

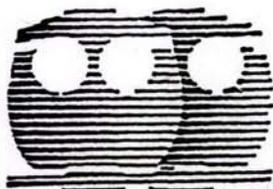


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

DESARROLLO DE UN ALIMENTO PARA ADULTOS MAYORES A PARTIR DE AVENA Y CASEINATO DE CALCIO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A :
ALEIDA MINA CETINA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

MEXICO, D. F.

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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA DE QUÍMICA
CARRERA DE QUÍMICA
MÉXICO, D.F.

Jurado asignado:

Presidente Prof. Francisco Javier Casillas Gómez.
Vocal Prof. Lucía Cornejo Barrera.
Secretario Prof. Daniel Luis Predrero Fuehrer.
1er Suplente Prof. Patricia Severiano Perez.
2do Suplente Prof. Rosa Maria Argote Espinosa.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Laboratorio 1/A del Departamento de Alimentos y Biotecnología, Edificio A, Facultad de Química, Ciudad Universitaria.

Asesora del tema:



M. en C. Lucía Cornejo Barrera.

Sustentante:



Aleida Mina Cetina

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Aleida Mina Cetina

FECHA: 15 de Octubre 2009

FIRMA: Ma.

Mira que te mando que te esfuerces
y seas valiente; no temas ni desmayes,
porque Jehová tu Dios estará contigo
en dondequiera que vayas.

Josué 1:9

AGRADECIMIENTOS

A Dios , por que en su infinito amor me dio la fortaleza y la sabiduría para poder concluir mi formación profesional.

A mis padres Alejandro y Aída, por estar a mi lado en todo momento, por su gran amor y comprensión y por sus oraciones.

A mi hermano Alejandro, gracias por estar a mi lado en tantos momentos inolvidables, por tu apoyo y amor. Te quiero mucho.

A la M. en C. Lucía Cornejo Barrera, por su gran amistad, por su apoyo y enseñanza durante la realización de este trabajo. Que Dios la Bendiga.

Al Q.F.B. Agustín Reyó, por brindarme su apoyo y su amistad.

A Marce y Lety, por su amistad y apoyo.

A todos mis profesores por su paciencia y dedicación con la que me transmitieron sus conocimientos.

A la familia Díaz Hernández, Noe, Gloria, Samuel, Keren, Job y Noe chico, por su gran amistad y sus oraciones.

Al grupo de Instructoras de Escuela Infantil, por estos cuatro años de ministerio a su lado y sus oraciones.

A mis abuelos Antonio y Raquel, por darme al mejor padre y por su apoyo, en especial por las batas.

A mis abuelos Manuel y Aída, por darme a la mejor madre, por su apoyo y oraciones.

A mi Tía Martha, por sus oraciones y amor.

A mis Tíos Hiram y Bety, por sus oraciones y amor

A mis primos queridos, Bereth, Daniel, Hiram, Ketrin, Samia, Toñito, Gaby y Suraya por su amor.

A mis amigas de la natación Aby, Carlota, Carmen, Helenita, Martha, Patricia, Yadira, Florisa por sus consejos y amistad.

Que Dios los bendiga.

ÍNDICE:

| | Pág. |
|--|------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. JUSTIFICACIÓN..... | 3 |
| III. OBJETIVOS..... | 4 |
| IV. ANTECEDENTES..... | 5 |
| 1. El envejecimiento de la población..... | 5 |
| 2. Conceptos del envejecimiento..... | 6 |
| 3. Teorías del envejecimiento..... | 7 |
| 4. La salud en el envejecimiento..... | 8 |
| 4.1 Principales enfermedades..... | 8 |
| 4.2 Cambios en la composición corporal..... | 9 |
| 4.3 Cambios sensoriales..... | 11 |
| 4.4 Digestión..... | 14 |
| 4.5 Nutrición..... | 15 |
| 4.5.1 Necesidades y recomendaciones nutricias..... | 16 |
| 4.5.2 Energía..... | 18 |
| 4.5.3 Nutrimientos..... | 19 |
| 4.6 Cambios en la conducta alimentaria y riesgo nutricional..... | 21 |
| 5. Caseinatos..... | 23 |
| 6. Avena..... | 26 |
| 6.1 Historia..... | 26 |
| 6.2 Clasificación taxonómica..... | 27 |
| 6.3 Estructura morfológica..... | 28 |
| 6.4 Producción..... | 29 |
| 6.4.1 Producción Mundial..... | 29 |
| 6.4.2 Producción Nacional..... | 32 |
| 6.5 Composición Química..... | 34 |
| 6.6 Valor nutricional..... | 36 |
| 6.6.1 Proteínas..... | 36 |
| 6.6.2 Lípidos..... | 38 |
| 6.6.3 Hidratos de carbono..... | 40 |
| 6.6.4 Vitaminas y minerales..... | 42 |
| 7. Suplementación..... | 44 |
| 8. Enriquecimiento: Vitaminas y Minerales..... | 45 |
| V. METODOLOGÍA..... | 48 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 74 |
| VII. CONCLUSIONES..... | 103 |
| VIII. RECOMENDACIONES..... | 105 |
| XI. BIBLIOGRAFÍA..... | 106 |
| X. ANEXOS..... | 112 |

I. INTRODUCCIÓN.

Los cambios demográficos que sufre la población mexicana señala la imperiosa necesidad de considerar la atención a la población de edades avanzadas particularmente en materia de salud. Debido a que de 4 millones de mexicanos mayores de 65 años de edad que en este año 2003 se tienen, para el año 2020 serán 18 millones de habitantes de edades avanzadas (1 de cada 4 mexicanos). Este aumento en la población de edades avanzadas está y seguirá demandando servicios médicos y nutriólogicos, pensiones, subsidios y ayuda alimentaría (CONAPO, 2000).

En materia alimentaría la atención de dicha población requerirá de especialistas en Química de Alimentos avocados a la nutrición de la población de edades avanzadas en México. Así la geriátrica, sin lugar a duda, ocupará un sitio preponderante en la cultura mexicana y en especial en la política de salud que en el futuro inmediato el gobierno deberá contemplar.

Se está conciente de que el trabajo es solo un aporte, dentro de otros aportes que profesiones afines a la problemática del envejecimiento de la población mexicana darán; por ejemplo: Los arquitectos con construcciones adecuadas, los actuarios con planes de pensiones, los médicos con avances en la medicina geriátrica, etc.

En concreto la meta es proveer a la sociedad mexicana, no únicamente de la conciencia de los cambios en la conducta alimentaría del mexicano de edades avanzadas, si no proveer de alimentos específicos que aporten al bienestar físico y mental de los que hoy 2003 somos jóvenes y que para el 2050 seremos parte de la población envejecida en México.

El proyecto se centra en la obtención de un alimento conveniente para dicha población, que no sólo aporte nutrimentos sino que además sea atractivo, adecuado, bien tolerado y esté dentro de sus hábitos alimentarios, tanto de hombres como de mujeres en edades avanzadas. Cumpliendo con estas características se desarrollará un alimento líquido a base de avena y caseinato de calcio, que siempre es bien aceptado por el consumidor ya que es de fácil manejo, y uso; y que al adicionar vitaminas y minerales, tiene un mayor aporte nutricional, evitando así, el uso de suplementos vitamínicos que normalmente no son adecuadamente consumidos. Por otra parte tiene como fuente proteínica la suplementación de un cereal, en este caso la avena y una proteína de origen animal, el caseinato de calcio, que incrementa la densidad proteínica de los mismos y los niveles de los aminoácidos limitantes en proporciones adecuadas para proveer un balance óptimo de estos nutrimentos.

II. JUSTIFICACIÓN.

El desarrollo de productos alimenticios especiales, generalmente están destinados a niños, mujeres embarazadas y enfermos, olvidándose de otros grupos de la población que también necesitan un apoyo constante en lo referente a su nutrición. Entre estos grupos se encuentran los ancianos que por sus características psicológicas, fisiológicas y sociales son individuos altamente vulnerables de sufrir problemas nutrimentales graves (Vera, 1995).

III. OBJETIVOS.

- **OBJETIVO GENERAL:**

Desarrollar un alimento líquido a base de avena y caseinato de calcio para la población de edades avanzadas tomando en cuenta sus necesidades nutrimentales.

- **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Conocer las necesidades nutrimentales de la población de edades avanzadas a través de trabajos publicados por los expertos.
- Analizar la composición química de la avena y del caseinato de calcio.
- Desarrollar la fórmula tomando en cuenta sus Recomendaciones Nutrimentales.
- Evaluar el producto final realizando análisis físicos, químicos y sensoriales.

IV. ANTECEDENTES.

1. EL ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.

En la actualidad existe un incremento de la población mayor de 60 años, tanto en países en desarrollo como en los desarrollados. En México, de acuerdo al Instituto Nacional de Geografía e Informática la población de la tercera edad en 1970 contribuía con un 5.6% a la población total. De acuerdo al censo de 1990, esta cifra se incrementó a 6.1%. (Alemán, 1999)

Diversos factores han contribuido a promover este cambio, entre los que destacan las acciones educativas y a favor de la salud, con la consecuente disminución de la mortandad y los alicientes para una descendencia menor, así como mejores oportunidades de vida y bienestar. Desde la concepción de las modernas políticas de población y antes de su expresión en leyes, planes de desarrollo y acciones prácticas, se ha sabido que estos logros afectarían no sólo el volumen de la población, sino también la estructura por edad, y llevaría gradual e inexorablemente a un envejecimiento demográfico que se expresa en el incremento de las personas en edades avanzadas, tanto en números relativos como absolutos.

Tabla 1. Población (en miles) y distribución porcentual en grandes grupos de edad. México. 1930-2030.

| Edad | Años | | | | | | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
| Total | 16 902 | 20 259 | 26 219 | 35 609 | 49 735 | 66 559 | 83 480 | 99 160 | 111 671 | 121 750 | 130 329 |
| 0-14 | 6 943 | 8 495 | 11 128 | 16 339 | 23 712 | 29 986 | 32 798 | 32 875 | 30 371 | 27 068 | 24 955 |
| 15-64 | 9 515 | 11 200 | 14 281 | 18 110 | 24 341 | 34 231 | 47 558 | 61 695 | 74 628 | 84 848 | 90 144 |
| 65+ | 445 | 564 | 811 | 1 160 | 1 682 | 2 342 | 3 124 | 4 590 | 6 672 | 9 833 | 15 231 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0-14 | 41.1 | 41.9 | 42.5 | 45.9 | 47.4 | 45 | 39.3 | 33.1 | 27.2 | 22.2 | 19.2 |
| 15-64 | 56.3 | 55.3 | 54.4 | 50.8 | 49 | 51.5 | 57 | 62.2 | 66.8 | 69.7 | 69.1 |
| 65+ | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.7 | 4.6 | 6 | 8.1 | 11.7 |

Fuente: INEGI, Censos generales de Población y Vivienda. 1930 a 1990.

CONAPO, Proyecciones de la Población de México. 1990-2030.

Mier y Terán, Martha. Evolución de la población mexicana, 1895-1970. Université de Montreal.

Partida, Virgilio, 1993. Proyecciones de población, borrador de estimaciones

preliminares. México D.F.

En la tabla 1 se muestran las cifras de la población de México y su distribución porcentual en grandes grupos de edad a partir de 1930, cada 10 años hasta 1990, y con proyecciones del Consejo Nacional de Población también decenales del 2000 al 2030. Los números hablan del crecimiento poblacional que se ha observado en el país y del que se espera cambios en las estructuras demográficas considerando los tres grandes grupos de edades usuales de los infantes, niños y adolescentes (0-14 años), los jóvenes y adultos (15-64 años), y los de las edades avanzadas (65 o más).(CONAPO, 2000)

Un primer aspecto que vale la pena hacer notar es la velocidad diferencial del envejecimiento frente al crecimiento de la población en general. En los 50 primeros años, de 1930 a 1980, la población se multiplicó por 3.9, al pasar de 16.902 millones a 66.559 millones, al mismo tiempo que la población de (65 o más años) se multiplica por 5.3 pasando de 445 mil en 1930 a 2.342 millones en 1980. Para las siguientes cinco décadas, de 1980 a 2030, y según anticipación las proyecciones demográficas, se advierte la desaceleración en el crecimiento de la población total, pues al llegar a 130.329 millones, el factor multiplicador de este total desciende a 2.0; en cambio con los 15.231 millones de personas que integran el grupo de (65 o más años) el factor se eleva a 6.5. (Alemán, 1999. CONAPO,2000).

2. LOS CONCEPTOS DEL ENVEJECIMIENTO.

Las consideraciones anteriores conducen a pensar que lo importante en el envejecimiento de una población no es la edad avanzada que vayan alcanzando y sobrepasando sus integrantes, si no las modificaciones en las condiciones de salud, capacidad económica y autonomía social que se asocian con las edades avanzadas. (CONAPO, 2000). Ya que este grupo denominado de edades avanzadas que lo forman personas de 65 años y mayores; es además el tiempo o período de la vida en que gran parte de los individuos se jubilan y cuando se presentan más

modificaciones en el estilo de vida. Las actividades físicas y sociales generalmente disminuyen; además de que muchas funciones fisiológicas se ven alteradas. (CONAPO,2000. Felman, 1990).

Para las personas envejecidas, las dificultades económicas y de salud nunca pueden predecirse con exactitud y la actitud general es no considerarlas ni prevenir las en su tiempo y no darles la cantidad de atención y cuidados requeridos. Asimismo, con la transformación en los tamaños y composición de la familia, la mayor urbanización, y los cambios en los valores tradicionales y culturales, se tiene la tendencia a considerar a los familiares envejecidos como una carga heredada, nunca esperada, nada deseada, con exigencias económicas y sociales que afectan y obstaculizan no solo a la persona mayor, sino también repercuten en el bienestar de los demás miembros de la familia. De esta manera, aparte del propio individuo y de su familia, el proceso de envejecimiento implica obligaciones para la sociedad y el gobierno (CONAPO,2000).

3. TEORIAS DEL ENVEJECIMIENTO.

El envejecimiento, como una más de las fases de la vida, involucra aspectos desde índole celular hasta cambios psicológicos y sociales. El deterioro empieza a nivel celular a causa de cambios en los organelos de la célula o en el mismo núcleo. Ya que el organismo está integrado a varios niveles, el envejecimiento celular repercute en el funcionamiento y estructura de tejidos y sistemas, hasta alteraciones en el comportamiento físico y social. (Alcalá,1998. Beal, 1983).

Existen varias teorías que elucidan las causas del envejecimiento (a nivel celular y del organismo), desde mutación celular, acumulación de errores de DNA y RNA, fallas en el sistema inmune, teoría de los radicales libres; entre otras. (Alcalá, 1988. Beal, 1994. Felman, 1990). En definitiva, el envejecimiento es una progresión de cambios que ocurren en todos los

individuos a cierta edad. No se ha determinado una edad exacta para decidir si una persona ha entrado a la etapa de la senectud, ya que la variación individual, estilo de vida, alimentación y salud, están relacionados directamente. Pero en general, los especialistas consideran que después de los 65 años se presentan cambios significativos en la calidad de vida. (Beal, 1983).

4. LA SALUD EN EL ENVEJECIMIENTO

4.1 PRINCIPALES ENFERMEDADES.

De todas las causas y consecuencias del envejecimiento, las más críticas en términos individuales y colectivos son las referidas a la salud. (Alemán, 1999. CONAPO, 2000. Felman, 1990, León y Godinez, 1997). Como patrón general, sus manifestaciones se alejan de las enfermedades agudas e infecciosas y son cada vez más importantes las condiciones crónicas, degenerativas e incapacitantes. Sus inicios generalmente no están marcados por eventos determinados, sino por el proceso lento y difuso de deterioros en la salud física y mental que acompaña y caracteriza al envejecimiento.

Tabla 2. Orden de importancia en las principales causas de muerte en hombres y mujeres de 65 y más años. México, 1970-1995.

| Hombres | | | | | Mujeres | | | | |
|----------------------------------|------|------|------|------|------------------------------|------|------|------|------|
| Años | 1970 | 1980 | 1990 | 1995 | Años | 1970 | 1980 | 1990 | 1995 |
| Enfermedades del corazón | 1 | 1 | 1 | 1 | Enfermedades del corazón | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Tumores malignos | 3 | 2 | 2 | 2 | Tumores malignos | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Diabetes Mellitas | 8 | 7 | 4 | 3 | Diabetes Mellitus | 6 | 4 | 3 | 3 |
| Enfermedad cerebrovascular | 5 | 4 | 3 | 4 | Enfermedad cerebrovascular | 4 | 3 | 4 | 4 |
| Neumonía e influenza | 2 | 3 | 5 | 5 | Neumonía e influenza | 2 | 5 | 5 | 5 |
| Cirrosis y otras enf. Hígado | 6 | 8 | 8 | 6 | Deficiencias de nutrición | 11 | 11 | 6 | 6 |
| Accidentes | 12 | 5 | 6 | 7 | Nefritis, y nefrosis | 10 | 8 | 10 | 7 |
| Bronquitis, enfisema, asma | 7 | 6 | 7 | 8 | Bronquitis, enfisema, asma | 7 | 7 | 7 | 8 |
| Deficiencias de nutrición | 14 | 13 | 9 | 9 | Accidentes | 17 | 9 | 9 | 9 |
| Nefritis, s. nefrótico, nefrosis | 10 | 10 | 10 | 10 | Cirrosis y otras enf. Hígado | 8 | 10 | 11 | 10 |
| Infecciones intestinales | 4 | 9 | 11 | 11 | Infecciones intestinales | 5 | 6 | 8 | 11 |
| Úlcera gástrica y duodenal | 13 | 12 | 13 | 12 | Anemia | 15 | 13 | 12 | 12 |

Fuente: Información de la Dirección General de Estadística de la SSA, 1997.

