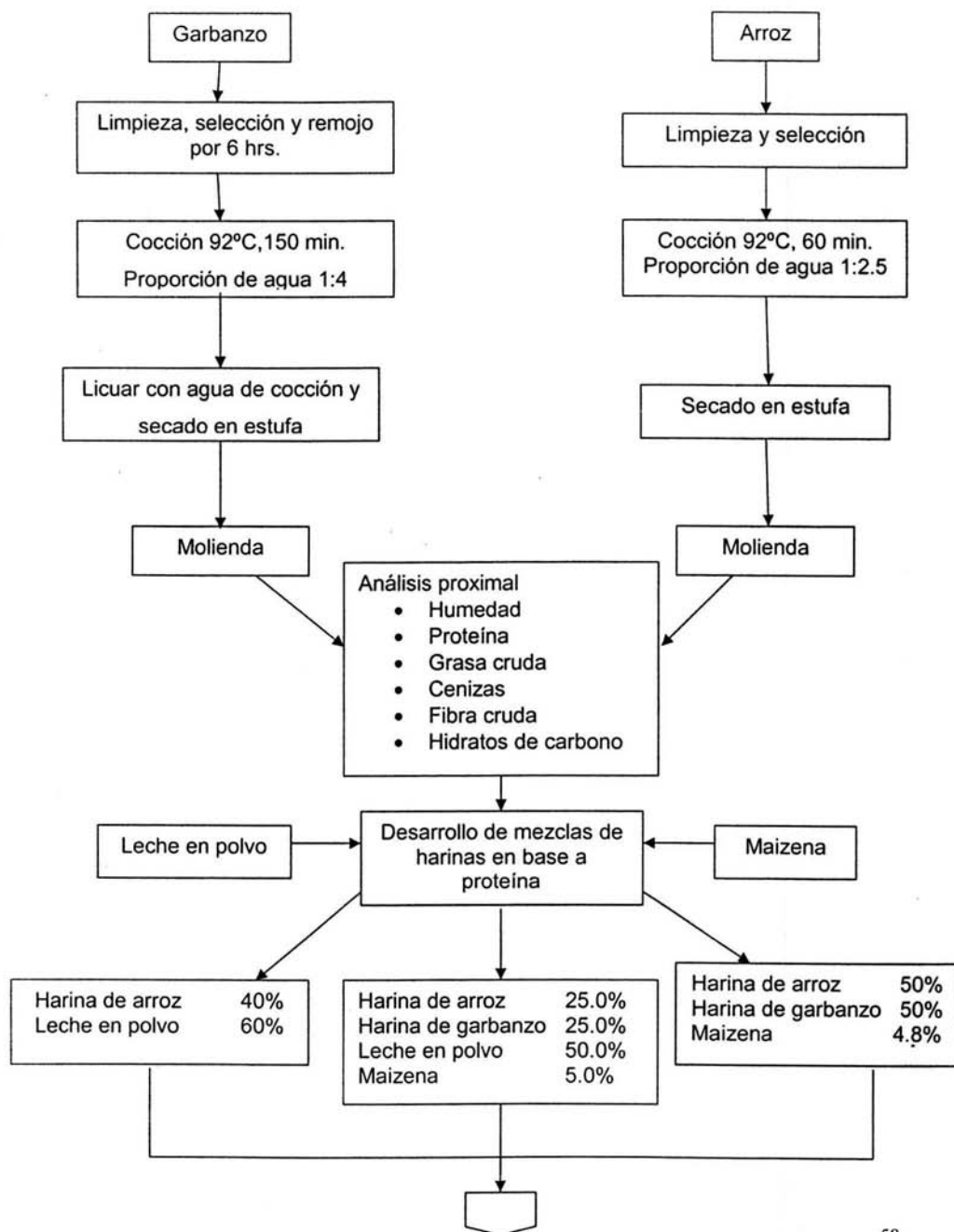
Todas ellas fueron adquiridas en una tienda de autoservicio

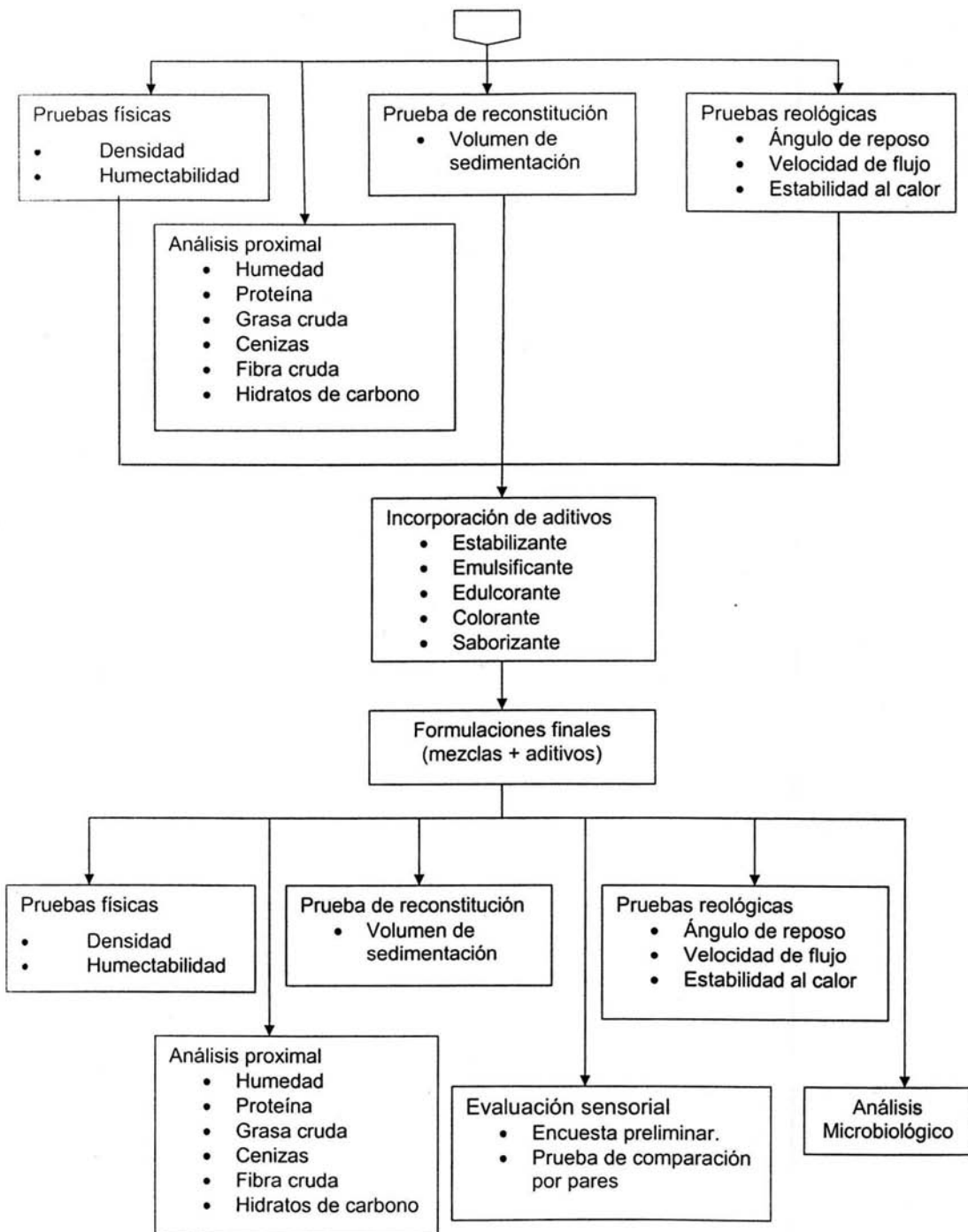
2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Los análisis realizados fueron los siguientes:

- Análisis proximal a las harinas de las materias primas cocidas, secadas en estufa y molidas con malla de 0.5mm.
- Elaboración de mezclas a partir de las materias primas.
- Análisis proximal de las mezclas de harinas de las materias primas.
- Realización de pruebas físicas, de reconstitución, reológicas y de estabilidad a las mezclas de harinas.
- Desarrollo de las formulaciones finales (incorporación de aditivos).
- Análisis proximal de las formulaciones desarrolladas.
- Realización de pruebas físicas, de reconstitución, reológicas y de estabilidad a las formulaciones desarrolladas.
- Análisis microbiológico
- Análisis sensorial

3. DIAGRAMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN:





4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

ELABORACIÓN DE HARINAS

Para la realización de este estudio fue necesario la elaboración de harinas de garbanzo y arroz, la cual se describe a continuación:

Las materias primas sufrieron una limpieza y selección, además para el caso del garbanzo este se remojo por 6 horas previas a una cocción la cual fue durante 150 min. a 92°C, posterior a la cocción se licuo con el agua de cocción, para el arroz la cocción se realizó durante 60 min. a 92°C, posteriormente se secaron en estufa con corriente de aire a 80°C, para después ser molidas con una malla de 0.5 mm de diámetro.

A las harinas obtenidas se les realizó el análisis proximal, el cuál sirvió para desarrollar las mezclas de harinas de acuerdo al contenido de proteína de cada una.

ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE HARINAS.

Para la elaboración de las mezclas de harinas se partió del contenido de proteína de cada una de las materias primas para ajustarlas a un 15% de proteína final, además de tomar en cuenta el sabor y apariencia de cada mezcla en agua.

Las mezclas de las cuales se partió ajustadas al 15% de proteína final, fueron: Harina de arroz: Harina de garbanzo: Leche en polvo, con un contenido de proteína final constituido de 25% de proteína de arroz, 25% de proteína de garbanzo y 50% de proteína de leche en

polvo; Harina de arroz: Harina de garbanzo con un contenido de proteína final constituido por 50% de proteína de arroz y 50% de proteína de garbanzo; y Harina de arroz: Leche en polvo con un contenido de proteína final constituido por un 40% de proteína de arroz y un 60% de proteína de Leche.

A todas las mezclas anteriores se les observó su comportamiento físico en agua (estabilidad de la suspensión), sabor y olor percibido por los analistas, lo cual se tomó en cuenta para decidir si las mezclas iniciales propuestas sufrirían modificación en su formulación inicial (cantidad en gramos de cada materia prima) pero tratando de conservar la complementación del arroz y el garbanzo en las mezclas que lo contienen.

Los ingredientes se adicionaron en conjunto para cada una de las mezcla finales, se mezclaron manualmente y a todas se les realizó el análisis proximal y pruebas físicas, reológicas, de reconstitución y de estabilidad, con la finalidad de compararlas con los productos finales.

OPTIMIZACIÓN DE MEZCLAS DE HARINAS SELECCIONADAS.