En la tabla 2 se presentan las principales causas de muerte en hombres y mujeres de 65 y más años de edad, de 1970 a 1995, ordenadas de acuerdo a su importancia en 1995. en el periodo comprendido entre 1970 a 1995, las enfermedades del corazón han sido la primera causa de muerte par ambos sexos. Siguen en importancia las cánceres, que en 1970 eran la tercera causa y que hoy día es la segunda. Un cambio notable se da en la diabetes mellitus, que de ser la octava causa en los hombres y la sexta en las mujeres en 1970, asciende a la tercera posición en 1995. Las enfermedades cerebrovasculares han conservado su posición en alrededor del cuarto sitio. Todas estas causas son de carácter crónico y degenerativo. (CONAPO, 2000).

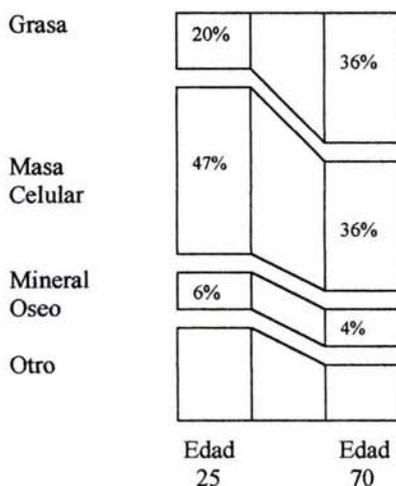
El envejecimiento afecta de manera importante también la digestión, absorción, utilización, almacenamiento, transformación intracelular y excreción de nutrimentos (Felman, 1990).

4.2 CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL.

La composición del cuerpo sufre cambios específicos, como es la disminución de la masa celular activa, y un aumento y redistribución de la grasa corporal. (Alemán, 1999. Casanueva 2001, Felman, 1990).

En la figura 1 se muestra una representación idealizada de los cambios en la composición del cuerpo de los varones, relacionados con la edad. (Las mujeres jóvenes, de 25 años de edad, tienen casi el doble de grasa corporal que los varones, pero muestran un incremento menor de ésta pérdida de masa celular – con la edad, que los varones).

Figura 1. Representación idealizada de los cambios en la composición del cuerpo de los varones, relacionados con la edad.



Fuente (Felman, 1990).

A continuación se describen cada uno de estos cambios:

ESTATURA.

A partir de los 50 años de edad, la estatura disminuye entre uno y dos centímetros por década. Esto se debe principalmente a la compresión de las vértebras, a las modificaciones en el tamaño y la forma de los discos vertebrales, a la pérdida de tono muscular y a la caída postural (Chumelea y Roche, 1985. Mitchel y Lipschite, 1982).

MASA MUSCULAR

Debido a las variaciones en el patrón de actividad física que suelen acompañar el envejecimiento, ocurre una reducción en la masa muscular. Esto sucede sobre todo en las fibras rápidas o de tipo II, lo que explica la reducción en la fuerza muscular. Asimismo, algunos estudios (Mac Gillivray y Buchanan, 1960) han señalado que existe un declive progresivo en el potasio corporal total a medida que el ser humano tiene más edad. Aunque el significado preciso de esta pérdida es incierto, por lo general se interpreta como un indicador de la

disminución de la masa muscular total, ya que la concentración de potasio en el músculo es muy elevado.

MASA ÓSEA.

En las mujeres es mas claro el efecto del envejecimiento en la disminución de las masa ósea. Si bien se ha reconocido que la osteoporosis está íntimamente vinculada con el envejecimiento, se sabe que por lo menos cinco factores participan en su principio: el efecto del envejecimiento en sí mismo que acarrea un balance negativo de calcio y vitamina D, la pérdida de la actividad gonadal en la mujer, la fatiga ósea, la laxitud de la conexión entre las trabéculas, y los factores externos, en especial la disminución en el consumo de calcio, el tabaquismo y la vida sedentaria (Peck y Coll, 1993. Casanueva, 2001).

MASA GRASA

Por el contrario como se observa en la figura 1, conforme avanza la edad la masa corporal grasa aumenta y sufre una redistribución, que consiste en el desvío de la grasa subcutánea de las extremidades hacia el tronco (Steen, 1985). La proporción entre el tejido adiposo profundo y la grasa subcutánea también se incrementa en una proporción que depende en gran parte de la actividad física y del consumo energético de cada persona (Casanueva, 2001).

4.3 CAMBIOS SENSORIALES.

En lo que se refiere a los cambios sensoriales, el sentido del gusto se altera, lo que constituye un cambio que puede ser causado por la disminución en el número de papilas gustativas, entre otros factores más complejos. La sensibilidad al sabor dulce se reduce, y algunos individuos manifiestan una percepción creciente de sabores amargo y ácido. El umbral del olfato aumenta 10 veces, lo cual puede contribuir también al menor disfrute y apreciación

de los alimentos. La vista y la audición están deteriorados y tal vez obstaculizan la compra, preparación e ingestión de alimentos. (Casanueva, 2001. Felman, 1990).

A continuación se describen cada uno de los órganos de los sentidos y su capacidad sensorial.

OJO.

La agudeza visual disminuye con la edad, pero la magnitud real de la pérdida de la visión es muy variable, las principales deficiencias se deben a los daños que se producen en las partes transparentes del ojo. También el campo visual disminuye, la velocidad de adaptación a la oscuridad es más lenta, se eleva el umbral para percibir el estímulo luminoso, hay mayor pérdida de agudeza visual en la penumbra y disminuye la velocidad crítica de adaptación a la luz intermitente.

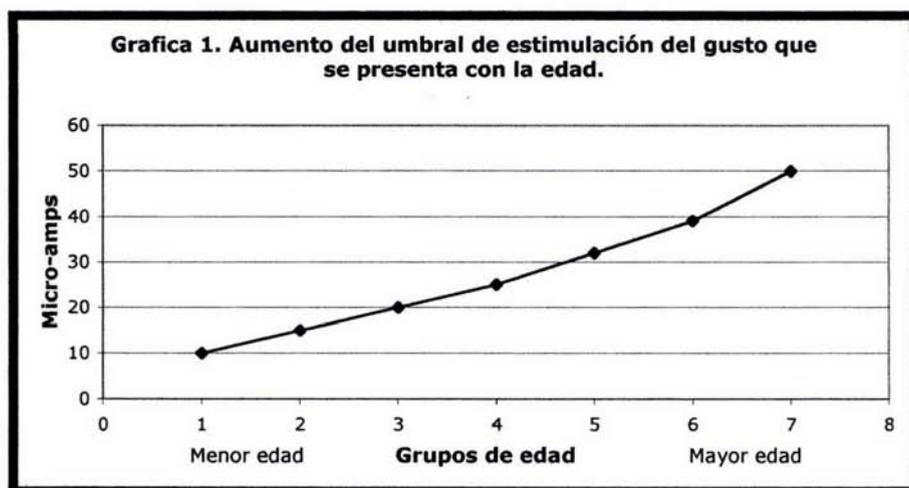
OÍDOS.

Los estudios (Carnevali y Patrick, 1988) de audiometría indican que el umbral promedio para los tonos puros aumenta con la edad, cualquiera que sea la frecuencia de vibración; esto ocurre en ambos sexos. La capacidad para escuchar y comprender el lenguaje es más importante que la audición de tonos puros. Aunque las frecuencias utilizadas en el lenguaje son relativamente bajas, la habilidad para identificar palabras está más afectada.

GUSTO Y OLFATO.

El número de papilas gustativas disminuye de un promedio de 248 en los niños hasta 88 en personas de 74 a 85 años de edad. Más aún, en los ancianos la mitad de las papilas gustativas están atrofiadas, y probablemente haya una reducción total de 80% de las unidades funcionales. Se han hecho estudios empleando azúcar, sal de cocina, quinina y ácido cítrico para probar sensibilidad a los sabores dulce, salado, amargo y ácido; los resultados han sido contradictorios. Incluso se han realizado estudios (Hughes, 1968) con el fin de obtener datos

cuantitativos, aplicando corrientes galvánicas débiles para producir sensaciones definidas de sabor metálico o ácido. A una intensidad de corriente de 10 microamperes, el 82% de los jóvenes entre 20 y 30 años respondieron positivamente, en tanto que sólo 16% del grupo de los viejos, de 62 a 96 años hizo lo mismo. La gráfica 1 muestra el aumento del umbral de la sensación gustativa a medida que se envejece. El hábito de fumar cigarrillos no parece afectar los resultados, pero fumar pipa disminuye la respuesta cualquiera que sea la edad del individuo, por tanto estas personas fueron excluidas del estudio.



Fuente: Hughes, 1968.

Con relación a la sensibilidad olfatoria, un estudio (Anand, 1964) indica que el 86% de los jóvenes mostraron respuesta normal en comparación con 22% de los ancianos; esta proporción es similar a la mencionada para el sentido del gusto (tabla 3.). Una de las causas de estos cambios en la reducción de la sensibilidad de estos sentidos, se puede deber a los procesos degenerativos en las células.

Tabla 3. Cambios con la edad en la capacidad para identificar cuatro sustancias odoríferas comunes*.

| Edad | Núm. De individuos | Porcentaje de individuos con anosmia | Porcentaje de los individuos que en cada grupo de edad identificaron el número de sustancias que se indican | | | | |
|---------------|--------------------|--------------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | 0 sustancias | 1 sustancias | 2 sustancias | 3 sustancias | 4 sustancias |
| 20-39 | 52 | 0 | 8 | 4 | 8 | 46 | 35 |
| 40-59 | 40 | 0 | 15 | 0 | 30 | 35 | 20 |
| 60-69 | 48 | 8 | 27 | 27 | 27 | 6 | 4 |
| 70-79 | 87 | 10 | 31 | 34 | 15 | 6 | 3 |
| Mayores de 80 | 63 | 29 | 29 | 24 | 19 | 0 | 0 |

* Café, aceite de almendras, menta y alquitrán.

Fuente: Anand, 1964.

TACTO.

Las terminaciones libres de los nervios sufren muy pocos cambios y la sensación cutánea al dolor permanece relativamente intacta a pesar del transcurrir de los años (Carnevali y Patrick, 1988).

4.4 DIGESTIÓN.

El aparato digestivo manifiesta que por el envejecimiento la motilidad está disminuida en amplitud y en sincronía, a lo largo de las vías gastrointestinales, y es posible que contribuya al estreñimiento. Se produce en la secreción del moco y enzimas digestivas: amilasa, lipasa, tripsina, pepsina. Sin embargo, no hay deterioro significativo en la capacidad para digerir la mayor parte de los alimentos, aunque hay algunos datos que sugieren que la digestión de las proteínas puede ser menos eficiente. (Felman, 1990).

Estudios realizados por el INNSZ indican que además de estos problemas de salud que caracterizan a las edades avanzadas, más del 90% carece de una dentadura completa, asimismo,

los trastornos gastrointestinales de mayor incidencia fueron el estreñimiento y la anorexia. (León y Godinez, 1997).

4.5 NUTRICIÓN.

En la actualidad, pocos estudios han evaluado el impacto de los cambios en el estilo de vida, fisiológicos y de composición corporal sobre el nivel de actividad física (NAF), la tasa metabólica basal (TMB) y de manera objetiva sobre el requerimiento energético total (RET) en este grupo etario (Alemán, 1999).

Se pensaba que sus requerimientos nutrimentales de los ancianos eran poco diferentes a los de personas más jóvenes, y la gente exageraba la importancia de la nutrición en los ancianos sin contar con apoyo científico.

Los pocos estudios (Carnevali y Patrick, 1988) que se han realizado con respecto a la nutrición y envejecimiento, apoyan la relación entre buena nutrición y vida saludable en la vejez. Es claro que la alimentación tiene importancia en diferentes aspectos de la vida de los individuos, los nutrimentos contenidos en la comida son vitales para apoyar los mecanismos bioquímicos y fisiológicos del cuerpo humano; cada individuo debe suministrar a su organismo los alimentos necesarios o sufrir las consecuencias de la subalimentación en forma de un decremento de las funciones vitales a medida que la edad avanza. Por lo que conforme avanza el envejecimiento disminuye el consumo de ciertos nutrimentos. Tal es el caso de las proteínas, la tiamina, la vitamina C, el calcio, el hierro y los folatos, entre otros (Shuran y Nelson, 1986). El problema estriba en que esta reducción puede conducir a la deficiencia; por ejemplo, investigaciones realizadas en Inglaterra revelan que el seis por ciento de los individuos de entre 70 y 80 años de edad están desnutridos, y tal porcentaje se duplica cuando se rebasan los 80

años de edad (Kenney, 1989). En México, estudios realizados en los servicios geriátricos de diversos hospitales muestran que el diagnóstico de igual forma que en Inglaterra es la desnutrición (Casanueva, 2001)

4.5.1 NECESIDADES Y RECOMENDACIONES NUTRICIAS.

Cuando se emplean las recomendaciones nutrimentales (Tabla 4) como normas de referencia para interpretar los datos de consumo de alimento, no se debe asumir que hay desnutrición si no se satisfacen por completo las recomendaciones nutrimentales. Por otra parte, tampoco debe asumirse que la nutrición es adecuada sólo porque se cubre estas.

Una gran mayoría de la ancianos padecen una o más enfermedades crónicas, como aterosclerosis, trastornos digestivos, malabsorción, padecimientos reumáticos, osteoporosis, obesidad, alcoholismo, falta de dientes o dentadura postizas mal ajustadas, y toda una diversidad de problemas médicos y psicológicos. Ciertamente, un anciano es difícil que coincida con el ser humano saludable que se toma como referencia en las recomendaciones nutrimentales. Por tanto es un verdadero desafío para los profesionales de la salud no sólo diagnosticar y tratar la gran variedad de problemas médicos del anciano, sino también preparar un programa nutrimental apropiado para asegurar la nutrición adecuada del individuo, particularmente frente a los múltiples aspectos de los trastornos que tiene (Carnevalí y Patria, 1988).

Tabla 3. Recomendaciones para el consumo de nutrimentos en México y cinco países más. Para individuos normales mayores de 60 años.

| NUTRIMENTO | 2000 Estados Unidos | 1991 Reino Unido | 1991 Alemania | 1990 Canadá | 1992 Francia | 1996 México |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Energía (Kcal.) | 1900/2300 | 1900/2330 | 1700/1900 | 1800/2300 | 1500/2100 | 1700/2250 |
| Proteína (g) | 50/63 | 46.5/53.3 | 47/55 | 47/60 | 60 | 71/83 |
| Lípidos (%total Kcal.) | 30 | 33 | 25-30 | 30 | 30-35 | 25-30 |
| Colesterol (mg) | <300 | | | | | <300 |
| Hidratos de carbono (%total kcal) | >50 | 47 | >50 | 55 | 50-55 | 60-70 |
| Fibra (g) | | 10 | 30 | | 20 | 18-24 |
| Vitamina A (μ g ER) | 800/100 | 60/700 | 800/1000 | 800/100 | 800 | 1000 |
| Vitamina D (μ g) | 5/15 | 10 | 5 | 5 | 12 | 5 |
| Vitamina E (mg) | 8/10 | >3/>4 | 12 | 6 | 12 | 20 |
| Vitamina K (μ g) | 65/80 | 62/71 | 65/80 | | 35 | 65 |
| Tiamina (mg) | 1.1/1.2 | 1.1/1.3 | 1.5/1.7 | 1.0/1.3 | 1.5 | 10/1.1 |
| Riboflavina (mg) | 1.1/1.3 | 1.1/1.3 | 1.5/1.7 | 1/1.3 | 1.5 | 1.2/1.4 |
| Niacina (mg EN) | 14/16 | 12/16 | 15/18 | 14/16 | 15 | 16/20.3 |
| Ácido pantoténico (mg) | 5 | 3-7 ^a | 6 | 5-7 ^a | 10 | 4-7 ^a |
| Vitamina B ₆ (mg) | 1.5/1.7 | 1.2/1.4 | 1.6/1.8 | 1.1/1.8 | 2.0 | 1.6 |
| Biotina (μ g) | 300 | 10-200 ^a | 30-100 ^a | | | 30-100 |
| Vitamina B ₁₂ (mg) | 2.4 | 1.5 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Folatos (μ g) | 400 | 200 | 300 | 190/220 | 300 | 200 |
| Vitamina C (mg) | 70/95 | 40 | 75 | 30/40 | 80 | 50 |
| Hierro (mg) | 10 | 8.7 | 10 | 8/9 | 10 | 10 |
| Calcio (mg) | 1200 ^a | 700 | 800 | 800 | 1200 | 500 |
| Fósforo (mg) | 700/800 | 550 | 1200 | 850/1000 | 1000 | 800 |
| Magnesio (mg) | 280/350 | 270/300 | 300/350 | 210/230 | 420 | 300 |
| Zinc (mg) | 12/15 | 7/9.5 | 12/15 | 9/12 | 12 | 15 |
| Yodo (μ g) | 150 | 140 | 180 | 160 | 150 | 150 |
| Selenio (μ g) | 55 | 60/75 | 20-100 ^a | 50 | 70 | 60 |
| Cobre (mg) | 1.5-3 ^a | 1.2 | 1.5-3 ^a | | 2.5 | 2.5 |
| Magnesio (mg) | 2-5 ^a | 1.4 | 2.5 | 3.5 | 4 | |
| Flúor (mg) | ¼ | | 1.5-4 ^a | | | 3 |
| Cromo (μ g) | 20-200 ^a | 25 | 50-200 ^a | | 125 | |
| Sodio (mg) | | 1600 | 550 | | | 500 |
| Potasio (mg) | | 3500 | 2000 | | | 2000 |

Fuentes: Estados Unidos: Dietary Reference Intakes /Institute of Medicine 2000). Reino Unido: Dietary Reference Value (Report of Health and Social Subjects 41, HMSO, London, 1991). Alemania: Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr (DGE, ENZ, 5 Überarbeitung, 1991). Canada: Recommended Nutrient Intakes (The report of the Scientific Committee Review, 1990). Francia: Apports Nutritionnels Conseillés (ANC pour la population française, 1992) México: Recomendaciones dietéticas diarias, 1996.