Con las mezclas de harinas seleccionadas se procedió a la optimización de éstas, con el propósito de obtener tres diferentes productos de fácil reconstitución y características sensoriales agradables y semejantes a las que presentan los atoles comerciales. Para lo cual fue necesario el empleo de diferentes aditivos tales como: un estabilizante, un emulsificante, un colorante, un edulcorante y un saborizante; los cuales se adicionaron en polvo y se mezclaron manualmente.

La decisión de las cantidades de los diferentes aditivos se realizó tomando en cuenta características sensoriales como aspecto de la suspensión, el cual debe de ser estético, esto es, sin sedimento visible, consistencia semejante a la que presenta un atole comercial y sabor agradable y sin resabios, considerando los límites máximos establecidos para los alimentos de niños de corta edad.

Para la decisión del sabor de cada fórmula propuesta fue necesario probar cada una de éstas con tres diferentes sabores: Fresa vainilla y chocolate. El sabor final para cada formulación fue decidido por el analista en función de la percepción (agrado) que se tenía de cada sabor en las tres diferentes formulaciones.

A las tres formulaciones desarrolladas se les realizó el análisis proximal así como las pruebas físicas, reológicas, de reconstitución y de estabilidad.

Posteriormente a las formulaciones desarrolladas se les realizó un análisis microbiológico para verificar que no existiera algún riesgo por microorganismos al aplicar una evaluación sensorial.

Finalmente se realizó una evaluación sensorial la cual se dividió en 2 partes; primero se aplicó un cuestionario previo a 100 padres de familia (Anexo 1) en las escuelas primarias "Héroe Antonio Reyes" clave 21-1019-154-21-016, "Patria Nueva" clave 21-262-37-VIII-X, "Daniel Delgadillo" clave 21-1021-154-21-X-016; y en los jardines de niños "Rufino Tamayo" clave CCT-021JDN0342I, "Juan Escutia" M-180 clave CCT-09DJN0171R; para decidir contra que marca comercial se realizaría la prueba y posteriormente aplicar una prueba de comparación por pares con 100 niños con edades de entre 4 y 6 años, para verificar la aceptabilidad hacia los tres diferentes productos propuestos por parte de los potenciales consumidores.

ANÁLISIS PROXIMAL

Las determinaciones realizadas fueron humedad (AOAC-14.004), cenizas (AOAC-7.009), proteína cruda (AOAC-2.055), grasa cruda (AOAC-7.063), fibra cruda (AOAC-7.074), los hidratos de carbono asimilables fueron determinados por diferencia.

Determinación de humedad analítica

Fundamento

Es un método que se basa en la pérdida de peso debida a la evaporación de agua de la muestra durante el calentamiento a una temperatura no mayor a la de ebullición. La proporción de agua perdida aumenta al elevar la temperatura; por lo tanto, es importante comparar sólo los resultados obtenidos empleando las mismas condiciones de secado. La determinación se realizó por triplicado.

Material

- Charolas de aluminio
- Balanza analítica (Sartorius analytic)
- Estufa de vacío (Lab-Line Mod. 3620)
- Desecador de vidrio

Procedimiento (Técnica descrita por la AOAC-14.004)⁴³

Las charolas de aluminio se colocan en la estufa de vacío hasta que éstas alcanzaron peso constante, a una temperatura de 60-65°C, el cual se registra. Posteriormente se pesaron de 2 a 5 gramos de la muestra en cada charola, se colocan en la estufa de vacío, se considera que la determinación ha terminado cuando las charolas con la muestra están a peso constante, esto es, cuando haya una variación no mayor de 0.001 g / g de muestra, entre una pesada y otra.

Cálculos

$$\% \text{Humedad} = [(P_1 - P_2) / m] * 100$$

donde:

P_1 = peso de la charola con muestra antes de secar

P_2 = peso de la charola con muestra después de secar

m = peso de la muestra en gramos

Determinación de cenizas

Fundamento

La determinación de cenizas se basa en la destrucción de la materia orgánica contenida en una matriz alimentaria, considerándose a las cenizas como el residuo inorgánico que queda después de incinerar dicha materia orgánica en una mufla. La determinación se realizó por triplicado. (35)

Material

- Cisoles de porcelana
- Desecador de vidrio
- Mechero Bunsen
- Campana de extracción
- Balanza analítica (Sartorius Analytic)
- Mufla(Thermolyne mod 1500.)

Procedimiento (Técnica descrita por la AOAC-7.009)⁴³

Los crisoles se identificaron y colocaron en la mufla a una temperatura de 500-550°C, hasta alcanzar peso constante el cual se registró.

En cada crisol se colocaron de 2-5 g de muestra, antes de colocarlo en la mufla se colocó en la flama de un mechero con el fin de carbonizar la muestra, hasta que se observó un mínimo

desprendimiento de humo. Posteriormente se introdujeron en la mufla a una temperatura de 500-550 °C. Se considera que la determinación ha terminado cuando se observen unas cenizas de color homogéneo (grises o blancas) sin puntos negros, además de estar a peso constante.

Cálculos

$$\% \text{Cenizas} = [(P_f - P_i) / m] * 100$$

donde:

P_f = peso del crisol con las cenizas

P_i = peso del crisol a peso constante

m = peso de la muestra en gramos

Determinación de grasa cruda

Fundamento

Los constituyentes grasos de las materias orgánicas son diversas sustancias lipídicas. El contenido de grasa es aquel que puede ser extraído por los solventes menos polares como lo son el éter de petróleo y éter etílico.

La determinación se basa en la extracción de la grasa cruda con éter de petróleo o éter etílico, en un aparato de extracción continua en el que las gotas condensadas del disolvente caen sobre la muestra contenida en un recipiente poroso, alrededor del cual pasan los vapores salientes del disolvente. La determinación se realizó por triplicado. (35)

Material.

- Aparato de extracción Goldfish (Labconco mod. 35001-00CV)
- Vasos de borde esmerilado (Labconco)
- Porta dedales de vidrio
- Anillos metálicos para extracción Goldfish
- Tubos colectores de disolvente
- Cartuchos de celulosa de 22 x 80 mm
- Balanza analítica (Sartorius analytic)
- Estufa de vacío (Lab-Line Mod. 3620)
- Éter de petróleo
- Desecador de vidrio

Procedimiento (Técnica descrita por la AOAC-7.063)⁴³

Se colocaron los vasos esmerilados en la estufa de vacío hasta que su peso fue constante el cual se registró.

En los cartuchos de celulosa se colocaron de 2-5 g de muestra en cada uno, posteriormente se taparon con algodón y se introdujeron en los porta dedales de vidrio y se colocaron en el compartimiento de extracción del aparato Goldfish.

En los vasos esmerilados se colocaron aproximadamente 50 mL de éter de petróleo y con ayuda de un anillo metálico con rosca se asegura en el aparato de extracción el cual se conecta con una bomba de recirculación de agua helada.

Se sube la parrilla de calentamiento hasta que esté en contacto con el vaso y se calienta colocando el control de la temperatura en la posición de grado bajo durante un periodo de 3 horas. Al término del tiempo se bajaron las parrillas de calentamiento, se retiraron los vasos y se sacaron los porta dedales los cuales fueron sustituidos por tubos colectores de disolvente y se colocaron de nuevo los vasos para reiniciar el calentamiento para recuperar el éter y que en el vaso sólo quede el extracto etéreo. Para asegurar la completa remoción del disolvente los vasos se colocan en una estufa a 60-65 °C hasta alcanzar peso constante, el cuál se registró.

Cálculos

$$\%Grasa = [(P_f - P_i) / m] * 100$$

donde:

P_f = peso del vaso con el extracto etéreo

P_i = peso del vaso a peso constante

m = peso de la muestra en gramos

Determinación de proteína cruda

Fundamento

Para la determinación de proteína, es comúnmente empleado el método Kjeldahl, que en realidad determina el nitrógeno total contenido en una matriz alimenticia. Este método se basa en la combustión en húmedo de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta nitrógeno inorgánico en forma de amoníaco, el cual queda en solución en forma de sulfato de amonio. El digerido, una vez alcalinizado se destila directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoníaco, el cual es atrapado en una solución de ácido bórico y posteriormente titulado. La determinación se realizó por triplicado. (35)

Material

- Digestor (Tecator mod 20/40)
- Equipo de microdestilación (Kjeltec Auto Analyzer Tecator mod 1030)
- Tubos para digestión de 75 mL (Tecator)
- Mezcla digestiva (3g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 50 mL de H_3PO_4 y 430 mL de H_2SO_4 concentrado)
- Peróxido de hidrógeno al 30 %
- Sulfato de potasio (reactivo analítico)
- Solución de NaOH al 40 %
- Solución de ácido bórico con indicadores (se pesaron 5g de ácido bórico, 35 mL de rojo de metilo y 10 mL de verde de bromocresol y se llevó a un volumen final de 1L)
- Solución de HCl 0.01 N valorada

Procedimiento (Técnica descrita por la AOAC-2.055)⁴³

Se colocaron de 20-60 mg de muestra, se agregaron 0.5 de K_2SO_4 y 3 mL de mezcla digestiva en los tubos de digestión y se colocaron en el digestor a una temperatura inferior a 370 °C por 15 minutos. Después de este tiempo se sacaron los tubos y se dejaron enfriar a temperatura ambiente 5-10 minutos, se adicionaron 1.5 mL de H_2O_2 al 30 % y se colocaron de nuevo en el digestor a 370 °C hasta que el contenido del tubo fue translúcido, sin restos de material orgánico. Posteriormente se realizó la destilación recibiendo en ácido bórico con indicadores, valorando con HCl 0.01 N. Se realizó el mismo tratamiento con caseína (88.88% de proteína) para corregir el valor obtenido. Se utilizó como blanco dextrosa.

Cálculos

$$\% \text{Nitrógeno} = [(A - B) * N * \text{meq} * 100] / m$$

$$\% \text{Proteína} = \% \text{ de nitrógeno} * F$$

donde:

A= mL de HCl gastados en la titulación de la muestra

B= mL de HCl gastados en la titulación del blanco

N= Normalidad de HCl

Meq= miliequivalentes de nitrógeno (0.014)

m= peso de la muestra en gramos

F= Factor de conversión (6.25 para el garbanzo y las mezclas y 5.95 para la mezcla de arroz y leche en polvo)

Determinación de fibra cruda

Fundamento

La fibra cruda es el residuo orgánico insoluble y comestible que queda después de tratar la muestra desengrasada en las condiciones descritas a continuación: hidrólisis ácida con ácido sulfúrico al 1.25%, seguido de una hidrólisis alcalina con hidróxido de sodio al 1.25% y un lavado con alcohol e incineración del material insoluble, de tal modo que por diferencia es posible obtener el contenido de hidratos de carbono no degradables. La determinación se realizó por triplicado.

Material

- Aparato de digestión para fibra Labconco
- Estufa de vacío Lab-Line mod 3620
- Mufla Thermolyne mod 1500
- Vasos de Berzelius de 600 mL Kimax
- Crisoles de porcelana
- H_2SO_4 al 1.25 % (m/v)
- NaOH al 1.25 % (m/v)
- Solución antiespumante
- Silicato de aluminio
- Alcohol etílico
- Matraces de vidrio Kitasato (Kimax)

Procedimiento (Técnica descrita por la AOAC-7.074)⁴³

Se coloca la muestra desengrasada en el vaso Berzelius y aproximadamente 0.5 g de silicato de aluminio, a continuación se agregan 200 mL de H₂SO₄ al 1.25 % (m/v), en ebullición, así como unas gotas de antiespumante y perlas de vidrio. Se coloca el vaso en el digestor y se sube la parrilla (previamente calentada) y se deja digerir por 30 minutos exactos. Al término de este tiempo se filtra con ayuda de vacío y se lava con agua destilada caliente hasta que se elimine el ácido (aproximadamente 500 mL).

La muestra lavada se transfiere cuantitativamente al vaso Berzelius y se adicionan 200 mL de NaOH al 1.25 % (m/v) en ebullición, unas gotas de antiespumante y se mantiene en el digestor por un tiempo de 30 minutos exactos. Posteriormente se retira el vaso del digestor y se filtra, lavando nuevamente con agua destilada caliente hasta eliminar el álcali. Finalmente se adicionan 25 mL de alcohol etílico para eliminar la humedad.

La muestra lavada se traslada a un crisol de porcelana el cual fue puesto a peso constante previamente y se registra el valor. Se coloca en la estufa de vacío para su secado hasta que está a peso constante y se registra este valor. Finalmente se carboniza la muestra con un mechero y se introduce en la mufla, los crisoles se pesan hasta que alcancen peso constante.

Cálculos

$$\% \text{Fibra cruda} = [(P_s - P_c) / m] * 100$$

donde:

P_s = peso del crisol con el residuo seco

P_c = peso del crisol con el residuo calcinado

m = peso de la muestra

Determinación de hidratos de carbono asimilables

Se calculan por diferencia, restando al 100 % la suma de los porcentajes de humedad, cenizas, proteína cruda, grasa cruda y fibra cruda.

Cálculo

$$\% \text{Hidratos de carbono} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra})$$

PRUEBAS FÍSICAS, REOLÓGICAS, DE RECONSTITUCION Y DE ESTABILIDAD.

Se realizó el análisis físico (densidad aparente y humectabilidad), reológico (ángulo de reposo y volumen de sedimentación), de reconstitución (volumen de sedimentación), y de estabilidad (estabilidad al calor) que se lleva a cabo para leches en polvo, de acuerdo a las técnicas (36,44),y que se describen a continuación:

Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Pruebas físicas

Se le determinó a las mezclas de harinas y fórmulas desarrolladas la prueba de reconstitución que se aplican a polvos instantáneos.

- Densidad aparente.
- Humectabilidad.

○ Densidad aparente.

Fundamento:

Es una propiedad importante pues indica si la partícula es homogénea, resultando en una mayor densidad y menor fluidez de las partículas. Se define como el peso de un volumen dado del polvo y expresado en g/mL., g/100 mL. y g/L.

Material.

- Probeta de vidrio de 100 mL
- Soporte universal
- Anillo metálico
- Placa de unicel de 15 x 15 cm.
- Papel parafilm
- Balanza analítica

Procedimiento

Pesar la probeta limpia y seca, registrar el peso, con la muestra en polvo llenar la probeta hasta la graduación 100 mL, se tapa la boca de la probeta con papel parafilm.

La probeta con la muestra se deja caer 20 veces a través del anillo metálico a una altura de 10 cm. sobre la placa de unicel. Posteriormente se mide el volumen alcanzado por la muestra en polvo y se pesa la probeta después del proceso anterior.

Cálculos.

$$P = \frac{m}{v}$$

donde:

P = densidad

m = masa

v = volumen

$$m = pf - pi$$

m = masa

pf = peso final

pi = peso inicial

◁ Humectabilidad

Fundamento

Es el tiempo que tarda una cantidad de polvo en humedecerse, cuando se pone en contacto con el agua. Es una medida de la habilidad del polvo para ser humedecido con agua a una temperatura dada.

Material

- Vaso de precipitados de 250 mL
- Balanza analítica
- Termómetro
- Cronómetro

Procedimiento

Se pesan 10 gramos de muestra en polvo y se vierte en el vaso que contiene 100 mL de agua a una temperatura de 20 ± 2 grados centígrados.

Se mide el tiempo que se requiere para que todo el polvo se humecte.

Para leches enteras el tiempo de humectabilidad es de 30 a 60 segundos.

Prueba de reconstitución.

Se les determinó tanto a las mezclas de harinas como a las fórmulas desarrolladas la prueba de reconstitución que se aplican a polvos instantáneos.

◉ **Volumen de sedimentación**

Fundamento

El volumen de sedimentación es la relación entre el volumen de equilibrio y el volumen total de la suspensión. Cuando el volumen de sedimentación es uno no hay sedimento visible, es una suspensión ideal, la suspensión tiene un aspecto estético, no hay sobrenadante visible.

Material

- Probeta de 100 mL
- Balanza analítica
- Papel parafilm

Procedimiento

Se pesan 10 gramos de muestra en polvo y se colocan en la probeta, se afora con agua a 100 mL y se tapa con papel parafilm; posteriormente se agita cada 2 hrs. tomando cada vez la lectura del volumen de sedimento visible, repitiendo esta operación hasta que transcurran 12 hrs. El volumen de sedimentación será el promedio de las lecturas tomadas en 12 hrs.

Cálculos

$$\text{Volumen de sedimentación} = \frac{\text{V. de sedimentación final}}{\text{V de sedimentación inicial}}$$

Lo ideal es que el volumen de sedimentación sea 1

Pruebas reológicas

Estas pruebas se realizaron a las mezclas de harinas y a las fórmulas desarrolladas de acuerdo a las técnicas establecidas para polvos instantáneos. Las determinaciones son las siguientes:

- Ángulo de reposo
- Velocidad de flujo.

◊ Ángulo de reposo

Fundamento

El ángulo de reposo es una medida relativa de la fricción de las partículas de polvo y la medida que forma la superficie lateral del cono con la horizontal. El ángulo de reposo es pequeño cuando se trata de partículas finas, angulares o pegajosas; los valores óptimos para obtener un polvo de buena calidad están entre 30 y 50 grados.

Material

- Embudo de vidrio
- Soporte universal
- Anillo metálico
- Base sólida marcada con diferentes radios conocidos

Procedimiento

Se pesan 10 gramos de muestra en polvo y se hacen pasar a través del embudo de vidrio a una altura de 10 cm., para formar una pila sobre la base sólida marcada. Una vez formada ésta, se mide su altura y radio.

Cálculos

$$\text{Tang} = \frac{h}{r}$$

$$\text{Ángulo de reposo} = \text{tang}^{-1}$$

donde:

h = altura del cono de polvo

r = radio

○ Velocidad de flujo

Fundamento

La velocidad de flujo permite saber que tan fácil fluye un polvo, considerándose el tiempo que tarda en pasar una cierta cantidad de polvo a través de un embudo.

Material

- Embudo de vidrio
- Soporte universal
- Anillo metálico
- Base sólida
- Cronómetro.

Procedimiento

Se pesan 10 gramos de muestra, se hacen pasar por el embudo de vidrio y se mide el tiempo que tarda en caer toda la muestra a una altura de 10 cm.

Cálculos

$$\text{Velocidad de flujo} = \frac{m}{t}$$

donde:

m = peso de la muestra

t = tiempo (s)

Prueba de estabilidad.

En las normas de leche entera en polvo y de fórmulas no lácteas en polvo del IMSS, se utiliza la prueba de estabilidad al calor como un control de calidad.

◉ Estabilidad al calor.

Fundamento

La estabilidad al calor es una prueba para el control de calidad de leches el polvo, como norma oficial no debe presentar coagulación de proteínas después de un calentamiento con una presión de 0.49 Kg./cm².

Material

- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Autoclave
- Balanza analítica
- Probeta de 100 mL

Procedimiento

Pesar con precisión 7.5 gramos de la muestra en polvo y transferirlos a un matraz Erlenmeyer, adicionar 60 mL de agua destilada y fría, mezclar y tapar con algodón. Posteriormente, calentar en autoclave y mantener una presión de 0.49 Kg./ cm² durante 7 minutos.

Observar si existe precipitación en las muestras. Si en la muestra no hay precipitación de proteínas indica que es estable al calor.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

Cuando se requiere investigar la calidad microbiológica de un alimento, la técnica comúnmente utilizada es la cuenta en placa.

El análisis se realizó según los métodos descritos en la prueba de: Determinación de la calidad microbiológica de la Leche en polvo. (45,46)

El análisis fue realizado para los tres productos finales desarrollados.

Mesófilos aerobios.

Fundamento

Consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de selección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio.

Material, reactivos y medios de cultivo.

- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Tubos de ensaye de 16 x 150
- Pipetas de 1 mL estériles
- Cajas petri estériles

- Agua peptonada al 0.1%.
- Agar Cuenta Estandar
- Autoclave
- Incubadora.

Procedimiento

Se pesan 10 gramos de la muestra en polvo, se vierten en al matraz Erlenmeyer y se añaden 90 mL de agua peptonada al 0.1%. La muestra deberá diluirse en forma rápida y homogénea, bajo condiciones estériles.

Preparar diluciones decimales hasta la dilución 10^{-3} en tubos de ensaye con 9 mL de agua peptonada al 0.1%.

Colocar 1 ml de cada dilución en cajas petri estériles y posteriormente verter de 20-25 mL de agar cuenta estandar fundido y enfriado a 45°C aproximadamente. Homogeneizar con movimientos rotatorios y dejar solidificar a temperatura ambiente sobre una superficie lisa. Una vez solidificado el medio, incubar en posición invertida a una temperatura de 35-37°C durante 48 hrs. Cada dilución se siembra por duplicado.

Seleccionar aquellas placas que contengan entre 25-250 colonias.

El número de unidades formadoras de colonias (UFC) se expresa por gramo de muestra o la cantidad (mL) del material de ensayo.

Cálculos

$$\text{UFC / mL} = \text{UFC} \times \frac{1}{\text{dilución}}$$

donde:

UFC = Unidades formadoras de colonias

Coliformes totales en placa.