Cuando aparecen dos valores a/b, a es la recomendación diaria para mujeres y b es la recomendación diaria para hombres. ^a IDS: ingestión diaria sugerida.

4.5.2 ENERGÍA.

Los conocimientos del requerimiento de energía en la población de la tercera edad son esenciales para la promoción de una salud y vejez óptimas. Estudios del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, CIAD A.C; de Hermosillo, Sonora, México, indican que el gasto energético para mujeres (65 o más años) es de 8311 ± 1610 KJ/día y para hombres (65 o más años) 10210 ± 2268 KJ/día. (Alemán, 1999). Sin embargo debe recordarse que existen una gran variedad de factores que afectan las necesidades energéticas, los cuales son: metabolismo basal, actividad física, además que el cuerpo necesita energía para síntesis de las proteínas en los tejidos, el desarrollo de los procesos básicos y regulación de la temperatura corporal.

A medida que avanza la edad, disminuye gradualmente los requerimientos energéticos, como investigaciones de diferentes países coinciden en señalar. En la población que abarcó dicho estudio (Carnevali y Patrick, 1988), el decremento fue de 2700 a 2100 kilocalorías de la energía requerida, de los 30 a los 80 años de edad, donde 30 por ciento se debe a la disminución de la actividad metabólica basal y el resto a la reducción de los requerimientos por la disminución de la actividad física.

En el anciano debe considerarse un balance neutro de energía, donde el consumo energético promedio debe ser similar al gasto energético promedio. Como guía general, varios autores señalan que el requerimiento energético para individuos sanos de la tercera edad debe ser equivalente a 1.5 veces el metabolismo basal. Para calcular el metabolismo basal de los adultos mayores la Organización Mundial de la Salud (OMS) propone la siguiente fórmula (Carnevali y Patrick, 1988 y Casanueva, 2001):

$$\text{Hombres} = (0.0491 \times \text{peso (kg)}) + 2.46$$

$$\text{Mujeres} = (0.0377 \times \text{peso (kg)}) + 2.75$$

4.5.3 NUTRIMENTOS

PROTEÍNAS.

Las proteínas no se almacenan a diferencia de los hidratos de carbono y los lípidos, de los cuales el organismo posee reservas, de modo que una disminución en los aportes exógenos de esos nutrientes no puede ser compensada. Los ancianos casi siempre adoptan dietas deficientes en este tipo de nutrientes. Puesto que las proteínas son elementos vitales del organismo desde el punto de vista estructural y de regulación de funciones, no es difícil comprender que un anciano se sentirá mejor y tendrá menos complicaciones en las enfermedades agudas y crónicas cuando ingiere una dieta adecuada en contenido proteínico. El consumo de proteínas del anciano no debe ser menor al del adulto joven, deben incluir proteínas con alto valor biológico, aunque un estudio realizado por Young y Munro en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachussets) en 1982, demostró que los ancianos saludables no consiguieron el balance de nitrógeno adecuado, aunque consuman proteínas de alta calidad en las cantidades recomendadas por los RDA (0.8 g /kg de peso corporal). A partir de estos datos se puede concluir que las necesidades proteínicas del anciano se incrementan ligeramente a medida que avanza la edad (Carnevali y Patrick, 1988 y Casanueva, 2001).

HIDRATOS DE CARBONO.

En la mayor parte de los casos, los hidratos de carbono proporcionan cuanto menos 50% del contenido total de calorías de la dieta. De todas maneras, de 50 a 75% de las calorías debe provenir de éstos, 12 a 15% de proteínas, y 10 a 40% de grasas. Por tanto los hidratos de carbono representan una fuente muy importante de energía para el cuerpo (Carnevali y Patrick, 1988). La glucosa es indispensable para el funcionamiento de los músculos y el cerebro, es la fuente de energía que se utiliza con mayor rapidez. El anciano conserva su gusto por los

productos dulces ricos en hidratos de carbono simples; sin embargo, su consumo de hidratos de carbono complejos tiende a disminuir. Un exceso de azúcar eleva el riesgo de una pronta saciedad; por ello, se debe insistir en el consumo de cereales integrales, ya que además de polisacáridos, proveen fibra dietética, vitaminas y nutrimentos inorgánicos.

FIBRA.

La fibra ha demostrado su eficacia para tratar el estreñimiento, así como para controlar la glicemia y reducir el colesterol en los ancianos, el primero es un trastorno que le ocurre cuando menos en 25% de los ancianos. No existe acuerdo de la cantidad de fibra que debe ser incluida en la dieta del individuo en la senectud; sin embargo, se recomienda un consumo de 20 a 25 gramos diarios. La introducción o reintroducción de fibra en la dieta debe ser un proceso lento para evitar problemas como flatulencia y dolores estomacales (Casanueva, 2001).

LÍPIDOS.

Además de agregar sabor a la dieta, los lípidos tienen la capacidad de dar textura y palatabilidad a los alimentos. Diversos expertos han encontrado que el consumo de lípidos, ocupa de 33 a 44% del total de la energía ingerida por los ancianos (World Health Organization, 1990).

Los ácidos grasos indispensables son el ácido linoleico, linolenico y el araquidonico, los cuales intervienen en el metabolismo de los triglicéridos y el colesterol, además que regulan algunas funciones fisiológicas. El tres por ciento de la energía total debe provenir de estos ácidos grasos (Casanueva, 2001).

VITAMINAS Y NUTRIMENTOS INORGÁNICOS.

Todo ser humano necesita vitaminas durante toda su vida, principalmente porque estas sustancias regulan numerosos procesos metabólicos. Por tanto, la deficiencia de una o varias vitaminas disminuyen la eficacia de los procesos bioquímicos que apoyan las funciones del organismo. Aunque la persona envejezca, las vitaminas siguen siendo necesarias y los requerimientos diarios son iguales a los de un adulto joven (Carnevali y Patrick, 1988). Los ancianos constituyen un grupo de riesgo en cuanto a las deficiencias de vitaminas y nutrientes inorgánicos. Las que padecen con más frecuencia son las piridoxina, cobalamina, ácido fólico, tiamina, vitamina C, D y E, zinc y hierro. Esta situación se presenta sobre todo en las personas que viven en alguna institución (asilo, hospital, etcétera), en quienes sufren deterioro funcional o en aquellos que ingieren alcohol en exceso, utilizan más de cuatro medicamentos diarios o padecen mala absorción (Casanueva, 2001). Para prevenir las deficiencias específicas de vitaminas, nada es mejor que una alimentación variada.

4.6 CAMBIOS EN LA CONDUCTA ALIMENTARÍA Y RIESGO NUTRICIO.

Las modificaciones en el comportamiento alimentario a lo largo de la existencia no necesariamente han de ser perjudiciales. Entre los cambios positivos en la senectud está el incremento en el consumo de preparados poli-vitamínicos, que en algunos casos y bajo prescripción médica pudiera ser benéfico para la salud del anciano. Hay sin embargo, otra serie de variaciones en los hábitos y el estilo de vida, que ponen en riesgo la integridad del estado nutricional. En este sentido participan factores socioeconómicos, así como afecciones físicas y mentales. Exton-Smith reconoce alteraciones primarias y secundarias, que son particularmente

graves en los ancianos que viven solos y que se describen en el apartado sobre evaluación del estado nutricional (Exton-Smith, 1980). En cualquier caso, es conveniente seguir en la senectud, como en todas las etapas de la vida los principios básicos de una dieta correcta que:

- Contenga alimentos variados.
- Permita mantener el peso correcto.
- Evite excesos de grasas saturadas y colesterol.
- Incluya una cantidad suficiente de fibra.
- No contenga cantidades excesivas de sodio o azúcares refinados.
- Si incluye alcohol, que sea con moderación.

Cabe destacar que en ancianos cuyos hábitos alimentarios difieren de lo recomendable, pero sin que esta desviación de la norma conduzca a alteraciones patológicas, tal vez sea poco útil, o incluso dañino, el intentar un cambio radical en sus hábitos de alimentación. (Casanueva, 2001).

Es interesante conocer cómo cambia la conducta alimentaria de los ancianos a lo largo del tiempo. Para entender dicho comportamiento se tiene que tomar en cuenta por lo menos dos hechos relevantes:

El primero es que los individuos de la tercera edad no constituyen un grupo homogéneo. Cada uno de ellos tiene su historia y necesidades personales; por lo tanto, se debe considerar su pasado, su lugar de residencia, etcétera.

El segundo lugar, es necesario reconocer que la evolución del comportamiento alimentario es una tarea delicada, ya que muchos de sus componentes están entrelazados.

Comer es una conducta elemental, indispensable para la vida. En el ser humano, la alimentación es el resultado de un aprendizaje que empieza en el nacimiento, continúa en las diferentes etapas de la vida y sufre modificaciones a lo largo del tiempo. Este aprendizaje está

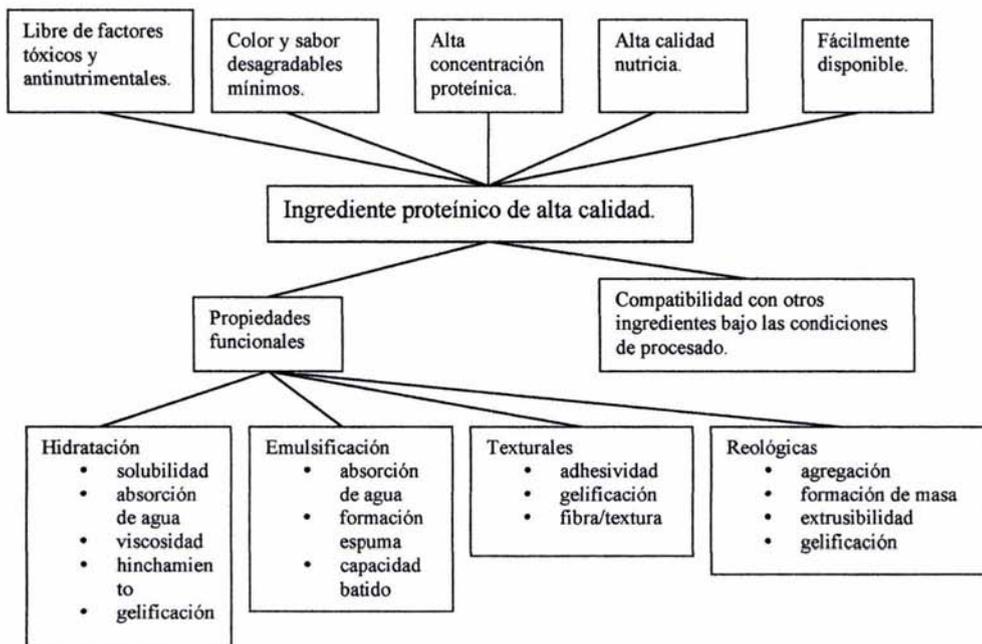
determinado por dos factores: el biológico y el cultural, que se mezclan e influyen mutuamente. No es suficiente que un producto sea biológicamente asimilable por el organismo para que sea aceptado como alimento, si no que también es necesario que sea aceptado desde el punto de vista cultural.

Entre los muchos factores que intervienen en el aprendizaje alimentario , el placer por la comida ocupa un lugar fundamental, sobre todo en nuestra sociedad, en donde la alimentación forma parte importante de la convivencia y las fiestas (Casanueva, 2001).

5. CASEINATOS: INGREDIENTE PROTEÍNICO DE ALTA CALIDAD.

Las proteínas de fuentes tradicionales se están utilizando crecientemente como ingredientes de un número cada vez mayor de alimentos formulados. Las ventajas de las proteínas de la leche como ingredientes de otros alimentos residen en sus excelentes características nutrimentales y en su capacidad para impartir a los productos finales propiedades funcionales esenciales y únicas (Fennema, 1995). Figura 2. El hecho de que las proteínas de la leche hayan evolucionado como fuente primaria de nutrición de los mamíferos, garantiza unas excelentes propiedades nutricias y sensoriales, así como la carencia de factores antinutrimientales.

Figura 2. Algunas características esenciales que debe tener un ingrediente proteínico de alta calidad.



Fuente: Fennema, 1995.

El uso de los caseinatos se ha extendido con el desarrollo de alimentos formulados como los preparados especiales en polvo. (Fennema,1995. Varman, 1995). Los caseinatos (de sodio, potasio y calcio) se preparan neutralizando la caseína ácida con el álcali apropiado antes de la desecación. Estos caseinatos, especialmente el sódico y el potásico, son muy solubles y sumamente termoestables dentro de un amplio rango de condiciones. Debido a su estructura tipo detergente, estas proteínas, cuando se utilizan en productos con pH superior a 6, muestran excelentes características emulsionantes, capacidad espesante, capacidad de formación de espuma por batido y de gelificación.

Son proteínas de alta calidad, contienen una alta porción de aminoácidos indispensables, pero limitado en el caso de aminoácidos azufrados como la metionina.

Por tanto, estos caseinatos han encontrado amplia aceptación como emulsionantes, productos a base de proteínas vegetales texturizadas, margarina, sustitutos de la crema, blanqueadores de café y para alimentos formulados. (Fennema,1995. Fox y Condon, 1982)

Su composición es la siguiente:

Tabla 4. Composición de los refinados de caseína comercialmente disponibles como ingredientes proteínicos de alimentos formulados.

| Producto proteínico | Componente (%) | | | |
|---------------------|----------------|--------|---------|-------|
| | Proteína | Ceniza | Lactosa | Grasa |
| Caseinato de sodio | 94.0 | 4.0 | 0.2 | 1.5 |
| Caseinato de calcio | 93.5 | 4.5 | 0.2 | 1.5 |

Fuente: Fennema, 1995

6. AVENA

6.1 HISTORIA

Se conoce muy poco de la avena antes del tiempo de Cristo. La avena no era tan importante como lo era en un principio el trigo.

La avena probablemente crecía como una planta más de otro cereal por años, antes de que fuese cultivada por la gente. Se cree que el cultivo de avena que se tiene en la actualidad proviene de la mutación de la avena silvestre.

Lo más antiguo que se sabe acerca de la avena es que se cultivaba en cuevas en Suecia, que se creen que pertenece a la época de bronce.

La historia de la avena está muy opacada por que hay diferentes especies y subespecies, que hacen muy difícil identificar los restos antiguos. El lugar más grande donde se encuentran las diferentes variedades en contacto unas con otras es en Asia menor, en este lugar o en Medio Oriente se dice que la avena cultivada tuvo su origen y de ahí se extendió hacia otras regiones donde se favoreciera su cultivo, particularmente alrededor del Mar Mediterráneo.

Descubrimientos arqueológicos señalan a Egipto (2000 a.C.) como el primer lugar donde hay evidencia del cultivo de la avena, sin embargo, no se conoce con certeza el lugar exacto donde se originó su cultivo (Robles, 1983).

La avena (*Avena*) es un cereal que pertenece a la familia de las gramíneas; tiene muchas especies y clasificaciones, de las cuales, las más importantes son la avena roja (*Avena bizantina*) y la blanca o amarilla (*Avena sativa*). (Bonillas, 2002. Serna, 2001). Esta última es la de mayor importancia comercial y alimenticia para el hombre. En general, la avena roja tiene un menor contenido de proteínas y una mayor proporción de grasa que la blanca.

(Bonillas, 2002)

Es una planta anual de fecundación autógama, puede adaptarse a una gran variedad de climas semicálidos y fríos. En general, se siembra en regiones de clima frío, seco o frío húmedo. La temperatura de cultivo varía de 4.8°C como mínima, a $31-37^{\circ}\text{C}$ como máxima, siendo la óptima de 25 a 31°C dependiendo de la etapa de desarrollo, variedad y tipo de planta. Una alta humedad del aire y una alta temperatura limitan el cultivo, ya que propician el desarrollo de enfermedades (Robles, 1983. Parson, 1989).

6.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (Robles, 1983).