Fundamento

El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar bilis rojo violeta) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 hrs, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos.

Material y Medios de cultivo

- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Tubos de ensaye de 16 x 150
- Pipetas de 1 mL estériles
- Cajas petri estériles
- Agua peptonada al 0.1%.
- Agar Bilis Rojo Violeta
- Autoclave
- Incubadora

Procedimiento

Se pesan 10 gramos de la muestra en polvo, se vierten en el matraz Erlenmeyer y se añaden 90 mL de agua peptonada al 0.1%. La muestra deberá diluirse en forma rápida y homogénea, bajo condiciones estériles.

Preparar diluciones decimales hasta la dilución 10^{-2} en tubos de ensayo con 9 mL de agua peptonada al 0.1%.

Colocar 1 mL de cada dilución en cajas petri estériles y posteriormente verter de 15-20 mL de agar bilis rojo violeta fundido y enfriado a 45°C aproximadamente. Homogeneizar con movimientos rotatorios; dejar solidificar a temperatura ambiente sobre una superficie lisa y posteriormente verter una sobrecapa de agar bilis rojo violeta fundido y enfriado a 45°C aproximadamente. Una vez solidificado el medio, incubar a una temperatura de 35-37°C durante 24 hrs. Cada dilución se siembra por duplicado.

Seleccionar aquellas placas que contengan entre 15 y 150 colonias.

El número de unidades formadoras de colonias (UFC) se expresa por gramo de muestra o la cantidad (mL) del material de ensayo.

Cálculos

$$\text{UFC / mL} = \text{UFC} \times \frac{1}{\text{dilución}}$$

donde:

UFC = Unidades formadoras de colonias

Hongos y Levaduras

Fundamento

El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3.5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

Material, Reactivos y Medios de cultivo.

- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Tubos de ensayo de 16 x 150
- Pipetas de 1 mL estériles
- Cajas petri estériles
- Agua peptonada al 0.1%.
- Agar papa dextrosa
- Ácido tartárico al 10%.
- Autoclave
- Incubadora.

Procedimiento

Se pesan 10 gramos de la muestra en polvo, se vierten en el matraz Erlenmeyer y se añaden 90 mL de agua peptonada al 0.1%. La muestra deberá diluirse en forma rápida y homogénea, bajo condiciones estériles.

Preparar diluciones decimales hasta la dilución 10^{-2} en tubos de ensayo con 9 mL de agua peptonada al 0.1%.

Colocar 1 mL de cada dilución en cajas petri estériles y posteriormente verter de 20-25 mL de agar papa dextrosa acidificado con ácido tartárico. Homogeneizar con movimientos rotatorios y dejar solidificar a temperatura ambiente sobre una superficie lisa. Una vez solidificado el medio, incubar a una temperatura de 26°C durante 3-5 días. Cada dilución se siembra por duplicado.

Seleccionar aquellas placas que contengan entre 10 y 150 colonias.

El número de unidades formadoras de colonias (UFC) se expresa por gramo de muestra o la cantidad (mL) del material de ensayo.

Cálculos

$$\text{UFC / mL} = \text{UFC} \times \frac{1}{\text{dilución}}$$

donde:

UFC = Unidades formadoras de colonias

Staphylococcus aureus.

Fundamento

Este método permite hacer una estimación del contenido de *Staphylococcus aureus* en alimentos, se efectúa directamente en placas de medio de cultivo selectivo y diferencial.

Material, Reactivos y Medios de cultivo.

- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Tubos de ensayo de 16 x 150
- Pipetas de 1 mL estériles
- Cajas petri estériles
- Varillas de vidrio doblada.
- Agua peptonada al 0.1%.
- Agar Baird Parker
- Autoclave
- Incubadora.

Procedimiento.

Se pesan 10 gramos de la muestra en polvo, se vierten en al matraz Erlenmeyer y se añaden 90 mL de agua peptonada al 0.1%. La muestra deberá diluirse en forma rápida y homogénea, bajo condiciones estériles.

Preparar diluciones decimales hasta la dilución 10^{-2} en tubos de ensaye con 9 mL de agua peptonada al 0.1%.

Inocular 0.1 mL de cada dilución en cajas petri estériles con agar Baird Parker y extender con varilla de vidrio doblada y estéril, posteriormente incubar a una temperatura de 37°C durante 24 – 48 hrs. Cada dilución se siembra por duplicado.

Seleccionar aquellas placas que contengan entre 15 y 150 colonias negras con margen blanco rodeadas de zonas claras.

El número de unidades formadoras de colonias (UFC) se expresa por 100 gramos de producto.

Cálculos

$$\text{UFC / mL} = \text{UFC} \times \frac{1}{\text{dilución}}$$

donde:

UFC = Unidades formadoras de colonias

EVALUACIÓN SENSORIAL. COMPARACIÓN POR PARES.

Fundamento

Su objetivo es determinar si existe diferencia perceptible entre dos o más muestras; obteniendo la diferencia por comparación. El procedimiento de comparación se efectúa dentro de cada par considerando un parámetro en especial, en este estudio el parámetro a comparar fue el sabor agradable. (47)

Material

- Vasos de plástico del número 0
- Charolas
- Vasos de plástico para agua
- Estufa
- Recipientes térmicos
- Servilletas
- Agua

Procedimiento

Antes de realizar la evaluación de comparación por pares fue necesario aplicar una encuesta a padres de familia para conocer algunos aspectos sobre consumo de atole en los niños. Dicha encuesta consistió en diez preguntas (Anexo I) dirigidas a los padres o madres de niños con edades de entre 4 y 6 años de edad.

La evaluación sensorial de comparación por pares fue realizada con 100 niños en un Jardín de Niños con niños de 4 a 5 años y en una Escuela Primaria con niños de 6 años y consistió en que los niños probaran tres pares de muestras; cada par estuvo constituido por una muestra de atole marca Maizena y una muestra de una de las tres fórmulas desarrolladas; e iluminaran en un cuestionario, de acuerdo a la muestra que más les haya gustado por cada par, una de las dos caritas que había por cada par de muestras, por lo que tenían que tomar una respuesta con decisión forzada para que no existieran empates

Para lo cual, se preparó un litro de cada uno de los productos comerciales marca maizena y de las tres muestras desarrolladas, los cuales se sirvieron en caliente en cada vaso (aproximadamente 20 mL), y se distribuyeron a cada uno de los niños en una serie de 3 pares de muestras procurando que los pares fueran lo más homogéneos posibles. El orden en el cuál se presentaron las muestras fue aleatorio de tal manera que las muestras estuvieran balanceadas, esto es, que apareciera igual número de veces la muestra del lado izquierdo y del lado derecho.

El cuestionario aplicado fue:

PRUEBA DE COMPARACIÓN POR PARES

INSTRUCCIONES: Prueba los atoles y colorea la carita del vasito con atole que más te haya gustado. Toma agua entre cada par de atoles. **NO SE VALE COLOREAR LAS DOS CARITAS.**

Azul



Rosa



Anaranjado



Verde



Rojo



Amarillo



Cálculos

El análisis de resultados de la evaluación sensorial se efectuó por el método estadístico de ji cuadrada. La ji cuadrada se utiliza para determinar si las comparaciones entre muestras que generan las pruebas de comparación por pares son significativamente diferentes o no. (46)

Los cálculos se realizaron con la siguiente fórmula (anexo 1):

$$\chi^2 = \frac{\{(X_1 - np) - 0.5\}^2}{np * 1 - p}$$

donde:

X_1 = número de opiniones acertadas

n = número total de ensayos practicados o número de jueces por repeticiones efectuadas

p = probabilidad del éxito en un ensayo único

$1 - p$ = probabilidad de la falla en un ensayo único

0.5 = factor de corrección por continuidad para χ^2 ajustada

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Proximal de Materias Primas

En la tabla 1, se muestran los resultados obtenidos en base húmeda del análisis bromatológico realizado a las materias primas empleadas: harina de arroz, harina de garbanzo y leche en polvo; en donde se observa que el contenido de humedad para todas las materias primas se encuentra por debajo de 6.5 %, lo que va a disminuir el riesgo de contaminación por microorganismos y hongos, durante el desarrollo, optimización y almacenamiento de los tres productos.

Se encontró que la harina de garbanzo y la leche en polvo presentan cantidades similares de proteína (21.42 % y 25.61%, respectivamente), mientras que la harina de arroz presentó bajo contenido de proteína (7.81%).

En cuanto al contenido de grasa, la leche en polvo con un 25.43%, es la que contiene mayor cantidad de este componente, la harina de garbanzo contiene el 6.62% y la harina de arroz presenta, al igual que en el caso de la proteína, el valor más bajo: 0.3% de contenido de grasa.

El contenido de cenizas y fibra es bajo para todas las materias primas, la que presenta mayor valor de cenizas es la leche en polvo y de fibra la harina de garbanzo.

En cuanto a los hidratos de carbono, se puede observar que la harina de arroz con un valor de 86.44% es la materia prima que más aporta de este componente, el garbanzo presentó

un contenido menor, 59.76%, pero aun así puede considerarse como fuente importante de hidratos de carbono. La leche en polvo sólo presentó el 41.39 % de hidratos de carbono.

En la tabla 2, se muestran los resultados del análisis proximal en base seca de las materias primas empleadas. Se encontró que los resultados obtenidos para todos los componentes químicos de las diferentes materias primas no están muy alejados de los reportados en base húmeda debido al bajo contenido de humedad presente en dichas materia primas.

Tabla 1. Análisis proximal de materias primas. (Base Húmeda)

g / 100 g muestra

Determinación	Harina de arroz	Harina de Garbanzo	Leche en polvo
Humedad	4.81 ± 0.18	6.45 ± 0.26	2.34 ± 0.02
Grasa cruda	0.3 ± 0.02	6.62 ± 0.19	25.43 ± 0.12
Proteína cruda ¹	7.81 ± 0.11	21.42 ± 0.37	25.61 ± 0.02
Cenizas	0.42 ± 0.002	2.55 ± 0.05	5.23 ± 0.34
Fibra cruda	0.43 ± 0.012	3.2 ± 0.21	----
Hidratos de carbono ²	86.44	59.76	41.39

¹. Factor de conversión N₂ x 6.25 para garbanzo y leche en polvo y N₂ x 5.95 para el arroz.

². Hidratos de carbono asimilables por diferencia.