Reino: Vegetal

División: *Tracheophyta*

Subdivisión: *Pteropsida*

Clase: *Angiosperma*

Subclase: Monocotiledónea

Orden: Graminales

Familia: *Gramineae*

Tribu: *Aveneae*

Género: Avena

Especie: *sativa*

6.3 ESTRUCTURA MORFOLÓGICA.

El grano de avena es tan complejo como los granos de otros cereales; como miembros de las gramíneas están organizados de acuerdo a un patrón estructural similar y contiene tejidos con funciones fisiológicas equivalentes, sin embargo, en varios aspectos la avena es química y estructuralmente única (Fulcher, 1986).

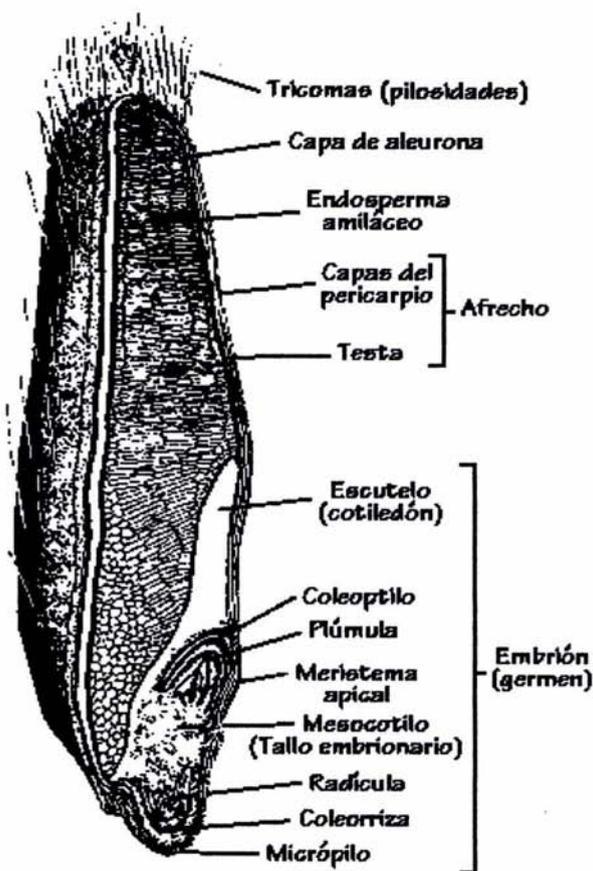


Figura 3. Estructura morfológica de la avena (Bonillas, 2002).

Como se muestra en la figura 3, el grano está rodeado por una cáscara que corresponde al 30-40% de la estructura del grano y contiene fibra, proteínas, vitaminas, minerales y grasa, cuando ésta se remueve queda el endospermo, que es rico en almidón, equivalente del 50 al 65% del peso del grano y contiene otros hidratos de carbono, fibra soluble, proteínas y grasa, la otra parte del grano se llama germen, representa alrededor del 3 al 4% de su peso y ésta compuesta por grasa y antioxidantes. Pero la concentración y distribución de cada constituyente puede variar en función de las condiciones ambientales de cultivo o de la variedad de avena de que se trate (Bonillas, 2002).

El salvado, el endospermo y el germen son las tres partes principales en las que se puede dividir el grano de avena. El salvado está constituido por diferentes tejidos y contiene cuerpos proteínicos, lípidos neutros, ácido ferúlico y una concentración significativa de niacina, ácido fítico y aminos aromáticos. El endospermo como ya se menciona es la principal fuente de almidón, proteínas y β -glucanos. El germen es químicamente similar al salvado en varios aspectos pero aparentemente no contiene niacina o aminos aromáticos (Fulcher, 1986).

6.4 PRODUCCIÓN.

6.4.1 Producción mundial.

La avena es uno de los cereales mas importantes, ya que ocupa el sexto lugar en la producción de granos a nivel mundial, después del maíz, trigo, arroz, cebada y sorgo (www.fao.org, 2000). La mayor parte de la producción de avena a nivel mundial ocurre en el hemisferio norte entre las latitudes 35° y 50°, principalmente en el continente Europeo y Norte

América, ya que el cultivo de la avena se favorece en los climas fríos o semicálidos (Schrickel, 1986).

En la tabla 5 se muestran algunos valores de la producción mundial de la avena y su consumo per capita en el año 2000. Y en la tabla 6 se muestra la producción mundial de avena en miles de toneladas métricas durante los años 1970 a 2001.

Tabla 5. Producción mundial y consumo per capita (2000)

| | Producción (miles de ton. métricas) | Consumo per capita (Kg / año) |
|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Mundial | 25,838 | 0..5 |
| África | 108 | 0.1 |
| Asia | 1,166 | 0.1 |
| Europa | 16,677 | 1.6 |
| Norte y centro América | 5,593 | 2.1 |
| Sudamérica | 1,128 | 1.1 |
| Oceanía | 1,131 | 1.0 |

Fuente: www.fao.org, 2000.

Tabla 6. Producción mundial de avena (miles de toneladas métricas)

| País | Años | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2001 |
| Alemania | 3,041 | 3,240 | 2,105 | 1,087 | 1,151 |
| Argentina | 360 | 433 | 695 | 644 | 644 |
| Australia | 1,613 | 1,128 | 1,530 | 1,131 | 1,222 |
| Canadá | 5,445 | 2,911 | 2,692 | 3,389 | 2,691 |
| China | 900 | 500 | 600 | 650 | 599 |
| E.U.A | 13,285 | 6,659 | 5,189 | 2,171 | 1,699 |
| Finlandia | 1,330 | 1,258 | 1,662 | 1,413 | 1,287 |
| Francia | 2,102 | 1,931 | 839 | 459 | 485 |
| México | 43 | 64 | 121 | 19 | 19 |
| Reino Unido | 1,222 | 600 | 530 | 640 | 616 |
| Suecia | 1,686 | 1,567 | 1,584 | 1,151 | 964 |
| Mundial | 52,361 | 41,056 | 39,636 | 25,838 | 26,962 |

Fuente : www.fao.org, 2000.

Como se puede ver en la tabla 6, se observa un decremento en la producción mundial de avena atribuido a diferentes factores como el desinterés de los productores por las bajas ganancias percibidas por hectárea de este cultivo, comparadas con las de otros cereales; además que la cascarilla es relativamente gruesa y disminuye la densidad de la carga, lo que incrementa el costo de transportación; también ha aumentado el número de cultivos de otros granos como cebada y maíz, y la avena ha sido relegada a un papel de utilidad en la granja, ya que se cultiva en los suelos marginales frecuentemente asociados con irrigaciones pobres y baja fertilidad, y se usa para pastura, forraje, paja y como cultivo de compañía para establecer legumbres. La disminución en la producción, también puede deberse a su activo sistema de lipasas y contenido lipídico que la hacen susceptible de rancidez oxidativa; a la falta de investigación sobre las propiedades funcionales de este cereal para generar nuevos productos de interés industrial que abran un amplio mercado de alimentos modernos, producidos en alto volumen. A todo esto, se agrega el hecho de que la avena en la alimentación humana se usa casi exclusivamente en productos hechos a partir de hojuelas de avena o de harina de avena entera, debido a que la suavidad y el alto contenido lipídico del grano impiden el uso eficiente del equipo convencional de molienda húmeda para generar harinas de avena refinadas, blancas y con bajo contenido de cenizas. Es necesario realizar cambios dramáticos en las características y usos de la avena para incrementar el valor y ganancias por hectárea, para evitar que el interés en la producción de este cereal siga disminuyendo y probablemente deje de ser uno de los cultivos de mayor producción mundial (Burrows, 1986).

6.4.2 Producción nacional.

México dedica a este cultivo una superficie que varía de 90,000 a 130,000 Has; de esta superficie el 90% es de temporal, por lo que los rendimientos son muy bajos. Chihuahua se considera la zona avenera de México, ya que se siembran entre 80 y 100,000 hectáreas. En segundo lugar se encuentra Durango y en cuarto lugar el Estado de México.

Los principales municipios del estado de Chihuahua donde se siembra este cereal son: Cuauhtémoc, Bachiniva, Namiquipa, Riva Palacio y Guerrero, los cuales se localizan en la región denominada Baja Babicora. Esta región es la mas importante en la producción de avena, ya que se cultiva el 80 por ciento del área dedicada a la producción de este cereal en la República mexicana (SAGAR, 2001).

Tabla 7. Producción Nacional. Año agrícola 2001 .Total (Riego +Temporal).

| Cultivo | Superficie cosechada (Ha) | Producción obtenida (Ton) | Rendimiento obtenido (Ton/Ha) |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Avena forrajera | 458 274 | 5 157 886 | 11 255 |
| Avena grano | 70 391 | 88 758 | 1.261 |

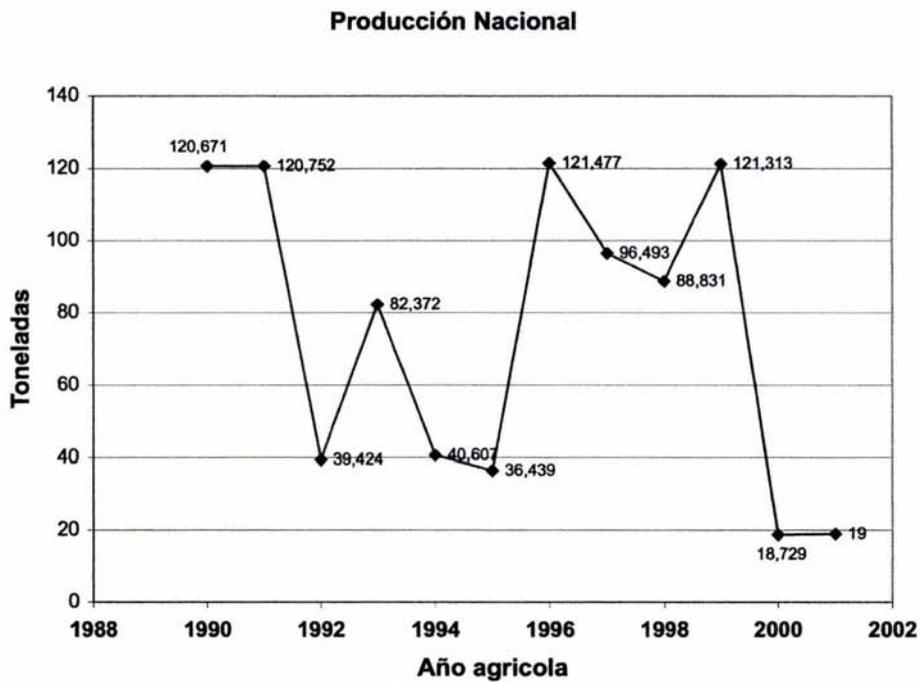
Fuente: SAGAR, 2001

Como se observa en la tabla 7 la mayor parte (98%) de la producción de avena en el 2001 se destinó para forraje y el resto para grano.

Los rendimientos son muy bajos debido a que la mayor parte (90%) de la superficie cultivada es de temporal.

A continuación se muestra una grafica con las estadísticas de producción nacional de 1990 a 2001.

Grafica 2. Producción nacional de avena. México 1990 a 2001.



Fuente: SAGAR, 1990-2001.

6.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA.

La composición de la avena depende de muchos factores, entre los que destacan: las condiciones de cultivo, época de corte, variedad y método de determinación (Parson, 1989. Gibinski, 2000). En la tabla 9 se muestra la composición típica de la avena (Matz, 1991).

Un estudio realizado por Gibinski M. en el 2000 con 19 variedades de avena muestra similitudes en composición con las que se muestran en la tabla 9. sin embargo estas similitudes no ocurren en algunas otras referencias bibliográficas (Kirk, 2002), debido a lo antes mencionado. Además los porcentajes de cenizas, fibra y materia libre de nitrógeno varían ligeramente entre muestras de avena obtenidas de diferentes lugares del mundo. A continuación se muestran los promedios de sus determinaciones.

Tabla 8. Composición promedio de 19 variedades de avena.

| Componente | Porcentaje |
|---------------------|------------|
| Proteína | 13.9 |
| Grasa | 8.07 |
| Almidón | 51.51 |
| Azúcares reductores | 0.41 |
| Beta-glucanos | 4.12 |
| Celulosa | 15.45 |
| Cenizas | 1.99 |
| Humedad | 4.66 |

Fuente: Gibinski M. 2000.

Tabla 9. Composición química típica de la avena.

| Análisis Proximal | Unidades | Cantidad | Aminoácidos | Unidades | Cantidad |
|--------------------------|----------------------|---------------|-----------------|----------|----------|
| Agua | g/100 | 8.22 | Triptofano | g/100 | 0.234 |
| Energía | Kcal/100g KJ/100g | 389.0 1629 | Treonina | g/100 | 0.575 |
| Proteínas (No 5.83) | g/100 | 16.89 | Isoleucina | g/100 | 0.694 |
| Lípidos totales | g/100 | 6.90 | Leucina | g/100 | 1.284 |
| Carbohidratos totales | g/100 | 66.27 | Lisina | g/100 | 0.701 |
| Cenizas | g/100 | 1.72 | Metionina | g/100 | 0.312 |
| | | | Cisteína | g/100 | 0.408 |
| Lípidos | | | Fenilalanina | g/100 | 0.895 |
| Ácidos grasos | | | Tirosina | g/100 | 0.573 |
| Saturados | g/100 | 1.217 | Valina | g/100 | 0.937 |
| 12:0 | g/100 | 0.024 | Arginina | g/100 | 1.192 |
| 14:0 | g/100 | 0.015 | Histidina | g/100 | 0.405 |
| 16:0 | g/100 | 1.034 | Alanina | g/100 | 0.881 |
| 18:0 | g/100 | 0.065 | Ácido aspártico | g/100 | 1.448 |
| Monoinsaturados | g/100 | 2.178 | Ácido glutámico | g/100 | 3.712 |
| 16:1 | g/100 | 0.013 | Glicina | g/100 | 0.841 |
| 18:1 | g/100 | 2.165 | Prolina | g/100 | 0.934 |
| Poliinsaturados | g/100 | 2.535 | Serina | g/100 | 0.750 |
| 18:2 | g/100 | 2.424 | Minerales | | |
| 18:3 | g/100 | 0.111 | Calcio | Mg/100 | 54.0 |
| Vitaminas | | | Hierro | Mg/100 | 4.72 |
| Ácido ascórbico | mg/100 | 0.0 | Magnesio | Mg/100 | 177.0 |
| Tiamina | mg/100 | 0.763 | Fósforo | Mg/100 | 523.0 |
| Riboflavina | mg/100 | 0.139 | Potasio | Mg/100 | 429.0 |
| Niacina | mg/100 | 0.961 | Sodio | Mg/100 | 2.0 |
| Ácido pantoténico | mg/100 | 1.349 | Zinc | Mg/100 | 3.97 |
| Vitamina B-6 | mg/100 | 0.119 | Cobre | Mg/100 | 0.626 |
| Folacina | mg/100 | 56 | Manganeso | Mg/100 | 4.916 |

Fuente : Matz S.A., 1991.

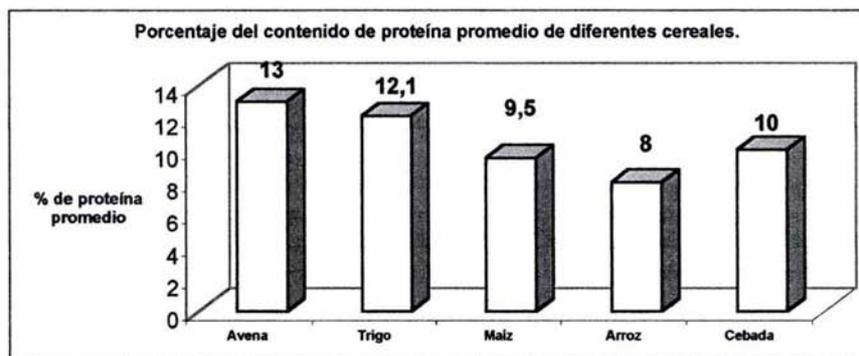
6.6 VALOR NUTRICIO.

La avena posee un valor nutritivo único entre los cereales, tanto en el contenido de aminoácidos indispensables, como en fibra dietética y ácidos grasos (Lockhart y Hurt, 1986. Hosney, 1991). Sin embargo, su uso como ingrediente en alimentos destinados para consumo humano es muy pobre comparado con el de otros cereales como el maíz, trigo y arroz. La avena ofrece un gran potencial para ser utilizada en diferentes formulaciones alimenticias y en el desarrollo de nuevos productos mediante la aplicación de los conocimientos de sus propiedades químicas y valor nutritivo (Lockhart y Hurt, 1986). Esto podría cumplir con la doble función de disminuir las deficiencias nutrimentales de los individuos de los diferentes sectores de nuestro país, brindando alimentos de alto contenido nutrimental y bajo costo, así como disminuir los problemas ocasionados por una sobrealimentación como la obesidad, mediante el aprovechamiento del alto contenido de fibra dietética que posee la avena.

6.6.1 PROTEÍNAS.

Las proteínas comparada con otros cereales, la avena se caracteriza por poseer un alto contenido proteínico y lipídico, y un bajo contenido de hidratos de carbono (Matz, 1991), en la grafica 3 se muestra el contenido en porcentaje de proteína presente en diferentes cereales. La calidad proteínica de la avena también es superior debido a que posee un alto contenido de globulinas que aportan una mayor cantidad de lisina (Lockhart y Hurt, 19986), además el equilibrio de sus aminoácidos se equipara favorablemente a la proteína estándar establecida por la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) (Hosney, 1991).