Tabla 2**Análisis proximal de materias primas. (Base Seca)****g / 100 g muestra**

Determinación	Harina de arroz	Harina de Garbanzo	Leche en polvo
Proteína cruda ¹	8.20 ± 0.12	22.90 ± 0.40	26.23 ± 0.02
Grasa cruda	0.31 ± 0.02	7.10 ± 0.21	26.04 ± 0.13
Cenizas	0.44 ± 0.002	2.72 ± 0.05	5.35 ± 0.35
Fibra cruda	0.45 ± 0.02	3.42 ± 0.23	-----
Hidratos de carbono ²	90.60	63.90	42.38

¹. Factor de conversión N₂ x 6.25 para la harina de garbanzo y N₂ x 5.95 para la harina de arroz.

². Hidratos de carbono asimilables por diferencia.

Análisis Proximal de Mezclas de Harinas Seleccionadas.

La selección de las tres diferentes mezclas de harinas adecuadas para los diferentes productos se basó en el sabor de las diversas mezclas propuestas a lo largo del trabajo y que el contenido de proteína de cada componente presente en las mismas no se alejara demasiado de una correcta complementación pues además de buscar productos agradables para los niños, la complementación de las proteínas es el objetivo del trabajo.

Después de diversas pruebas a distintos tipos de mezclas (con diferentes cantidades en gramos de cada materia) sin alejarse del 15% de proteína inicial propuesto las mezclas finales propuestas quedaron constituidas de la siguiente manera: en la mezcla de Harina de arroz: Harina de garbanzo: Leche en polvo, el contenido de proteína final esta constituido de 19% de proteína de arroz, 19% de proteína de garbanzo, para lograr la complementación de éstas; y 62% de proteína de leche en polvo. Para el caso de la mezcla de Harina de arroz: Harina de garbanzo el contenido final de proteína esta compuesto de 50% de proteína de arroz y 50% de proteína de garbanzo. Y finalmente la mezcla de Harina de arroz: Leche en polvo contiene un 30% de proteína de arroz y un 70% de proteína de Leche.

En la tabla 3, encontramos los resultados del análisis proximal en base húmeda realizado a las tres diferentes mezclas de harinas seleccionadas. Se encontró en cuanto al contenido de proteína, que la mezcla constituida por Harina de arroz:Harina de garbanzo:Leche en polvo, es la que presenta mayor contenido de este componente (18.68%) pues debemos recordar que el contenido de proteína del garbanzo y de la leche en polvo es muy semejante y además es alto. El contenido de proteína para las mezclas de Harina de arroz:Leche en

polvo y Harina de arroz:Harina de garbanzo es muy semejante (14.88 y 11.39% respectivamente).

Con respecto al contenido de grasa presente en las mezclas la que presenta una mayor cantidad de este componente es la de Harina de arroz:Leche en polvo (5.9%), debido a que tiene en mayor proporción leche en polvo y ésta contiene una gran cantidad de este componente; para las dos restantes mezclas Harina de arroz:Harina de garbanzo:Leche en polvo y Harina de arroz:Harina de garbanzo se obtuvieron valores bajos de grasa (3.39% y 1.61% respectivamente) pues el contenido de grasa lo aporta principalmente la leche en polvo y ésta al estar ausente o en cantidades menores trae como consecuencia su disminución.

Con respecto a los hidratos de carbono presentes en las tres mezclas, se puede ver que tienen una alta cantidad de éstos, lo que significaría una fuente energética importante, considerando que el contenido de fibra para las mezclas es muy bajo.

En la tabla 4, se muestran los resultados del análisis proximal en base seca para las mezclas de harinas seleccionadas, los cuales no muestran cambios significativos al compararlos con los resultados en base húmeda debido a la baja humedad presente.

Tabla 3

Análisis proximal de mezclas de harinas seleccionadas. (Base Húmeda)
g / 100 g muestra

Determinación	HA : HG : LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA : HG ² (50:50) % proteína	HA : LP ³ (30:70) % proteína
Humedad	4.27 ± 0.03	4.8 ± 0.05	3.75 ± 0.03
Grasa cruda	.3.39 ± 0.12	1.61 ± 0.11	5.9 ± 0.09
Proteína cruda ⁴	18.68 ± 0.15	11.39 ± 0.33	14.88 ± 0.03
Cenizas	3.52 ± 0.09	0.9 ± 0.02	2.26 ± 0.11
Fibra cruda	0.29 ± 0.01	0.71 ± 0.03	0.10 ± 0.01
Hidratos de carbono ⁵	69.85	80.59	73.11

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

⁴. Factor de conversión N₂ x 6.25

⁵. Hidratos de carbono asimilables por diferencia.

Tabla 4

Análisis proximal de mezclas de harinas seleccionadas. (Base Seca)
g / 100 g muestra

Determinación	HA : HG : LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA : HG ² (50:50) % proteína	HA : LP ³ (30:70) % proteína
Proteína cruda ⁴	19.50 ± 0.16	11.96 ± 0.35	15.45 ± 0.04
Grasa cruda	3.54 ± 0.13	1.69 ± 0.12	6.13 ± 0.01
Cenizas	3.70 ± 0.10	0.94 ± 0.02	2.34 ± 0.12
Fibra cruda	0.30 ± 0.02	0.77 ± 0.04	0.11 ± 0.01
Hidratos de carbono ⁵	72.96	84.64	75.97

¹ HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz..

² HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³ HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

⁴ Factor de conversión N₂ x 6.25

⁵ Hidratos de carbono asimilables por diferencia.

Acondicionamiento de las formulas.

Los aditivos empleados para la optimización de las mezclas de harinas seleccionadas fueron:

- Lecitina de soya, como emulsificante (Marca Golden Hervest)
- Goma Xantana, como estabilizante (Proveedor Gelymar)
- Colorante vegetal rojo y amarillo (Marca Aureolu)
- Canela en polvo para la formula Harina de arroz:Leche en polvo (Marca McCormick)
- Azúcar refinada (Marca Gigante)
- Saborizante fresa y vainilla en polvo para atole (Proveedor IFF)

Después de probar cada una de las diferentes formulaciones propuestas con los sabores: fresa, chocolate y vainilla, los sabores finales fueron:

- Sabor fresa para las mezclas de Harina de arroz: Harina de garbanzo:Leche en polvo y Harina de arroz:Harina de garbanzo y;
- Sabor vainilla para la mezcla Harina de arroz:Leche en polvo.

En la tabla 5, se muestran las cantidades de los ingredientes y diferentes aditivos empleados para el acondicionamiento de las mezclas de harinas seleccionadas: Harina de arroz:Harina de garbanzo:leche en polvo, Harina de arroz:Harina de garbanzo y Harina de arroz:leche en polvo

Tabla 5

**Formulaciones finales desarrolladas.
g / 100g de producto**

Ingrediente o aditivo	HA : HG : LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA : HG ² (50:50) % proteína	HA : LP ³ (30:70) % proteína
Mezcla de harinas	58.1	62.0	62.0
Azúcar	36.1	32.0	32.0
Lecitina de soya	3.6	3.9	4.0
Goma Xantana	0.7	0.8	0.8
Saborizante	1.4	1.2	0.8
Canela en polvo	----	----	0.8
Colorante vegetal	0.005	0.02	0.04

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz. Sabor fresa

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz. Sabor fresa

³. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo. Sabor vainilla

Análisis Proximal de formulaciones desarrolladas.

En la tabla 6, se muestran los resultados obtenidos en base húmeda del análisis proximal realizado a las formulaciones finales propuestas, en donde se observa que el contenido de humedad está alrededor del 3 % para todas las formulaciones. El bajo contenido de humedad tendrá una influencia positiva en la conservación de la calidad del polvo, e impedirá el desarrollo y proliferación de microorganismo, lo que provocaría una disminución de la calidad del polvo final.

En base seca, se encontró que el contenido de proteína disminuye considerablemente en las tres formulaciones, en comparación con el valor obtenido en las mezclas seleccionadas, debido a que para lograr un buen nivel de agrado, en cuanto a dulzor; se hizo necesaria la incorporación de entre 30 y 36 gramos de azúcar por cada 100 gramos de producto final, sin embargo, se espera que la calidad final de la proteína de todas las formulaciones sea buena, pues la proporcionada por el arroz y el garbanzo a las formulaciones que los contienen se complementa en sus aminoácidos limitantes, además de que dos de las mezclas contienen la proteína de la leche que es de buena calidad. La formulación que contiene mayor porcentaje de proteína, con un 10.04%, es la que contiene la mezcla de Harina de arroz:Harina de garbanzo:Leche en polvo, seguida de la fórmula Harina de arroz:Leche en polvo con un 9.81% y la de menor porcentaje es la que contiene Harina de arroz:Harina de Garbanzo (5.29%). Cabe mencionar que sólo las fórmulas Harina de arroz:Harina de Garbanzo:Leche en polvo y Harina de arroz:Leche en polvo, son las que se aproximan al valor de contenido mínimo de proteína requerido para alimentos a base de cereales para lactantes y niños de corta edad el cual es de 15% como mínimo de proteína antes de preparar el alimento con agua. (48)

Con relación al contenido de grasa, se observa que este componente también disminuye en comparación con el registrado para las mezclas de harinas seleccionadas debido a que como se mencionó anteriormente, las formulaciones finales contienen una cantidad importante de azúcar. El bajo contenido de grasa que contienen las formulaciones trae como desventaja un bajo aporte calórico, pero por otro lado resulta importante desde el punto de vista de vida de anaquel del producto, pues con esto se disminuye la probabilidad de enranciamiento del producto a causa de la oxidación de las grasas presentes. Las formulaciones que contienen mayor porcentaje de grasa, alrededor del 3%, son las mezclas de Harina de arroz:Harina de garbanzo:Leche en polvo y la de Harina de arroz:Leche en polvo. La mezcla de Harina de arroz:Harina de garbanzo contiene sólo el 1.18% de grasa.

En cuanto a los hidratos de carbono, estos incrementan su valor de un 75 % aproximadamente de las mezclas de harinas seleccionadas a un valor cercano a 85-90% en las formulaciones finales debido a la adición de azúcar, lo que trae como consecuencia un mayor contenido energético de los productos finales, considerando además que el contenido de fibra presente en todas las formulaciones finales es muy bajo.

En la tabla 7, se muestran los resultados del análisis proximal en base seca para las mezclas de harinas seleccionadas, los cuales no muestran cambios significativos al compararlos con los resultados en base húmeda debido a la baja humedad presente.

Tabla 6

Análisis proximal de formulaciones desarrolladas. (Base Húmeda)

g / 100 g muestra

Determinación	HA : HG : LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA : HG ² (50:50) % proteína	HA : LP ³ (30:70) % proteína
Humedad	2.68 ± 0.09	2.88 ± 0.04	2.95 ± 0.07
Grasa cruda	2.96 ± 0.27	1.15 ± 0.063	2.55 ± 0.12
Proteína cruda ⁴	9.78 ± 0.68	5.29 ± 0.57	8.63 ± 0.04
Cenizas	2.13 ± 0.07	0.67 ± 0.043	1.65 ± 0.03
Fibra cruda	0.29 ± 0.018	0.38 ± 0.027	0.17 ± 0.001
Hidratos de carbono ⁵	82.24	89.67	84.03

¹ HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

² HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³ HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

⁴ Factor de conversión N₂ x 6.25

⁵ Hidratos de carbono asimilables por diferencia.

Tabla 7

Análisis proximal de mezclas de formulaciones desarrolladas. (Base Seca)

g / 100 g muestra

Determinación	HA : HG : LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA : HG ² (50:50) % proteína	HA : LP ³ (30:70) % proteína
Proteína cruda ⁴	10.04 ± 0.705	5.4 ± 0.59	9.81 ± 0.05
Grasa cruda	3.04 ± 0.28	1.18 ± 0.065	2.62 ± 0.13
Cenizas	2.19 ± 0.076	0.68 ± 0.045	1.70 ± 0.040
Fibra cruda	0.21 ± 0.02	0.77 ± 0.401	0.18 ± 0.003
Hidratos de carbono ⁵	84.72	92.34	86.60

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³. HA:LP = Harina de Arroz.: Leche en Polvo.

⁴. Factor de conversión N₂ x 6.25

⁵. Hidratos de carbono asimilables por diferencia.

En la tabla 8, se presentan las cantidades de ingredientes y aditivos que se encuentran contenidos en las formulaciones finales en una porción o ración lista para su consumo (250 ml.)

Tabla 8

**Formulaciones finales desarrolladas por porción o ración lista para consumo
g / 250 ml producto listo para consumo**

Ingrediente o aditivo	HA : HG : LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA : HG ² (50:50) % proteína	HA : LP ³ (30:70) % proteína
Mezcla de harinas	15.0	15.3	15.3
Azúcar	10.0	7.8	7.8
Lecitina de soya	1.0	1.0	1.0
Goma Xantana	0.18	0.25	0.25
Saborizante	0.40	0.25	0.25
Canela en polvo	-----	-----	0.25
Colorante vegetal	0.0013	0.005	0.01
TOTAL	27	25	25
Agua (mL)	250	250	250

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz. Sabor fresa

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz. Sabor fresa

³. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo. Sabor vainilla

En la tabla 9, se presentan las cantidades de los diferentes nutrimentos en las formulaciones desarrolladas y los requerimientos recomendados por día para niños preescolares, en donde se puede observar que la formulación que proporciona mayor aporte energético es la de Harina de arroz:Harina de garbanzo:Leche en polvo, con 110 kcal por porción (27g de producto), lo que representa el 8.5% del requerimiento diario para niños de 1 a 3 años y el 6.5% para niños de 4 a 6 años; la formula Harina de arroz:Leche en polvo aporta 103 kcal por porción (25g de producto), que representan el 8.0% del requerimiento diario para niños de 1 a 3 años de edad y 6.0% para niños de 4 a 6 años; mientras que la formula de Harina de arroz:Harina de Garbanzo proporciona 101 kcal por porción (25g de producto), valor que cubre con el 7.8% del requerimiento diario para niños de 1 a 3 años y el 6% para niños de 4 a 6 años.

Considerando los resultados anteriores se observa que las formulaciones desarrolladas además de proporcionar proteína de buena calidad, contribuyen con un aporte energético de entre 6 y 8% de la ingesta diaria recomendada para niños preescolares.

Tabla 9.

Características nutriológicas diarias de alimentos para preescolares

	Recomendaciones diarias para niños de 1 a 3 años y de 4 a 6 años, respectivamente		Cantidad proporcionada por formulaciones desarrolladas (por ración o porción)		
			HA : HG : LP ¹	HA : HG ²	HA : LP ³
			(19:19:62) % proteína	(50:50) % proteína	(30:70) % proteína
			Kcal		
Aporte energético (total)	1 297	1 703	110	101	103
Hidratos de carbono	754	986	91.6	92.4	86.8
Proteínas	156	204	10.8	5.6	10.0
Grasas	387	513	7.4	2.7	5.9
Cantidad			(g)		
Hidratos de carbono	188.5	246.5	22.9	23.1	21.7
Proteínas	39.0	51.0	2.71	1.4	2.5
Grasas	43.0	57.0	0.82	0.30	0.66

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz

³. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

Pruebas de instantaneidad

Con respecto a las pruebas de instantaneidad tenemos que:

Pruebas físicas.

La densidad de los productos en polvo es una propiedad importante desde el punto de vista económico y funcional. Desde el punto de vista económico, una mayor densidad de los productos en polvo es indicador de gastos menores en transportación, almacenaje y empaque de producto final pues los espacios requeridos son menores; y desde el punto de vista funcional, la densidad es una característica importante de los polvos instantáneos pues influye sobre la fluidez que éstos van a presentar al contacto con el agua.

De acuerdo al análisis físico de la tabla 10, podemos observar con respecto a la densidad que los valores obtenidos son altos (cercanos a uno) para las fórmulas desarrolladas y además son mayores que para las mezclas de harinas seleccionadas, esto nos indica una mayor densidad de las partículas de los productos desarrollados obtenidos y nos dice que el tamaño de la partícula es homogéneo ya que el espacio de aire entre las partículas es menor resultando así en una densidad mayor lo que va a ocasionar menor fluidez de las partículas al contacto con agua, pero va evitar que las partículas empiecen a subir de nuevo después del hundimiento inicial.

Con respecto a la humectabilidad, la cual es un proceso en el cual la fase gaseosa de la superficie de la fase sólida es reemplazada por una fase líquida, nos indica la habilidad del polvo para ser humedecido con agua a una temperatura dada; se observa que tanto las mezclas de harinas seleccionadas como las formulaciones desarrolladas presentan valores

muy elevados, con excepción de la mezcla de harina seleccionada: harina de arroz-harina de garbanzo, lo que nos indica que sus características de instantaneidad no son las óptimas, ya que para poderse llamar instantáneas deben humectarse aproximadamente en 60 segundos. Sin embargo, los productos comerciales denominados instantáneos tampoco cumplen con el tiempo óptimo de humectabilidad, éstos necesitan de agitación para poder disolverse en agua. Considerando esto, entonces las formulas desarrolladas también pueden denominarse instantáneas pues al agitarse el tiempo que tardan el disolverse en agua es muy semejante al de los productos comerciales denominados instantáneos

Tabla 10. Densidad aparente y humectabilidad de mezclas de harinas seleccionadas y formulas desarrolladas.

Prueba	Mezclas de harinas seleccionadas			Formulas desarrolladas		
	HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) % proteína	HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) % proteína
Densidad aparente (g / mL)	0.890	0.678	0.700	0.949	0.885	0.919
Humectabilidad (seg)	54	321	154	93	340	156

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

Prueba de reconstitución.

La reconstitución es importante en una evaluación y aceptación de un polvo. Para conocer la reconstitución de alimentos en polvo se realizó la prueba de volumen de sedimentación.

En la tabla 11, se presentan los resultados de la prueba de volumen de sedimentación en donde se observa que los valores registrados para las formulaciones desarrolladas son mayores que para las mezclas de harinas seleccionadas y además son cercanos a uno (1), lo que nos indica que las soluciones obtenidas después de disolver los polvos de las formulaciones desarrolladas en agua son prácticamente estables y por lo tanto con aspecto estético adecuado. Valores menores como 0.92 en el caso de las mezclas de harinas empleadas nos indica que el 92 % del volumen total en el recipiente esta aparentemente ocupado por flóculos que forman el sedimento.

Tabla 11. Volumen de sedimentación de mezclas de harinas seleccionadas y formulaciones desarrolladas.

Prueba	Mezclas de harinas seleccionadas			Formulas desarrolladas		
	HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) %proteína	HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) % proteína
Volumen de sedimentación	0.92	0.95	0.97	0.95	0.98	0.99

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

² HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³ HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

Pruebas reológicas.

Comúnmente las propiedades que se consideran para el comportamiento de la fluidez en los polvos son ángulo de reposo y velocidad de flujo.

Los resultados de las pruebas reológicas se muestran en la tabla 12 y aquí se puede apreciar que los valores obtenidos para la prueba de ángulo de reposo de las mezclas de harinas seleccionadas y de las fórmulas desarrolladas se encuentran entre 30 y 50 grados, por lo que se consideran polvos de buena calidad pues estos valores son los que se consideran como óptimos para este tipo de productos ya que indica que las partículas constituyentes del polvo son lisas y redondas, además indica que los polvos no se han humectado, evitando que se conviertan en polvos cohesivos, lo que afectaría su fluidez e implicaría una mayor dificultad para su manejo. Los valores de ángulo de reposo disminuyen para las formulaciones desarrolladas debido a la incorporación de azúcar, pues esto incrementa el tamaño de partícula final presente que se tiene en la muestra sometida a la prueba.

Con relación a la velocidad de flujo, la cual permite saber que tan fácil fluye un polvo, se puede ver que los valores de las formulaciones desarrolladas son mayores a los que presentan las mezclas de harinas seleccionadas, por lo que van a presentar una menor velocidad de flujo, también puede deberse a la presencia de azúcar en las fórmulas desarrolladas, que ocasionan un mayor tamaño de partícula, una mayor fricción entre partículas y por lo tanto menor fluidez de las formulaciones desarrolladas.

Tabla 12

Ángulo de reposo y Velocidad de flujo de mezclas de harinas seleccionadas y formulas desarrolladas

Prueba	Mezcla de harinas seleccionadas			Formulas desarrolladas		
	HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) %proteína	HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) % proteína
Angulo de reposo	41.53	41.63	40.62	34.50	35.24	36.05
Velocidad de flujo	0.88	0.66	1.15	1.82	2.65	2.35

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

Prueba de estabilidad.

En las normas de leche entera en polvo y de fórmulas no lácteas en polvo del IMSS (36), se utiliza la prueba de estabilidad al calor como un control de calidad. En esta prueba la proteína no debe coagular, lo que indica que es estable al calor.

En la tabla 13, se muestran los resultados para la prueba de estabilidad al calor en donde se aprecia que ninguna de las muestras presenta coagulación de proteínas al someterlas a condiciones de esterilización, lo que indica que son estables al calor; por lo tanto sus propiedades físicas y su utilidad fisiológica no se modifican al aplicárseles calor, por lo que se espera que la calidad de la proteína no se modifique.

Tabla 13. Estabilidad al calor de las mezclas de harinas seleccionadas y formulaciones desarrolladas.

Prueba	Mezclas de harinas seleccionadas			Formulas desarrolladas		
	HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) %proteína	HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) % proteína
Estabilidad al calor	Estable	Estable	Estable	Estable	Estable	Estable

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo

Análisis microbiológico realizado a los tres productos desarrollados.