Gráfica 3 . Porcentaje del contenido de proteína promedio de diferentes cereales.



Fuente: (Kirk, 2002).

En la tabla 10, el contenido de aminoácidos de la avena es comparado con el de otros cereales, huevo y el estándar de calidad proteínica establecido por la FAO.

Tabla 10. Perfiles de aminoácidos indispensables de algunos cereales y huevo, comparados con el estándar de la FAO.

| Aminoácido | Huevo | Avena | Harina de Avena * | Trigo | Maíz | Cebada | Valores de la FAO (1) |
|--------------|-------|-------|-------------------|-------|------|--------|-----------------------|
| Lisina | 6.4 | 3.7 | 3.79 | 2.9 | 2.7 | 3.5 | 5.5 |
| Histidina | 2.4 | 2.1 | 2.32 | 2.3 | 2.7 | 2.1 | ---- |
| Arginina | 6.6 | 6.3 | 6.77 | 4.6 | 4.2 | 4.7 | ---- |
| Treonina | 5.0 | 3.3 | 3.26 | 2.9 | 3.6 | 3.3 | 4.0 |
| Valina | 7.4 | 5.1 | 5.46 | 4.4 | 4.8 | 5.0 | 5.0 |
| Metionina | 3.1 | 1.7 | 1.73 | 1.5 | 1.9 | 1.7 | 3.5 |
| Isoleucina | 6.6 | 3.8 | 4.16 | 3.3 | 3.7 | 3.6 | 4.0 |
| Leucina | 8.8 | 7.3 | 7.33 | 6.7 | 12.5 | 6.7 | 7.0 |
| Fenilalanina | 5.8 | 5.0 | 5.15 | 4.5 | 4.9 | 5.1 | 6.0 |
| Triptofano | 1.6 | 1.3 | 1.62 | 1.1 | 0.7 | 1.5 | 1.0 |
| % Proteína | ----- | 15.1 | ---- | 12.2 | 9.5 | 11.0 | ----- |

Fuente: Lockhart y Hurt, 1986. * Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición Salvador Zubirán (2000). (1) FAO/OMS/UMU, 1973.

La composición de aminoácidos generalmente permanece constante aunque el contenido proteínico varíe en un amplio rango (Lockhart y Hurt, 1986).

La distribución de proteína en la avena es diferente a la de otros cereales, las prolaminas (en la avena conocida como “aveninas”) solubles en alcohol constituyen el 10 a 15 por ciento de la proteína total, la clase predominante parece ser la de las globulinas (aproximadamente el 55 por ciento), y las gluteninas con un 20 a 25 por ciento (Hoseney, 1991. Peterson y Brinegar, 1986).

La avena como los demás cereales es limitante en lisina y treonina.

Adicionalmente al valor nutricional de las proteínas de avena, se han reportado cifras de Digestibilidad Verdadera que van de 90.3 a 94.2%, Valor Biológico de 74.5 a 79.6%, Utilización Neta de la Proteína de 69.1 a 71.4% y una Relación de Eficiencia Proteínica de 2.25 a 2.38% (Eggum y Gullord, 1983. Eggum et al, 1989).

6.6.2 LÍPIDOS.

El interés de la avena como alimento para consumo humano se ha enfocado en su contenido de fibra dietética, sin embargo, el aceite de avena ha demostrado tener una gran contribución en la alimentación animal, mientras que la avena que se destina para consumo humano se prefiere que tenga un bajo contenido de éste, ya que se reduce el deterioro en el procesamiento, en el contenido calórico y el potencial de rancidez. La avena no ha sido utilizada como fuente de lípidos para aceite de cocina debido a que la cantidad lipídica en las cariósides de las variedades comerciales de avena que se cultivan es relativamente baja comparada con la cantidad de aceite que producen las cosechas de semillas oleaginosas destinadas a este propósito. Sin embargo, la avena posee cantidades mucho mayores de lípidos que cualquier

otro cereal, lo que la hace una excelente fuente de energía y ácidos grasos insaturados (Zhou et al, 1999) como se muestra en la tabla 11.

El contenido de lípidos difiere mucho entre las diferentes variedades de la avena pero, en general, se compone de ácidos grasos poliinsaturados, como el linoleico, que constituye del 40 al 45% de los ácidos grasos totales, seguido por el oleico, del 25 al 30% y del palmítico, del 15 al 18%, los restantes son el esteárico, el linolénico y el láurico. Cabe mencionar que son grasas poliinsaturadas que ayudan a disminuir las concentraciones de colesterol y de lipoproteínas de baja densidad en la sangre y, por lo tanto, disminuyen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Bonillas, 2002).

Tabla 11. Contenido lipídico de algunos cereales.

| Cereal | Contenido energético Kcal | Grasas totales (g) | Ácidos grasos saturados totales (g) | Ácidos grasos monoinsaturados (oleico) (g) | Ácidos grasos poliinsaturados (linoleico) (g) |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------------|--|---|
| Avena (hojuelas) | 385 | 6.3 | 1.16 | 2.21 | 2.44 |
| Arroz (harina) | 363 | 0.6 | --- | --- | --- |
| Arroz (pulido) | 364 | 1.0 | --- | --- | --- |
| Cedaba | 348 | 1.9 | --- | --- | --- |
| Cebada (perla) | 344 | 1.0 | --- | --- | --- |
| Centeno (grano) | 334 | 1.7 | --- | --- | --- |
| Maiz (hojuelas) | 389 | 0.3 | --- | --- | --- |
| Maiz (harina nixtamalizada) | 377 | 4.5 | 0.01 | 1.30 | 1.30 |
| Trigo (entero) | 337 | 2.6 | --- | --- | --- |
| Trigo (harina refinada) | 377 | 1.2 | --- | --- | --- |
| Trigo (hojuelas) | 354 | 1.6 | --- | --- | --- |

Fuente: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (1992)
Valores reportados en gramos por 100g de alimento neto.

6.6.3 HIDRATOS DE CARBONO.

Los hidratos de carbono constituyen alrededor del 80% del aporte calórico de la humanidad (Wisther y Daniel, 1993).

El Departamento de Agricultura de los E.U. en sus Recomendaciones Dietarias ha reconocido la importancia de incrementar el consumo de los hidratos de carbono complejos y fibra dietética, derivados principalmente de productos elaborados a partir de cereales.

Las condiciones derivadas de enfermedades crónicas como diabetes, arterosclerosis y padecimientos digestivos parecen mejorar con la inclusión en la dieta de más hidratos de carbono complejos y fibra. En este mismo tenor, el aspecto nutrimental al cual se le ha dado mayor importancia en el contenido de hidratos de carbono de avena es su alta concentración de β -glucanos que se encuentran en gran concentración en las gomas de avena, son solubles en agua y resistentes a los procesos digestivos en los humanos (Lockhart y Hurt, 1986). Esta importancia se debe a sus efectos positivos en la salud humana como la disminución de los niveles de colesterol y glucosa en sangre (Anderson et al, 1994. Wood, 1994).

El otro hidrato de carbono presente en la avena es la fibra dietética que se divide en dos tipos: la soluble, que incluye las gomas, los mucílagos y las pectinas y se encuentra en una gran variedad de plantas como parte no estructural de las mismas. Este tipo de fibra tiene funciones y beneficios en la salud:

- a. Promueve la salud cardiovascular al reducir las concentraciones de colesterol en la sangre.
- b. Mantiene y regula la glucosa y la insulina, ya que disminuye la velocidad de digestión y la

absorción de los hidratos de carbono en el cuerpo.

c. Ayuda a reducir la presión arterial.

d. Debido a que absorbe agua con facilidad, ocupa un espacio en el estómago y retarda el vaciamiento gástrico, lo cual provoca una sensación de satisfacción más prolongada en quien la consume.

El otro tipo de fibra es la insoluble, que es la parte fibrosa y estructural de la planta; es decir, está en sus paredes celulares. Está formada por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Algunas de las funciones y beneficios de este tipo de fibra son las siguientes (Bonillas, 2002. Casanueva, 2001).

a. Disminuye el tiempo que los alimentos tardan en atravesar el sistema digestivo y lo mantiene funcionando de manera regular.

b. Ayuda a aliviar el estreñimiento.

c. Reduce el riesgo de padecer cáncer intestinal.

d. Desplaza a los alimentos con mayor contenido de grasa.

La avena contiene un elevado porcentaje de fibra soluble e insoluble, por lo tanto aporta todos los beneficios antes mencionados. A continuación se muestra el contenido de fibra dietética en la avena tabla 12.

Tabla 12. Contenido de fibra dietética en la avena.

| | |
|-----------------------|--------------|
| Fibra dietética total | 10.3 g /100g |
| Fibra insoluble | 5.2 g /100g |
| Fibra soluble | 5.1 g /100g |
| Beta-glucano | 4.0 g /100g |

Fuente: Quaker Oats Company, 2002.

En un estudio realizado para evaluar el efecto laxante de diferentes fuentes de fibra dietética como salvado de trigo, salvado de avena y goma de avena, en personas adultas, se observó un incremento en la frecuencia de los movimientos peristálticos en las dietas que contenían salvado de trigo y rafinosa, en las dietas que contenían salvado de avena y goma de avena sólo hubo un ligero aumento en la frecuencia de los movimientos peristálticos. Las dietas que contenían salvado de trigo como fuente de fibra dietética claramente produjeron un aumento en el volumen fecal cuando los resultados fueron comparados con la dieta control. Las dietas que contenían salvado de trigo y rafinosa causaron cierto malestar estomacal en los pacientes, mientras que las dietas que contenían salvado de avena produjeron poco o ningún problema (Lockhart y Hurt, 1986).

6.6.4 VITAMINAS Y MINERALES.

El contenido de vitaminas y minerales se encuentra concentrado en el salvado de avena por lo que el consumo de productos elaborados a base del grano entero es altamente recomendable. A continuación se muestra el contenido de vitaminas en la avena y algunos de sus productos (tabla 13) y el contenido de minerales en la avena entera (tabla 14).

Tabla 13. Contenido de vitaminas en avena y algunos de sus productos. (mg / 100g)

| Vitamina | Avena entera | Avena descascarillada | Cascarilla |
|-------------------|--------------|-----------------------|------------|
| Tiamina | 0.72 | 0.77 | 0.15 |
| Riboflavina | 0.17 | 0.15 | 0.16 |
| Niacina | 1.51 | 0.97 | 1.04 |
| Piridoxina | 0.29 | 0.12 | --- |
| Ácido pantoténico | 0.78 | 1.36 | --- |
| Ácido fólico | --- | 0.06 | --- |
| Tocoferoles | 2.98 | 1.20 | --- |

Fuente: Matz S.A., 1991

Tabla 14. Contenido de minerales en avena entera.

| Mineral | Contenido p.p.m. | Número de muestras | Mineral | Contenido p.p.m | Número de muestras |
|---------|------------------|--------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| Calcio | 430 | - | Fósforo | 3400 | 233 |
| | 650 | 10 | | 3640 | 1205 |
| | 1170 | 1205 | | 4300 | 16 |
| Cloro | 680 | - | Magnesio | 1600 | 76 |
| | 1300 | 38 | | 1810 | 1205 |
| Bromo | 3 | 3 | Potasio | 4800 | 99 |
| Flúor | 3 | --- | Manganeso | 5700 | 1205 |
| | | | | 30 | 2 |
| | | | | 42.5 | 16 |
| | | | | 96 | 5 |
| Yodo | 0.006 | 13 | Litio | 0.05 | --- |
| Azúfre | 1900 | 1257 | Sodio | 33-80 | --- |
| Hierro | 51 | 14 | Zinc | 22-38 | --- |
| | 70 | 1205 | | | |
| | 79 | 34 | | | |
| Cobre | 5.2 | 16 | Plomo | 0.1 | --- |
| | 11 | 29 | | | |

Fuente: Matz, 1991.

La avena puede ser considerada una buena fuente de magnesio, manganeso, hierro, calcio, zinc y cobre. La alta concentración de fósforo se ha puesto a tela de juicio debido a que se encuentra en el grado de avena principalmente en la forma de ácido fitico, el cual tiene un

efecto antinutricional al quelar minerales esenciales como calcio, zinc y magnesio e impedir que estos puedan ser absorbidos por el organismo.

La avena y productos derivados de ella contribuyen poco en el aporte de vitaminas a la dieta de las personas por ejemplo la tiamina y ácido pantoténico, pero este aporte pudiera ser significativo si se aumentara el consumo de la avena y sus productos (Matz, 1991. Lockhart y Hurt, 1986).

7. SUPLEMENTACIÓN.

Desde que el hombre dejó de ser nómada y se inició la agricultura empezó a utilizar semillas para su alimentación, seleccionó las que eran benéficas y descartó las que le causaban daño, además encontró la forma de eliminar o destruir algunos tóxicos y aumentar el valor nutritivo.

El término suplementación o enriquecimiento de los alimentos, se aplica a las diferentes formas usadas para elevar su valor nutritivo. Aunque lo anterior es aplicable para cualquier nutrimento, se usa principalmente para incrementar la cantidad y la calidad de las proteínas por ser el nutrimento que presenta más problemas, en particular en los grupos vulnerables: preescolares, embarazadas, mujeres que amamantan y los ancianos.

En la actualidad para evitar la desnutrición en los grupos mencionados, han propuesto varios métodos para incrementar la calidad proteínica de los alimentos más baratos y disponibles.

1. Mejoramiento genético para elevar la concentración de los aminoácidos limitantes. Este es el más adecuado porque no se modifican las características básicas de los granos; sin embargo esta solución es a largo plazo.

2. Adición de los aminoácidos limitantes. Este procedimiento aún es costoso, aunque ya se obtienen algunos aminoácidos en cantidades industriales como metionina y lisina. Otros siguen estando poco disponibles, como el triptofano.

3. Adición de concentrados proteínicos a los alimentos por ejemplo: los residuos de la extracción de aceite, que son ricos en proteínas, este procedimiento es más complicado porque puede alterar las características sensoriales de los alimentos.

4. Suplementación. 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 más balanceados y una mayor calidad proteínica, los alimentos más usados son cereales y leguminosas, este método es la aplicación de un procedimiento ya usado en forma natural por varios pueblos desde hace siglos, como la mezcla de maíz-frijol, que continúa en los campesinos de México y Centroamérica aunque no siempre para alimentación es que el aminoácido o aminoácidos deficiente en un alimento, este presente en el otro alimento y viceversa, el aminoácido escaso en los cereales es la lisina, a su vez, los cereales aportan aminoácidos azufrados deficientes en las leguminosas. (FAO / OMS, 1966).

8. ENRIQUECIMIENTO: VITAMINAS Y MINERALES.

Numerosas cuestiones que rodean el desarrollo de una directriz sobre complementos de vitaminas y minerales tienen sus raíces en el hecho que la finalidad y el papel de los mismos varía de un país a otro, así como entre los sectores involucrados (por ejemplo: consumidores, fabricantes, profesionales de la salud). Algunos señalan los estudios que demuestran que los

estilos de vida cambiantes en muchos países han afectado con fuerza los hábitos alimentarios a nivel individual y familiar. Hoy hay menos tiempo y deseos de consumir comidas completas, con el aumento consiguiente del consumo de bocadillos y “comida rápida”. Otros se refieren a los estudios que revelan que el envejecimiento o un estilo de vida más sedentario pueden contribuir a una ingestión más baja de alimentos puede ser también el resultado de dietas de adelgazamiento justificadas o no a corto o largo plazo. Debido a estos y otros cambios de hábitos dietéticos, son frecuentes las voces preocupadas que se preguntan si la ingestión de vitaminas y minerales contenida en los alimentos es o no es la adecuada. Aún más: la ciencia ha identificado en la actualidad necesidades nutrimentales entre algunos subsectores de la población que pueden ser difíciles de satisfacer con la alimentación normal.

A pesar de los nuevos estilos de vida y los nuevos patrones de consumo alimentario en numerosos países, muchos otros piensan que la educación y una motivación apropiada bastan para asegurar una alimentación adecuada. Los que así opinan están convencidos de que, en circunstancias normales, un régimen variado es capaz de proveer todos los nutrimentos necesarios para el crecimiento, el desarrollo y la preservación de la salud.

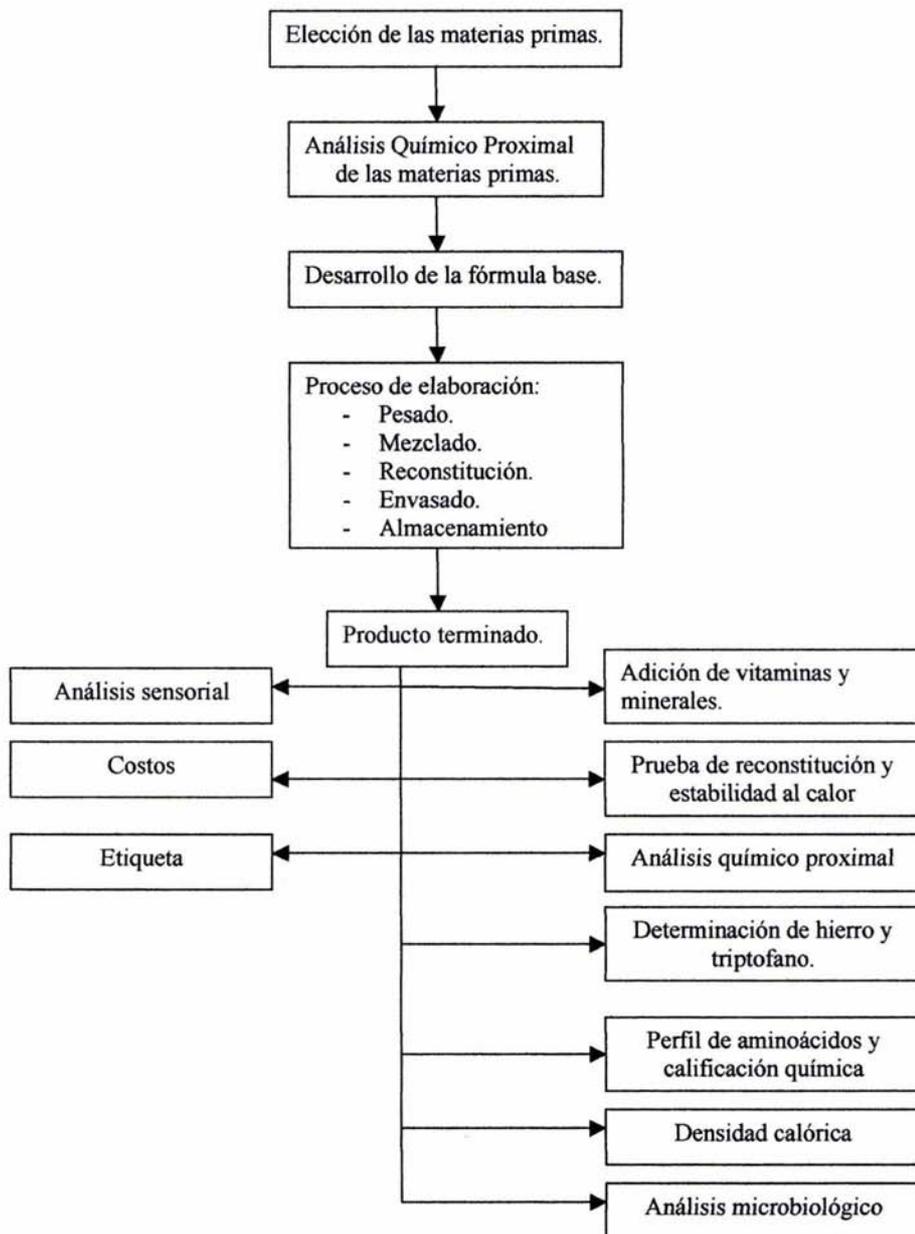
Diferentes sectores atribuyen diversos usos a los alimentos enriquecidos con vitaminas y minerales, entre ellos (CODEX, 2000):

- Corregir una deficiencia de estos nutrimentos;
- Asegurar que se cumplan las ingestiones recomendadas de vitaminas y minerales, sea o no sea realmente deficiente el régimen alimentario.

- Complementar un régimen insuficiente para satisfacer en particular las necesidades detectadas últimamente por la ciencia que recomienda ingestiones más elevadas que las que se han venido recomendando tradicionalmente para evitar deficiencias dietéticas;
- Suministrar dosis elevadas de los nutrimentos que están relacionados con una posible reducción del riesgo de contraer enfermedades crónicas;
- Satisfacer las demandas del consumidor que exceden los efectos benéficos documentados por la ciencia.

V. METODOLOGÍA

DIAGRAMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.



1. ELECCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS.

Para la elección de las materias primas se tomó en cuenta sus características químicas, funcionales, nutritivas y además su comportamiento dentro del producto a elaborar.

Las materias primas seleccionadas para la preparación del producto son:

- a) Caseinato de calcio.
- b) Avena (harina)
- c) Azúcar
- d) Grasa (Aceite de Maíz)
- e) Mezcla de vitaminas y minerales (Elaborada por Fortitech S.A De C.V)
- f) Estabilizantes (Goma Xantana).
- g) Antioxidante (Palmitato de ascorbilo)

2. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA AVENA Y DEL CASEINATO DE CALCIO.

El análisis químico proximal de la avena, del caseinato de calcio, consta de las siguientes determinaciones (AOAC 1995):

- a) Humedad (H).
- b) Cenizas (C).
- c) Proteína cruda (PC).
- d) Grasa cruda (GC).
- e) Fibra cruda (FC).
- f) Hidratos de Carbono por diferencia.

$$\% \text{ de Hidratos de Carbono} = 100 - \sum (\%H + \%C + \%PC + \%GC + \%FC)$$

3. DESARROLLO DE LA FÓRMULA.

El desarrollo de la fórmula base se elaboro en base a los resultados del análisis químico proximal de las materias (la avena y el caseinato de calcio), calculando teóricamente que cantidad de cada uno de ellos era necesaria para ajustar la fórmula al 16% de proteína en una proporción 50:50, así como también se tomo en cuenta los requerimientos nutrimentales de los adultos mayores (65 o más años) ajustando los nutrimentos y enriqueciendo con vitaminas y minerales.

A continuación en la tabla 15 se presenta el diseño experimental que siguió para obtener la fórmula base.

Tabla 15. Diseño experimental para obtener la formula.

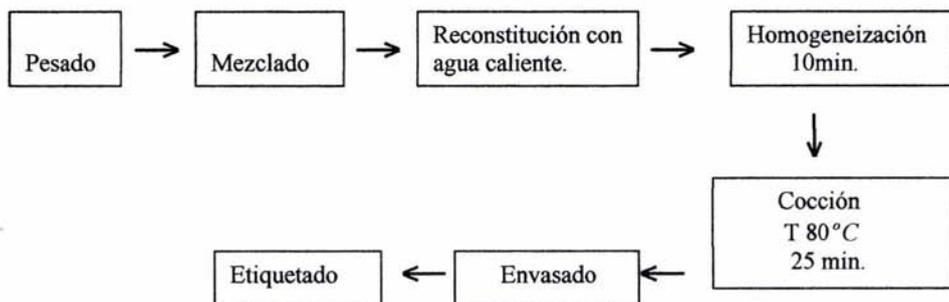
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------|------------|------------|------------|--|------------|---------|------------|---------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--------------------|---|--------------------|---------------------------|
| Fórmula | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| (g) Fórmula | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 | 2000 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | |
| (ml) Agua | 30 Δ | 30 Fria | 30 Δ | 30 Fria | 60 Δ | 60 Δ | 70 Δ | 70 Δ | 80 Δ | 80 Δ | 800 Δ | 2500 Δ | 160 Δ | 160 Δ | 80 Δ | 80 Δ | 80 Δ | |
| (g/100g) Goma (1)Guar (2)Xantana | 0.2 (1) | 0.2 (1) | 0.2 (1) | 0.2 (1) | 0.2 (2) | sin | 0.2 (2) | sin | 0.2 (2) | sin | 0.2 (2) | 0.2 (2) | 0.4 (2) | 0.6 (2) | 0.6 (2) | 0.6 (2) | 0.6 (2) | |
| Reducción de partícula | si | si | no | no | si | si | si | si | si | si | si | si | si | si | si | si | si | |
| Separación de fases | no | si | no | si | si | si | si | si | no | si | no | no | no | no | no | no | no | |
| Precipita- do | si | si | si | si | si | si | si | si | poco | si | poco | poco | poco | muy poco | muy poco | muy poco | muy poco | |
| Esteriliza- ción | si | si | si | si | si | si | si | si | si | si | | | | | | | | |
| Coagula- ción | si | si | si | si | si | si | si | si | si | si | | | | | | | | |
| Homoge- neización | | | | | | | | | | | 10 min. | 10 min. | 10 min. | 10 min. | 10 min. | 10 min. | 10 min. | |
| Secado | | | | | | | | | | | Estu fa 48hrs | Asper sión | | | | | | |
| Cocción | | | | | | | | | | | 25 min. 80°C | 25 min. 80°C | 25 min. 80°C | 25 min. 80°C | 25 min. 80°C | 25 min. 80°C | 25 min. 80°C | |
| (g ó ml) Sabor | | | | | | | | | | | | | | | | Cocoa 0.5g | Cocoa 0.7g | Vaini lla 1.4 ml |
| (g) azúcar | | | | | | | | | | | | | | | | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| Observa- ciones | Utilizar agua caliente y reducir el tamaño de partícula. | | | | | Utilizar goma Xantana y un volumen de agua caliente de 80 ml | | | | | El secado por aspersión es muy caro. | | | Utilizar 0.6/100g de goma (2) y Homogeneizar y cocción | | Utilizar 0.7g de Cocoa da mas sabor y color chocolate | | Color Sabor a Vaini-lla |

Δ = agua caliente

4. PROCESO DE ELABORACIÓN.

a) La elaboración del alimento a nivel laboratorio, consistió básicamente en la mezcla de los ingredientes en polvo previamente pesados, siguiendo la regla de las mezclas sólidas, con la salvedad que las vitaminas y minerales que se adicionan después de elaborar la fórmula base. Una vez pesada y mezclada la fórmula se hizo pasar por un tamiz para obtener una granulometría homogénea.

A continuación se muestra el proceso para obtener la fórmula base (figura 4).



b) Para reducir el riesgo de contaminación se siguieron las Buenas Practicas de Manufactura durante todo el proceso, manteniendo las condiciones higiénicas adecuadas, como son: limpieza del equipo utilizado, limpieza en las áreas de trabajo y tener un sistema de lavado para recurrir a él cuando sea necesario, así como el uso de bata limpia, cofia y cubre-bocas y una higiene personal adecuada.

c) Las primeras materias primas que se mezclan ya pesadas son la avena, el caseinato de calcio, el azúcar, la goma xantana y por otra parte se mezcla el aceite de maíz junto con el antioxidante en este caso el palmitato de ascorbilo hasta obtener una emulsión y es entonces cuando se mezclan las primeras materias primas con el aceite y el palmitato de ascorbilo..

d) Una vez elaborada la fórmula base se adiciona la mezcla de vitaminas y minerales (Fortitech) y toda la fórmula base se hace pasar por un tamiz..

e) Los sabores que se desarrollaron fueron: sabor a chocolate y vainilla utilizando la cocoa en polvo para el sabor chocolate y el extracto de vainilla para el sabor vainilla.

f) El producto en polvo es posteriormente reconstituido en agua purificada, posteriormente se homogeneizo (10 min.) y se sometió a una cocción ($T 80^{\circ}C$ por 25 min.), se enfrió y se envaso en envases de plástico, y se almaceno en refrigeración.

5. CUESTIONARIO.

Se aplicaron los siguientes cuestionarios a 58 personas que tenían edades entre los 50 a los 85 años con la finalidad de saber cuales eran sus preferencias en cuanto al sabor de la bebida, la presentación (el envase), su consistencia, si lo consumirían y por qué.

Se realizaron dos tipos de cuestionario uno para las personas que no consumen suplementos alimenticios (cuestionario I) y otro para los que si consumen suplementos alimenticios (cuestionario II).

A continuación se muestran los cuestionarios I y II.

CUESTIONARIO I.

Edad: _____
Sexo: Femenino _____ Masculino _____
Juez: _____

Instrucciones: Marque con una X la respuesta que considere (solo una) y en el caso que su respuesta sea " otros ", ponga en el espacio correspondiente su respuesta.

¿Consumiría un suplemento alimenticio a base de avena?

Si ___ No ___

Por: Su valor nutrimental _____
Su sabor _____

¿Qué sabor le gustaría que tuviera la bebida?

Chocolate _____
Vainilla _____
Fresa _____
Otros _____

¿Qué consistencia le gustaría que tuviera la bebida?

Líquida _____
Líquida con cuerpo _____
Espesa _____

¿En qué presentación le gustaría encontrarlo y volumen?

| | |
|---------------------------|----------------------|
| Envase de: vidrio _____ | Volumen: 240ml _____ |
| plástico _____ | 500ml _____ |
| lata _____ | otros _____ |
| cartón (tetra pack) _____ | |
| otros _____ | |

CUESTIONARIO II.

Edad: _____
Sexo: Femenino _____ Masculino _____
Juez: _____

Instrucciones: Marque con una X la respuesta que considere (solo una) y en el caso que su respuesta sea "otros", ponga en el espacio correspondiente su respuesta.

¿Con qué frecuencia consume suplementos alimenticios?

Una vez a la semana _____
Dos o mas veces a la semana _____
Una vez al mes _____
Dos o mas veces al mes _____

¿Consumiría un suplemento alimenticio a base de avena?

Sí _____ No _____

Por: Su valor nutrimental _____
Su sabor _____

¿Qué sabor le gustaría que tuviera la bebida?

Chocolate _____
Vainilla _____
Fresa _____
Otros _____

¿Qué consistencia le gustaría que tuviera la bebida?

Líquida _____
Líquida con cuerpo _____
Espesa _____

¿En qué presentación le gustaría encontrarlo y volumen?

| | |
|---------------------------|----------------------|
| Envase de: vidrio _____ | Volumen: 240ml _____ |
| plástico _____ | 500ml _____ |
| lata _____ | otros _____ |
| cartón (tetra pack) _____ | |
| otros _____ | |

¿Cuánto pagaría por un suplemento alimenticio a base de avena?

Lo mismo que el que consume _____

Más que le que consume _____

Menos que el que consume _____

6. PRODUCTO TERMINADO.

Al producto terminado se le adiciono una mezcla de vitaminas y minerales y se le determino: Pruebas de reconstitución, resistencia al calor, análisis proximal (AOAC 1995), determinación de hierro, triptofano, perfil de aminoácidos, calificación química, densidad calórica, análisis microbiológico y análisis sensorial. También se estimo el posible costo del alimento y se diseño la etiqueta.

6.1 ADICIÓN DE VITAMINAS Y MINERALES.

- **Mezcla de vitaminas y minerales.**

La mezcla de vitaminas y minerales que se pidio a Fortitech® tiene la siguiente composición, que se muestra en la tabla 16. Esta se pidio tomando en cuenta la Ingesta Diaria Recoendada y establecida por el Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubiran, para los adultos, que se encuentra en la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994.

Además se realizaron los cálculos correspondientes para que el producto final aportara un 25% de este IDR, en una presentación de 240ml.

Tabla 16. Composición del mezcla de vitaminas y mieraes.
(En 1.35 g (minimo))

| Vitamina | Cantidad |
|--|----------|
| Vitamina A (como palmitato, USP-FCC) | 833 IU |
| Vitamina E (como acetato, USP) | 3.75 IU |
| Acido folico (USP-PCC) | 50 mcg |
| Niacina (como niacinamida, USP-FCC) | 5 mg |
| Vitamina B1 (como tiamina HCl, USP-FCC) | 0.375 mg |
| Vitamina B12 (como cianocobalamina) | 0.5 mcg |
| Vitamina B2 (como riboflavina, USP-FCC) | 0.425 mg |
| Vitamina B6 (como piridoxina HCl, USP-FCC) | 0.5 mg |
| Vitamina C (como ácido ascorbico, USP-FCC) | 15 mg |
| Minerales | |
| Calcio (como fosfato dicalcico, FCC y fosfato tricalcico, FCC) | 200 mg |
| Yodo (como yoduro de potasio, USP-FCC) | 37.5 mcg |
| Hierro (como ortofosfato ferrico, FCC) | 3.75 mg |
| Magnesio (como fosfato de magnesio, FCC) | 87.5 mg |
| Fosforo (como fosfato dicalcico, FCC y fosfato de magnesio, FCC y fosfato tricalcico, FCC) | 200 mg |
| Zinc (como sulfato de zinc, USP-FCC) | 3.75mg |

Cantidad a utilizar: 1.35g / 240 ml

A demás está mezcla de vitaminas y minerales tenía que ser estable y resistir todo el proceso de cocción, manteniendo la funcionalidad de las vitaminas y los minerales, a demás de no interaccionar con los compuestos de la fórmula dando sabores degradablees o coloraciones, por lo que está formulación la elaboró Fortitech específicamente para este producto con las siguientes características (tabla 17):

Tabla 17. Características de la fórmula y condiciones de proceso.

| Condiciones de proceso | |
|------------------------|----------------------|
| Temperatura | 80 °C |
| Tiempo | 25 min. |
| Producto final | Líquido |
| PH | 6 |
| Sabores | Vainilla y Chocolate |

6.2 PRUEBA DE RECONSTITUCIÓN.

Volumen de sedimentación.

Fundamento:

El volumen de sedimentación es la relación entre el volumen de equilibrio y el volumen total de la suspensión.

Material:

- Balanza analítica
- Probeta de 100ml
- Papel parafilm.

Procedimiento:

Se pesan 10 g de muestra y se colocan en una probeta de 100ml, se afora con agua a 100 ml y se tapa con papel parafilm se agita y se deja reposar , cada 2 hrs se toma la lectura y nuevamente se agita, repitiendo esta operación hasta que transcurran 24 hrs. El volumen de

sedimentación final es adimensional y será el promedio de las lecturas tomadas en 24 hrs.

(Remington,1987).

Cálculos:

$$\text{V. de Sedimentación} = \frac{\text{V. de Sedimentación final (ml)}}{\text{V. de Sedimentación inicial (ml)}}$$

Lo ideal es que el volumen de sedimentación sea 1.