Los granos y sus productos, debidamente secos y almacenados, son inherentemente resistentes a la alteración por microorganismos debido a su baja actividad acuosa (a_w). Los productos finales obtenidos de cereales generalmente tienen valores de a_w (< 0.65) por debajo de los cuales no crecen la mayor parte de los microorganismos.

La flora microbiana de la harina es escasa. Cuando las condiciones de a_w favorecen el crecimiento, los únicos microorganismos que generalmente se desarrollan son bacterias del género *bacillus* y mohos de varios géneros.

De acuerdo a los resultados que se presentan en la tabla 14 con relación al análisis microbiológico realizado a las formulaciones desarrolladas, se observa que la cuantificación de microorganismos se encuentra dentro de los límites establecidos para productos destinados a niños de corta edad de acuerdo a la NOM-131-SSA1-1995. (48)

Tabla 14

Análisis microbiológico de las formulaciones desarrolladas. ⁽⁴⁸⁾

Microorganismo	Limite permisible.	Cuantificación en los productos desarrollados		
		HA:HG:LP ¹ (19:19:62) % proteína	HA:HG ² (50:50) % proteína	HA:LP ³ (30:70) % proteína
Coliformes totales	20 NMP / mL	5 NMP / mL	8 NMP / mL	5 NMP / mL
Mesófilos aerobios	2 500 UFC / g	900 UFC / g	1 100 UFC / g	700 UFC / g
Staphylococcus aureus	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Hongos y Levaduras.	20 UFC / g	6 UFC / g	9 UFC / mL	4 UFC / mL

¹. HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

². HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

Evaluación sensorial

Los resultados de la encuesta preliminar aplicada a los padres de familia muestra que el 89% de la población encuestada consume atole con una frecuencia de 1 a 2 veces por semana en su mayoría, de estas personas el 47% consume marcas comerciales de entre las que destaca la marca comercial Maizena con un 64% de la preferencia; también se encontró que la mayoría de los niños prefieren tomar el atole caliente además de que el motivo principal por el que consumen éste producto es por el sabor.

Tomando en cuenta los datos anteriores, se decidió comparar las formulaciones desarrolladas con la marca comercial Maizena y proporcionar a los jueces las muestras a una temperatura de 55 – 60° C

En la tabla 15, se pueden apreciar los resultados obtenidos para la prueba de comparación por pares analizados por ji cuadrada (Anexo 1) para las formulaciones desarrolladas y el producto comercial Maizena, en donde se puede observar que para la muestra de Harina de arroz: Leche en polvo, sabor vainilla, comparada con el producto comercial Maizena sabor vainilla, existe diferencia significativa entre las dos muestras, siendo la de mayor aceptación (72%) por los jueces la formulación desarrollada, a un nivel de probabilidad de $p < 0.001$, lo que nos proporciona una mayor confiabilidad con relación a la preferencia mostrada por la población a la cual se destinarán los productos. Para la fórmula de Harina de arroz: Harina de garbanzo: Leche en polvo, sabor fresa, comparada con la marca comercial Maizena sabor fresa, también existe diferencia significativa entre las dos muestras, en donde la fórmula desarrollada fue la de mayor aceptación (64%) con un nivel de probabilidad de $p < 0.01$, que nos da la confiabilidad de preferencia por los consumidores hacia nuestro producto.

En el caso de la fórmula de Harina de arroz: Harina de garbanzo sabor fresa, que se comparó con el producto comercial Maizena sabor fresa, ambas preparadas con agua, no se observó diferencia significativa a un nivel de probabilidad de $p < 0.50$ entre las muestras, como se observa en los porcentajes obtenidos para cada muestra, pues ambas presentan el 50% de aceptación por parte de los jueces.

Como se puede ver los productos desarrollados presentaron una mayor aceptación por parte de los jueces consumidores en la evaluación sensorial que se realizó, con excepción del producto desarrollado con Harina de arroz: Harina de garbanzo sabor fresa, en donde no hay diferencia entre ésta y el producto comercial Maizena.

- Prueba de comparación por pares

Porcentajes de preferencia obtenidos para las formulaciones desarrolladas y para la marca comercial Maizena :

Prueba 1

Formula harina de arroz/ leche en polvo, sabor vainilla	72%
Maizena sabor vainilla	28%

Prueba 2

Formula harina de arroz/ harina de garbanzo/ leche en polvo, sabor fresa	64%
Maizena sabor fresa	36%

Prueba 3

Formula harina de arroz/ harina de garbanzo, sabor fresa	50%
Maizena sabor fresa (preparado con agua)	50%

Tabla 15

Análisis de resultados de evaluación sensorial por JI cuadrada

Muestras comparadas	χ^2 calculada		χ^2 tablas
HA:LP ¹ vs Maizena, vainilla *	18.49	>	10.827
HA:HG:LP ² vs Maizena, fresa **	7.29	>	6.635
HA:HG ³ vs Maizena, fresa ***	0.01	<	0.455

¹. HA:LP = Harina de Arroz : Leche en Polvo.

². HA:HG:LP = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo : Leche en Polvo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

³. HA:HG = Harina de Arroz : Harina de Garbanzo. La mezcla además contiene 5% de fécula de maíz.

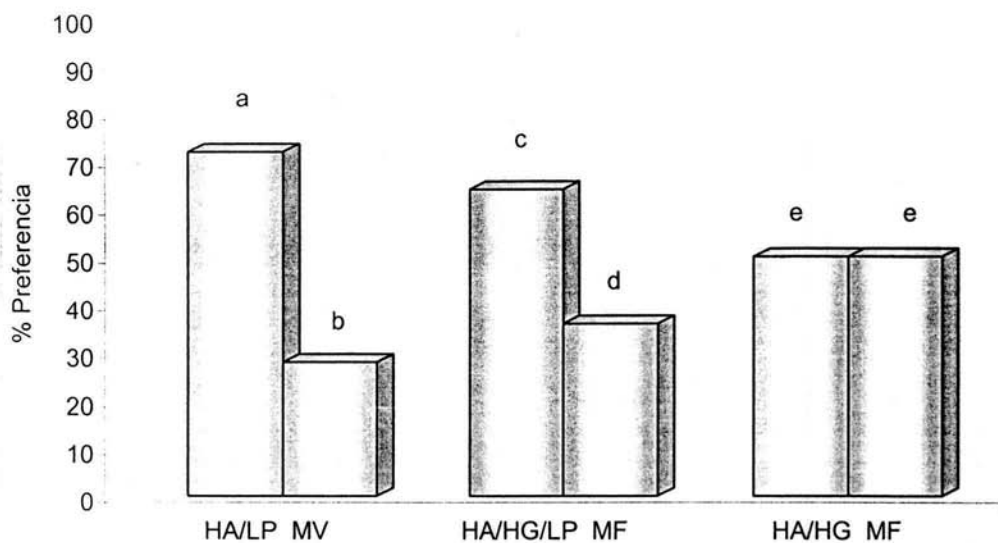
*p=0.001

**p= 0.01

***p=0.5

Gráfica 1

ANÁLISIS SENSORIAL. COMPARACIÓN POR PARES.



^{a,b} Existe diferencia significativa entre el par de muestras a $p = 0.001$

^{c,d} Existe diferencia significativa entre el par de muestras a $p = 0.01$

^{e,e} No existe diferencia significativa entre el par de muestras a $p = 0.5$

HA/LP = harina de arroz /leche en polvo, sabor vainilla

HA/HG/LP = harina de arroz/harina de garbanzo/leche en polvo, sabor fresa

HA/HG = harina de arroz/harina de garbanzo, sabor fresa.

MV = Maizena sabor vainilla.

MF = Maizena sabor fresa

CONCLUSIONES

- El garbanzo presentó el mayor contenido de proteína (21.4 %) de origen vegetal.
- El arroz presentó el mayor contenido de hidratos de carbono con un valor de 86.7 %.
- Las mezclas seleccionadas para las formulaciones a desarrollar fueron: harina de arroz: leche en polvo (30:70%); harina de arroz: harina de garbanzo: maizena (50:50:5%) y harina de arroz: harina de garbanzo: leche en polvo: maizena (19:19:62:5%), todo con relación a la proteína final.
- La mezcla que presenta el mayor contenido de proteína en base seca, es la de harina de arroz: harina de garbanzo: leche en polvo: maizena (HA/HG/LP) con un 19.50% y la de mayor contenido de hidratos de carbono es la de harina de arroz: harina de garbanzo: maizena (HA/HG) con un 84.64%.
- El mayor contenido de proteína en base seca de las tres formulaciones desarrolladas lo presenta la formula de harina de arroz: harina de garbanzo: leche en polvo (HA/HG/LP) con un 10.04% y la de mayor contenido de hidratos de carbono es la de harina de arroz: harina de garbanzo (HA/HG) con un 92.34 %.
- Las tres formulaciones desarrolladas tienen valores óptimos de densidad y cumplen con las características de instantaneidad que presentan los productos comerciales.
- Las formulaciones desarrolladas se consideran polvos de buena calidad nutrimental, con buenas características de fluidez y estables en forma de solución.
- La proteína de las tres formulaciones desarrolladas es estable al calor.
- El análisis microbiológico a las formulaciones mostró que se encuentran dentro de los parámetros establecidos para este tipo de productos de acuerdo a la NOM-131-SSA1-1995.

- En cuanto a la evaluación sensorial, no hubo diferencia significativa en la formulación de harina de arroz: harina de garbanzo (HA/HG) y Maizena. Las formulaciones de mayor aceptación fueron la de harina de arroz: leche en polvo (HA/LP) y la de harina de arroz:harina de garbanzo: Leche en polvo (HA/HG/LP)
- Las formulaciones desarrolladas además de proporcionar proteína de buena calidad, contribuyen con un aporte energético de entre 6 y 8% de la ingesta diaria recomendada para niños preescolares.
- Aunque no se realizó un estudio de costos, se puede considerar que estos productos pueden ser elaborados a un costo que podría ser igual o inferior a los productos comerciales existentes, esto por el bajo precio y alta disponibilidad de las materias primas además de que los productos finales tienen un valor nutritivo superior.

RECOMENDACIÓN.