6.3 PRUEBA DE ESTABILIDAD.

Estabilidad al calor.

Fundamento:

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

Material:

- Autoclave.
- Balanza analítica.
- Matraces Erlenmeyer de 250ml.
- Probetas de 100ml

Procedimiento:

Pesar con precisión 7.5 g de la muestra y transferirlos a un matraz Erlenmeyer, adicionar 60 ml de agua destilada hervida y fría, mezclar, tapar con algodón. Posteriormente, calentar en autoclave y mantener una presión de 0.49 Kg/cm² (7lb / pulg) durante 7 minutos.

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

6.4 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.

El análisis químico proximal de las fórmulas sabor chocolate y vainilla, consta de las siguientes determinaciones (AOAC 1995):

- a) Humedad (H).
- b) Cenizas (C).
- c) Proteína cruda (PC).
- d) Grasa cruda (GC).
- e) Fibra cruda (FC).
- f) Hidratos de Carbono por diferencia.

$$\% \text{ de Hidratos de Carbono} = 100 - \sum (\%H + \%C + \%PC + \%GC + \%FC)$$

6.5 DETERMINACIÓN DE HIERRO.

Reactivos.

- Solución de Ortofenentrolina al 0.1 %
- Solución de Clorhidrato de hidroxilamina al 10 %
- Buffer de acetatos.
- Estándar de hierro (0.01 mg/ml).

Material.

- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Parrilla de calentamiento
- Pipetas graduadas de 1, 5 y 10 ml
- Matraz aforado de 50 ml

- Embudo de tallo corto
- Pinzas para crisol
- Mufla
- Espectrofotómetro

Preparación de la muestra.

Se pesan por duplicado 3.5 g de muestra en un crisol y se obtienen las cenizas quemando primero con mechero y posteriormente calcinando en mufla a 500 °C durante tres horas. Al crisol frío añadir con pipeta y en campana 2 ml de HCL concentrado para disolver las cenizas. Evaporar en la campana, enfriar y añadir 1 ml de HCL concentrado y 3.5 ml de agua destilada, con un agitador de vidrio tratar de disolver las cenizas en su totalidad. Pasar cuantitativamente el líquido a un matraz aforado de 50 ml. Volver a lavar el crisol con agua por o tres veces más, pasando los líquidos de lavado al matraz y después aforar. Filtrar y del filtrado tomar dos alícuotas de 10 ml. Desarrollar color añadiendo 1 ml de clorhidrato de hidroxilamina, agitar; 5 ml de buffer de acetatos, agitar y 1 ml de ortofenantrolina y agitar. Dejar en reposo entre 10 y 15 minutos. Leer a 530 nm.

Curva estándar

Tomar 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 y 6.0 ml de la solución estándar de hierro, ajustar cada uno de los tubos a 10 ml con agua y añadir en el siguiente orden : 1 ml de Clorhidrato de hidroxilamina, agitar; 5 ml de buffer de acetatos, agitar y 1 ml de Orstofenantrolina y agitar. Dejar en reposo entre 10 y 15 minutos. Leer a 530 nm. (AOAC, 1990)

6.5 DETERMINACIÓN DE TRIPTOFANO.

Es un aminoácido que no se puede cuantificar junto con los demás aminoácidos resultantes de la hidrólisis ácida en equipos como autoanalizador o HPLC, sin embargo si se realiza una hidrólisis alcalina o enzimática si se puede cuantificar por estos métodos, existen otras técnicas como las colorimétricas para su cuantificación. En este caso se hizo una hidrólisis enzimática y se desarrolló color con p-dimetilaminobenzaldehído (DMAB) y nitrito de sodio.

Reactivos.

- Buffer de fosfatos pH 8.0
- Pepsina al 0.3%
- Pancreatina al 0.4%
- Solución estándar de triptofano (0.05 mg/ml)
- Solución de p-dimetilaminobenzaldehído (DMAB) al 0.5%
- Nitrito de sodio al 0.2%

Material:

- Matraz aforado de 50 ml
- Pipetas graduadas de 1, 5 y 10 ml
- Tubos de ensayo y gradilla
- Embudo de tallo corto
- Espectrofotómetro

Preparación para la muestra.

Pesar 1 g de muestra en un matraz aforado de 50 ml, agregar 10 ml de pepsina, agitar e incubar 3 horas a temperatura ambiente con agitación ocasional. Añadir 10 ml de NaOH 0.1N. posteriormente añadir 10 ml de la solución de pancreatina, agitar e incubar por 24 horas a temperatura ambiente con agitaciones esporádicas. Aforar con agua y filtrar. Tomar tres alícuotas de 2 ml cada una. Un tubo será el blanco de la muestra y a este se le adicionan 7.5 ml de HCL concentrado, en tanto que a los otros dos se les agregan 7.5 ml de DMAB, se les agrega a los tres tubos 0.5 ml de nitrito de sodio, se agitan y se dejan otros 15 minutos en reposo. Leer la absorbancia a 590 nm.

Curva estándar.

Tomar 0.0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 y 2.0 ml de la solución estándar de triptofano (0.05 mg/ml). Llevar a 2 ml cada uno de los tubos con agua y adicionar 7.5 ml de DMAB. Agitar y dejar 15 minutos en la oscuridad, agregar 0.5 ml de nitrito de sodio, agitar y dejar en reposo por 15 minutos. Leer las absorbancias a 590 nm. (Lucas, 1980 y Rama, 1974)

6.6 PERFIL DE AMINOÁCIDOS Y CALIFICACIÓN QUÍMICA.

- **Perfil de aminoácidos**

Preparación de la muestra.

Se pesan 1 a 2 mg de la muestra previamente desengrasada y se adicionan 200µl de una solución de HCL 6N en el tubo de hidrólisis, posteriormente se introduce en la unidad de hidrólisis (Marca Waters, Modelo Workstation), por 22 horas a 105°C, una vez concluida esta

etapa se evapora el ácido clorhídrico remanente y las muestras se resuspenden con un amortiguador comercial de dilución de muestra pH 2.0 (Beckman Instruments, Inc.), en un volumen de 100-700µl se homogeneizan y se filtran a través de membranas Milipore tipo HA 0.45 µm.

Determinación de aminoácidos

Equipo y material.

- Autoanalizador de aminoácidos de alta resolución (System 6300 High-Performance Amino Acid Analyzer, Beckman Instruments, Inc.).
- Adaptador para filtración de aguja Millipore (Millipore Corporation Bedford).
- Membranas Millipore tipo HA 0.45 µm.

Reactivos.

- Amortiguador comercial de dilución de muestra pH 2.0 (Beckman Instruments, Inc.).
- Amortiguador comercial de elusión (Beckman Instruments, Inc.).
- pH 3.00 agua 97.6%, citrato de sodio 1.7%, HCL 0.7%
- pH 4.30 agua 98.0%, citrato de sodio 1.7%, HCL 0.3%
- pH 6.30 agua 93.0%, citrato de sodio 1.9%, NaCl 5.0%, fenol 0.1%
- Estándar de aminoácidos (Sigma Chem. Co.).

Las muestras obtenidas de la hidrólisis así como el estándar se inyectan en un autoanalizador de aminoácidos de alta resolución (Marca Beckman Instruments, inc., Modelo System 6300). El volumen de inyección es de 5045 μ l. (Arrizon-Lopez, 1987)

Tabla 18. Parámetros para la separación de aminoácidos libres en el autoanalizador Beckman, System Gold 6300.

| | | |
|---|--------------|---------------|
| Dimensiones de la columna | 4 mm x 12 cm | |
| Temperatura de la columna (°C) | °C | Tiempo (min.) |
| | 53 | 11 |
| | 75 | 23 |
| | 77 | 31 |
| Temperatura de reactor (°C) | 135 | |
| Flujo de reactivos (ml/hr) | 21 | |
| Presión (psig) | 1200 | |
| Amortiguadores | PH | Tiempo (min) |
| | 3.00 | 23.8 |
| | 4.30 | 12.2 |
| | 6.30 | 29.0 |
| Solución lavadora de NaOH | 13.00 | 2.0 |
| Amortiguador de regeneración | 3.00 | 18.00 |
| Detección (nm) | 570 y 440 | |
| Tiempo total de la corrida: 65 minutos + 20 minutos para su regeneración. | | |

- **Calificación Química.**

Un indicador de la calidad proteica de los alimentos es la Calificación Química, que es la proporción en que se encuentra un aminoácido indispensable limitante con respecto a un patrón de referencia. El patrón de referencia que más se utiliza es el publicado por la FAO (Food and Agriculture Organization) en 1973 o 1985. En la tabla 19 se presenta dichos patrones:

Tabla 19 .Patrón de referencia FAO (1973 y 1985).
(g aa / 100g de proteína)

| Aminoácido | Patrón FAO (1973) | Patrón FAO (1985) |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Lisina | 5.5 | 1.6 |
| Triptofano | 1.0 | 0.5 |
| Tirosina | 6.0 | 1.9 |
| Fenilalanina | | |
| Cisteína | 3.5 | 1.7 |
| Metionina | | |
| Treonina | 4.0 | 0.9 |
| Leucina | 7.0 | 1.9 |
| Isoleucina | 4.0 | 1.3 |
| Valina | 5.0 | 1.3 |

Fuente: FAO/WHO/UNU, 1985. Robinson, 1991.

La calificación química (C.Q) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$C.Q = \frac{\text{g de aminoácido del alimento} / \text{total de los aminoácidos indispensables}}{\text{g de aminoácido del patrón} / \text{total de los aminoácidos indispensables}} \times 100$$

6.7 DENSIDAD CALÓRICA.

Reactivos y material.

- Ácido benzoico (valor calórico certificado)
- Desecador de vidrio
- Balanza analítica (hasta 0.1 mg)
- Estufa de secado a presión reducida
- Mecha de algodón de 75 mm de longitud
- Crisol de acero inoxidable de 254 mm de diámetro
- Mango metálico compactador
- Bomba calorimétrica balística GELLENKAMP, mod. CBB-330-010L

Procedimiento.

La cantidad de muestra depende del contenido calórico esperado, ya que se recomienda que la cantidad pesada libere aproximadamente 16 KJ (4.0 Kcal), para que entre en el rango de detección del instrumento. La muestra en forma de harina se coloca en un crisol tarado junto con la mecha de algodón, de tal manera que el hilo quede introducido entre de la muestra, y se procede a pesar en una balanza analítica lo que corresponde al peso preliminar, recomendándose pesar un exceso aproximado 105 del peso deseado. Se compacta la muestra con el mango metálico de tal forma que quede lo mas uniforme posible y la mecha quede introducida dentro de la muestra, sobrando un tramo que servirá para contactar con el alambre de ignición de la bomba. Se debe eliminar con mucho cuidado el material que no se halla compactado y el crisol con la muestra compactada se pesa nuevamente para tener el peso final.

El crisol se coloca en la base superior del pilar de la bomba y con mucho cuidado se introduce la punta suelta de la mecha de algodón en el alambre de ignición.

A continuación se procede a realizar la combustión, para lo cual se debe revisar que el "O-RING" se encuentre en perfectas condiciones, ya que se debe obtener un cierre hermético. El cierre se realiza colocando el capuchón de la bomba sobre el anillo metálico y se gire éste hasta que coincida la rosca con el del capuchón, el sellado se debe hacer con la fuerza de la mano, no utilizar herramienta alguna. En seguida se coloca el sensor del termopar en el orificio del capuchón. Teniendo suministro de oxígeno a presión (cilindro con mínimo 30 bars), se procede a abrir la válvula de paso girando de 1/4 a 1/2 la perilla y se debe obtener una presión dentro de la bomba balística de 25 bars (1bar = 0.987 Atmósferas) en aproximadamente 20 a 30 segundos. Una vez alcanzada la presión, se cierra la válvula de paso y se procede a ajustar el galvanómetro a cero con ayuda primero del ajuste grueso y posteriormente con el dispositivo de ajuste fino. Si las condiciones anteriores se mantienen por aproximadamente 10 segundos se llevan a cabo la combustión, botándose por un aumento en la presión del manómetro que a su vez se traduce en una señal en la escala del galvanómetro. Se debe observar con atención el movimiento del indicador en el galvanómetro, ya que una vez alcanzada el valor máximo empieza a decaer rápidamente. La lectura máxima obtenida en el galvanómetro, es directamente proporcional al calor liberado en la combustión.

Una vez tomada la lectura, se abre la válvula de salida de los gases de combustión, la cual se localiza en la base de la bomba del lado opuesto a entrada del oxígeno; a la vez, se desconecta el sensor del termopar y una vez liberados los gases de combustión, se procede a abrir la bomba girando el anillo metálico en sentido inverso al cierre. Por último, cierre la válvula de liberación de gases y enfríe el capuchón de la bomba en un baño de agua fría hasta temperatura ambiente, para poder realizar una nueva determinación.

Curva estándar

Se debe realizar la combustión de diferentes pesos de ácido benzoico y anotar la respectiva lectura de la escala del galvanómetro. Se recomienda pesar entre 0.1 a 0.7 g de ácido benzoico (valor calórico certificado); además será necesario llevar a cabo la combustión exclusiva de la mecha de algodón, ya que el valor obtenido se deberá restar, o la escala del galvanómetro se puede ajustar para obtener la lectura en forma directa. (Bateman, 1970)

6.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

Los microorganismos que se determinaron fueron:

- Mesófilicos aerobios.
- Grupo Coliforme Total.
- Hongos y Levaduras.
- *Staphylococcus aureus*.
- *Salmonella sp.*
- *E. Coli*.

6.9 ANÁLISIS SENSORIAL.

Prueba de nivel de agrado

A las 58 personas de edades entre 50 a 85 años, 31 hombres y 27 mujeres que se les aplico el cuestionario I y II (página 54 y 55), para saber sus gustos, en cuanto a sabor, presentación final, etc. Se tomaron como jueces afectivos para evaluar el producto final, realizando una prueba de nivel de agrado, evaluando tres características, el color, el sabor y la consistencia., así como el nivel de agrado general para los productos finales sabor chocolate y vainilla.

El producto con el que se comparó fue el ENSURE, sabor chocolate y sabor vainilla, ya que es el principal producto dirigido a esta población de adultos mayores, como suplemento alimenticio.

El objetivo de esta prueba, es determinar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se utiliza una escala no estructurada, sin mayores descriptores que los extremos de la escala, en los cuales se puntualiza la característica de agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto de indiferencia a la muestra (Pedrero, 1996).

Los datos se analizaron, transformando la escala hedónica, en números, es decir en centímetros midiendo el punto de respuesta indicado por el juez, esto se muestra en la hoja de vaciado de datos (Anexo 1).

Se utilizó el Análisis de varianza, para estudiar si existe diferencia significativa entre la media de las calificaciones asignadas y se analizaron de la siguiente manera:

- Para cada una de las presentaciones (chocolate y vainilla):
 - Color: ENSURE contra la fórmula desarrollada.
 - Sabor: ENSURE contra la fórmula desarrollada.
 - Consistencia: ENSURE contra la fórmula desarrollada.
 - Nivel de agrado general: ENSURE contra la fórmula desarrollada.

- Para las fórmulas desarrolladas sabor chocolate y vainilla:
 - Atributos evaluados : fórmula desarrollada sabor chocolate contra fórmula desarrollada sabor vainilla.

El lugar donde se realizó la evaluación sensorial fue en la Iglesia Cristiana Interdenominacional de la República Mexicana, A.R. (ICIRMAR), ubicada en la calle de Libertad No. 27, Colonia Portales, Delegación Benito Juárez, México, D.F., donde se pidió permiso al Directal General de la Iglesia el Pastor Aarón Cortés Hernández, aprovechando la reunion de Superación Pastoral en donde se tenía la oportunidad de llevar a cabo la evaluación sensorial de las fórmulas, considerando que en dicha reunión la población participante (obreras y pastores de la ICIRMAR) se encontraba en el rango de edades avanzadas (50 a 85 años). Cabe señalar que se tuvo la facilidad de utilizar un salón contiguo al comedor de dicha institución.

La presentación de las fórmulas fue en pares, en charolas individuales que contenian vasos del número cero previamente etiquetados con su clave (Las claves de las fórmulas se muestran en Anexos tabla 41). La presentación de las fórmulas se aleatorizaron de la siguiente forma: el primer juez evaluó primero las fórmulas sabor chocolate y después las fórmulas de sabor vainilla, el segundo primero las fórmulas sabor vainilla y después las fórmulas de sabor chocolate y así consecutivamente.

El orden de evaluación de las fórmulas también se aleatorizo, el primer juez evaluó primero la fórmula ENSURE sabor chocolate y después la fórmula desarrollada sabor chocolate, y en el mismo orden las fórmulas de sabor vainilla, es decir, primero la fórmula ENSURE sabor vainilla y después la fórmula desarrollada sabor vainilla, el segundo juez evaluó primero la fórmula desarrollada sabor vainilla y después la fórmula ENSURE sabor vainilla y en el mismo orden las fórmulas de de sabor chocolate, el tercer juez evaluó primero la fórmula desarrollada sabor chocolate y después la fórmula ENSURE sabor

chocolate y en el mismo orden las fórmulas sabor vainilla, el cuarto juez evaluó primero la fórmula ENSURE vainilla y después la fórmula desarrollada sabor vainilla y en el mismo orden las fórmulas sabor chocolate (La tabla de aleatorización se muestra en Anexos tabla 42).