Aplicar otro método de secado y molienda con el fin de obtener harinas más finas.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Schubert, H., Instantization of powdered food products. *Int. Chem. Eng.* 33(1):28-44. 1993.
2. Ramos, G. R., y cols., Alimentación normal en niños y adolescentes. Teoría y práctica. Ed. El manual moderno, México, 1985, pp.656-658, 675-679.
3. Icaza, S. J., Nutrición. 2ª ed. Edit. Interamericana, México 1983. pp 95,99.
4. Cuellar. R. A. Alimentación del lactante. Sociedad Mexicana de Pediatría. México 1986. pp. 470.
5. Zubirán S., Arroyo, P., Ávila, P., (compiladores) La nutrición y la salud de la madres y los niños mexicanos. II Pediatría. Biblioteca de la salud. Secretaria de Salud. Edit. Fondo de cultura económica. México. 1990. pp. 150-151.
6. Aykroyel, W. A. Doughty, J., Las leguminosas en la nutrición humana. FAO. Roma, Italia, 1984. pp. 97,108.
7. Serna, S. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. A.G.T. editor, México, D.F., 1996, pp.23-26, 92-98.
8. García, S., Elaboración de una mezcla de garbanzo-arroz para el desarrollo de alimentos infantiles. Tesis licenciatura, UNAM, México D.F., 1997, pp.7-17.
9. Yañez-Farias, G.A., Bernal-Aguilar V., Ramírez-Rodríguez L., Barrón-Hoyos J.M. Fortification of some cereal foods with a chickpea protein concentrate. *Food Sci. and Tech. Int.* 5(1):89-93. 1999.
10. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, Órgano Desconcentrado de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ed. Revista Claridades Agropecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Febrero 1997. No. 42 pp. 4-7,21-22.

11. Kent, L. Tecnología de los cereales. Ed. Acribia, España, 1971, pp. 160-172.
12. Hosenev, C.R. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Ed. Acribia, Zaragoza, 1991, pp 19-22, 83.
13. Chang, C., Lee C., Brown G., Production and nutritional evaluation of high- protein rice flour. Journal F. S., 1986, pp. 51:2:464-467.
14. Hansen, L., Hosek R., Callan M., Jones F., The development of high-protein rice flour for early childhood feeding. Food technology. 11:38-42. 1981.
15. Luh, B., Rice: Production and utilization. Ed. Shiun Wastport, Conn. 1980. p.p 8-15, 20-32
16. Liener, I.E., Toxic factor in edible legume and their elimination. Am.J. Clin. Nutr. 1962. 11:281-289.
17. Hawton, J., Fundamentos de ciencias de los alimentos, Edit. Acribia, Zaragoza, 1983, pp.63-64.
18. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Año Agrícola 2002.
19. Gordillo, M., El Garbanzo. Ed. Ediciones Mundiprensa. Madrid, 1991. p.p 8-15
20. Sotelo, A., Flores F., Hernández M., Chemical composition and nutritional value of Mexican varieties of chickpea (*Cicer arietinum* L). Plants foods for human nutrition. 37:299-306. 1987.
21. Sotelo, A., Hernández M., Nutritional evaluation of wheat flour cookies supplemented with chickpea, cheese whey and aminoacids. Nutr. Rep. Inter. 29:845-858. 1984.
22. Muller, H.G. Nutrición y ciencia de los alimentos. Acribia 1ª edic., Zaragoza España, pp.143-145.
23. Ulloa, J.A.,García-Quintero, Z.H., Valencia, M.E., Obtención de un concentrado proteinico de garbanzo (*Cicer arietinum*) por ultrafiltración. Arch. Lat. de Nut. 41(4):595-608. 1991.

24. Sotelo, A., Leguminosas silvestres, reserva de proteínas para la alimentación del futuro. Información científica y tecnológica. 3: 54:28-32. 1981.
25. Pthwardhan, N., Pulses and beans in human nutrition. Am. J. Clin. Nutr. 11: 120-130. 1962.
26. Sotelo, A., Lucas B., Uvalle A., Giral F., Chemical composition and toxic factors content of sixteen leguminous seeds. Quart J. Crude Drug Res. 18:9-16. 1980.
27. Robles, R., Producción de Granos y Forrajes. Ed. Limusa. México, 1990. p.p 23-28
28. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, Órgano Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ed. Revista Claridades Agropecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Noviembre 1997. No. 51 pp.1-3,17-20.
29. Keating, F.P. Introducción a la lactología. Limusa, 1ª reimp., México D.F., 1992, pp.15-24,137-138,145-149.
30. Guaipo, B., Calderón, M., Laprea, M.T., Formulación y evaluación de una bebida a base de leche completa y harina de arroz precocida. Arch. Lat. de Nut. 43(2):161-167. 1993.
31. Vivó E., Jorge A. Geografía Humana y Económica. Ed. Patria. México 1994.pp.286.
32. Moreyra, R., Fundamentos y aplicaciones de propiedades físicas de alimentos en polvo. Tec. de Alim. 17:45, 1985)
33. Vagn W. N. Milk powder technology evaporationand spray drying A/S. Niro atomizer 2ª ed., Copenhage Denmark. 1982.
34. Gomez Zamorate.Y., Optimización del proceso de sacado por aspersion y control de calidad de formulas en polvo de pollo-arroz y pollo-harina de maíz nixtamalizado para niños intolerantes a la lactosa. Tesis Licenciatura, UNAM, México, D.F., 2001, pp.47-52.

35. Kirk, R., Sawyer, R., Egan, H. Composición y análisis de alimentos de Pearson. CECSA, 2ª Ed., México D.F., 1996, pp12-29, 36-37, 199-250, 397, 671-721.
36. Subdirección General de Abastecimiento. Departamento de Análisis de Medicamentos y Productos Biológicos de la Jefatura de Control de Calidad del I.M.S.S. Normas para formulas no lacteas en polvo. 1990, pp.11-39.
37. Mitchel, I R., Anderson, D. Nutrición y Dieta de Cooper, 15ª Ed, Ed. Interamericana, México, 1968, pp.50-51.
38. Madrid, A., Los aditivos en los alimentos. Ed. Mundi-Persa; Zaragoza. 1992. p.p 13-17, 25-28.
39. Taylor, L.J., Food aditives. Ed..John Wiley and Sons; U.S.A. 1980. p.p 21-26
40. Ulrich, Herhardt. Aditivos e Ingredientes. Ed. Acribia; Zaragoza, 1992. p.p 7-10
41. Stone, H., Sidel, J., Sensory evaluation practices. Academic press Inc. 1985. p.p 1.02-116
42. Anzaldúa-Morales, A., La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia, Zaragoza, 1994, pp.11-23, 45-48, 67-78.
43. AOAC, Official methods of analysis, vol.,1& 11, 15ª Ed., Association of Analytical Chemists Publisher by AOAC, Arlington, 1990, pp. 17-19, 40-62, 63-83, 1012.
44. Remigton, Farmacia, Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, 17ª edición, tomo 2, 1987, pp.423-424, 439, 441.
45. Merk. Manual de medios de cultivo. Copyright, Alemania. 1994
46. Norma Oficial Mexicana. NOM-F-26-1986. Alimentos Lácteos.- Leche en polvo.
47. Pedrero F. D., L. Pangborn. R. M., Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos Analíticos. Ed. Alhambra Mexicana, 2ª Ed. México 1997, pp.72-75, 123-126
48. Norma Oficial Mexicana. NOM-131-SSA1-1995. Alimentos para lactantes y niños de corta edad.

ANEXO 1

Cálculos de resultados de evaluación sensorial por método estadístico de ji cuadrada

Prueba 1

Formula harina de arroz/ leche en polvo, sabor vainilla

Maizena sabor vainilla

$$\chi^2 = \frac{\{(72 - (100 \cdot 0.5)) - 0.5\}^2}{(100 \cdot 0.5) \cdot 0.5}$$

$$\chi^2 = 18.49$$

donde:

X_1 = número de opiniones acertadas

n = número total de ensayos practicados o número de jueces por repeticiones efectuadas

p = probabilidad del éxito en un ensayo único

$1-p$ = probabilidad de la falla en un ensayo único

0.5 = factor de correlación por continuidad para χ^2 ajustada

de valores de tablas a $p = 0.001$

$$\chi^2_{\text{calculada}} = 18.49$$

$$\chi^2_{\text{tablas}} = 10.827$$

$$\chi^2_{\text{calculada}} > \chi^2_{\text{tablas}}$$

∴ Si hay diferencia significativa entre las dos muestras.

Prueba 2

Formula harina de arroz/ harina de garbanzo/ leche en polvo, sabor fresa

Maizena sabor fresa

$$\chi^2 = \frac{\{(64 - (100 \cdot 0.5)) - 0.5\}^2}{(100 \cdot 0.5) \cdot 0.5}$$

$$\chi^2 = 7.29$$

de valores de tablas a $p = 0.01$

$$\chi^2_{\text{calculada}} = 7.29$$

$$\chi^2_{\text{tablas}} = 6.635$$

$$\chi^2_{\text{calculada}} > \chi^2_{\text{tablas}}$$

∴ Si hay diferencia significativa entre las dos muestras

Prueba 3

Formula harina de arroz/ harina de garbanzo, sabor fresa

Maizena sabor fresa (preparado con agua)

$$\chi^2 = \frac{\{(50 - (100 \cdot 0.5)) - 0.5\}^2}{(100 \cdot 0.5) \cdot 0.5}$$

$$\chi^2 = 0.01$$

de valores de tablas a $p = 0.50$

$$\chi^2_{\text{calculada}} = 0.01$$

$$\chi^2_{\text{tablas}} = 0.455$$

$$\chi^2_{\text{calculada}} < \chi^2_{\text{tablas}}$$

∴ No hay diferencia significativa entre las dos muestras

ENCUESTA SOBRE CONSUMO DE ATOLE.

Edad _____ Sexo _____ Ocupación _____

Instrucciones.

Si usted es mamá de niño(s) en edad comprendida entre 4 a 8 años; por favor conteste las siguientes preguntas.

1. ¿Consume usted y su familia atole?

Si _____ No _____

2. ¿Con qué frecuencia los consume?

2 veces por semana _____ 3 veces por semana _____ 1 vez por semana _____
Otro _____

3. ¿Consume marcas comerciales o preparaciones caseras?

4. Si consume marcas comerciales ¿Qué marca(s) consume?

5. ¿Qué sabores son los preferidos por sus hijos?

Fresa _____ Vainilla _____ Chocolate _____ Otros _____

6. ¿Cómo los consumen?

Caliente _____ Tibio _____ Frío _____

7. ¿Por qué le gustan los atoles?

Sabor _____ Color _____ Consistencia _____ Aroma _____ Otros _____

8. ¿Cuánto tiempo necesita o emplea para preparar un atole?

9. Si apareciera en el mercado un producto a base de arroz con garbanzo ¿Lo compraría?

Si _____ No _____

10. ¿Por qué?

11. Cuánto estaría dispuesto a pagar por este producto:

Más que lo paga por un producto comercial _____

Igual que lo que paga por un producto comercial _____

Menos que lo que paga por un producto comercial _____

Muchas gracias por participar