Cabe señalar que el número de personas que evaluaron las fórmulas fueron 58, sabiendo que para facilitar la explicación de los resultados estadísticamente lo ideal era un tamaño de muestra de 100 personas (que representaría el 100%), por factores de presupuesto solo fue posible encuestar a este número de personas ($n=58$), lo que no imposibilitó la representatividad de los resultados ya que la prueba estadística f validó el tamaño de muestra, debido a que sus resultados fueron probados estadísticamente con un nivel de significancia del 5%.

A continuación se muestra el cuestionario que se aplicó para la prueba de nivel de agrado.

PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO.

Edad: _____
Sexo: Femenino _____ Masculino _____
Juez: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene dos muestras, empiece a probarlas de izquierda a derecha e indique con una "X", su nivel de agrado para cada característica. Tome agua y espere antes de evaluar la siguiente muestra. GRACIAS.

Clave _____
Color
|-----|-----|
Disgusta Indiferente Gusta Mucho

Sabor
|-----|-----|
Disgusta Indiferente Gusta Mucho

Consistencia (cuerpo de la bebida)
|-----|-----|
Disgusta Indiferente Gusta Mucho

Nivel de agrado general
|-----|-----|
Disgusta Indiferente Gusta Mucho

Clave _____
Color
|-----|-----|
Disgusta Indiferente Gusta Mucho

Sabor
|-----|-----|
Disgusta Indiferente Gusta Mucho

Consistencia (cuerpo de la bebida)
|-----|-----|
Disgusta Indiferente Gusta Mucho

Nivel de agrado general
|-----|-----|
Disgusta Indiferente Gusta Mucho

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

1. Análisis químico proximal de la avena y del caseinato de calcio.

Los resultados del análisis proximal en base húmeda y seca (promedio y desviación estándar), de las materias primas se muestran en la tabla 20 y en la tabla 21.

La avena es un cereal que se caracteriza por poseer un alto contenido proteínico y lipídico comparando con otros cereales, además tiene un alto contenido de hidratos de carbono. Y el caseinato como era de esperarse tiene un alto contenido proteínico esto es debido a que es un concentrado proteínico, y el resto de los demás nutrimentos se encuentran en menor contenido.

Tabla 20. Análisis proximal de la avena y del caseinato de calcio.
en Base Húmeda . (g/100g)

| | Avena | Caseinato de calcio |
|----------------------|-----------------|---------------------|
| Humedad | 9.5001 ± 0.1186 | 5.2660 ± 0.0498 |
| Cenizas | 1.8494 ± 0.0453 | 3.9393 ± 0.1397 |
| Proteína cruda | 12.56 ± 0.8219 | 90.60 ± 0.0773 |
| Grasa cruda | 4.6902 ± 0.5578 | 0.1989 ± 0.0356 |
| Fibra cruda | 0.5703 ± 0.0460 | ----- |
| Hidratos de carbono* | 70.83 | ----- |

* Por diferencia

Tabla 21. Análisis proximal de la avena y del caseinato de calcio en Base Seca (g/100g).

| | Avena | Caseinato de calcio |
|----------------------|---------|---------------------|
| Cenizas | 2.0435 | 4.1582 |
| Proteína cruda | 13.8784 | 95.6362 |
| Grasa cruda | 5.1825 | 0.2099 |
| Fibra cruda | 0.6301 | ----- |
| Hidratos de carbono* | 78.2652 | ----- |

* Por diferencia.

2. Desarrollo de la fórmula base.

Considerando los resultados del análisis proximal de la avena y del caseinato de calcio se desarrolló la fórmula base ajustandola al 16% de proteína en una proporción 50:50, y tomando en cuenta los requerimientos nutrimentales de los adultos mayores, se ajusto el contenido de lípidos y de hidratos de carbono., obteniendose la siguiente fórmula base (tabla 22).

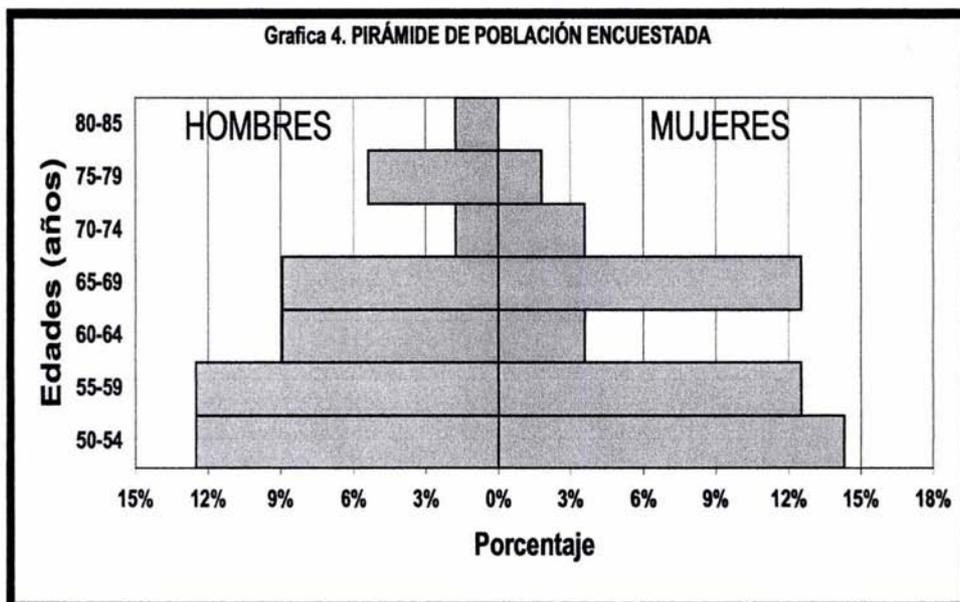
Tabla 22. Fórmula base (%).

| | Porcentaje (%) |
|------------------------|----------------|
| Avena | 61.0 |
| Caseinato de sodio | 8.5 |
| Grasa (aceite de maíz) | 16.5 |
| Hidratos de carbono | 14.0 |

3. Cuestionario que se aplico a adultos mayores, entre las edades de 50 a más años.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los cuestionarios:

El total de personas que se encuestaron fueron 58, el rango de edad de ellas fue de los 50 años a los 85 años. A continuación se muestra la piramide de la población encuestada (grafica 4).

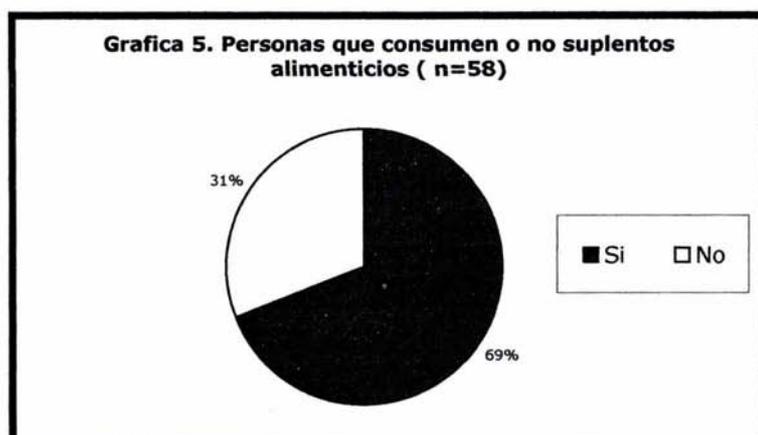


La pirámide de la población encuestada nos muestra que del 100 % de ella, el 52 % fueron hombres y 48 % son mujeres, De los hombres el 12 % son de 50 a 54 años de edad, también el 12% de 55 a 59 años, el 9% de 60 a 64 años, también el 9% de 65 a 69 años, el 2% de 70 a 74 años, 5% de 75 a 79 años y el 2% de 80 a 85 años. Para el caso de las mujeres se tiene que el 14% son de edades de 50 a 54 años, el 12% de edades de 55 a 59 años, el 4% de edades de 60

a 64 años, el 1 % de edades de 65 a 69 años, el 4% de edades de 70 a 74 años y el 2% de edades de 75 a 79 años.

Cabe señalar que la edad promedio de la población encuestada es de 61.6 años, siendo la edad media para los hombres de 62.3 años y de las mujeres 60.8 años.

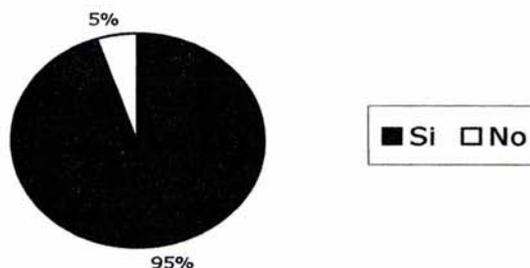
Los porcentajes de personas encuestadas (n= 58) que consumen y no consumen suplementos alimenticios son los siguientes:



Como se observa en la grafica 5 el porcentaje de personas que si consumen suplementos alimenticios, es del 31% de las 58 personas encuestadas, por lo que puedo decir que el 69% de las personas de estas edades (50 a 85 años), se alimentan exclusivamente de su dieta habitual.

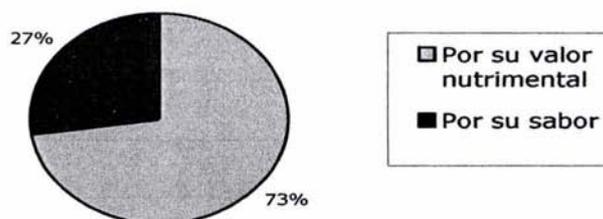
El 95% de las personas encuestadas si les gustaría consumir el suplemento alimenticio a base de avena, con excepción de un 5.17% (grafica 6), este porcentaje indico que no lo consumiría por su sabor, ya que no le agrada el sabor a avena.

Grafica 6. Personas que consumirían o no el suplemento alimenticio a base de avena (n=58)



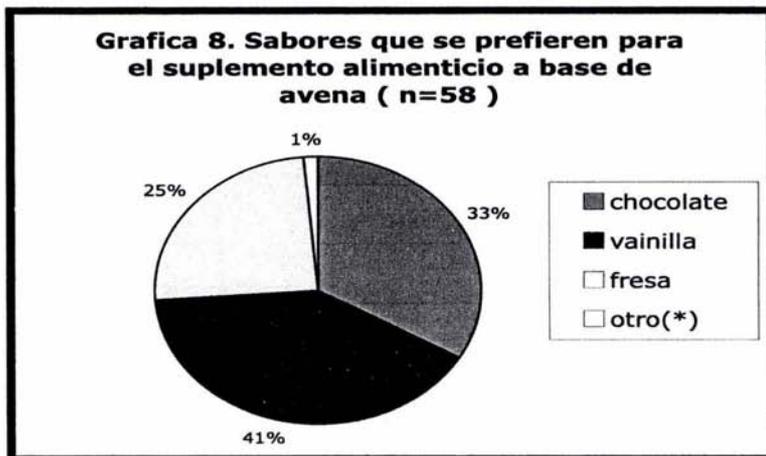
A continuación se muestra en la grafica 7 por que si consumirían el suplemento alimenticio a base de avena.

Grafica 7. Por que si consumirían el suplemento alimenticio a base de avena (n=57)



Como se puede observar en la grafica 7 la mayoría de las personas indico que consumiría el suplemento alimenticio por su valor nutricional.

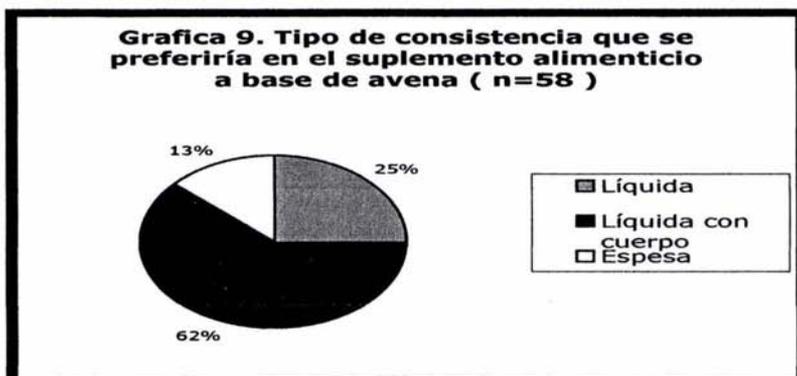
En cuanto al sabor que les gustaría que tuviera la bebida (grafica 8), indicaron en primer lugar, sabor vainilla, en segundo sabor chocolate, en tercero sabor fresa y como otro en cuarto lugar natural, es decir avena.



(*) Natural avena

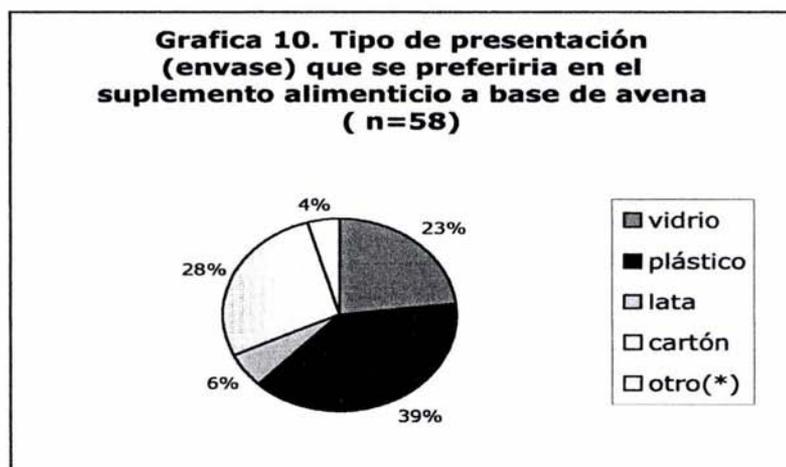
Para el desarrollo de la bebida, se tomo en cuenta los dos primeros sabores que tuvieron el mayor porcentaje de preferencia, vainilla (primer lugar) y chocolate (segundo lugar).

Los encuestados les gustaría que la consistencia de la bebida no sea demasiado espesa, ni tampoco líquida, esto se puede observar a continuación en la grafica 9.



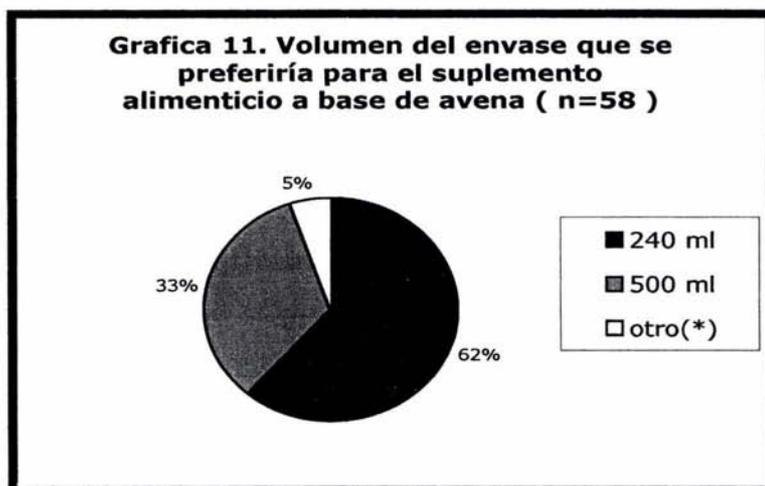
En la presentación que les gustaría que tuviera la bebida (grafica 10), indicaron en primer lugar que el envase fuera de plástico, segundo lugar cartón (tetra pack), tercero lugar vidrio, cuarto lugar lata y en otros indicaron sobres con el polvo para hacer la bebida instantánea.

Para el desarrollo de la bebida se tomo en cuenta el envase de plástico que se prefirió por su alto porcentaje (39 %).



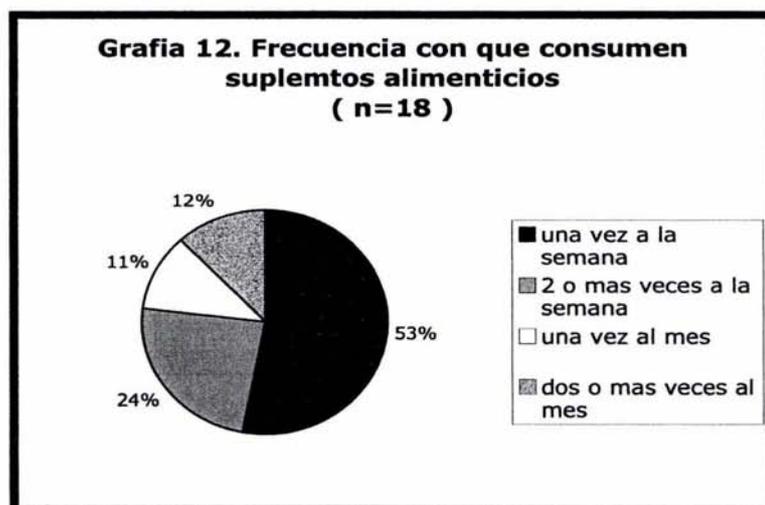
(*) Sobres individuales con el polvo para preparar la bebida en forma de atole.

Para el volumen se prefirió, en primer lugar 240 ml, en segundo 500 ml y en tercer lugar la opción de otros, indicaron 1 litro (grafica 11).



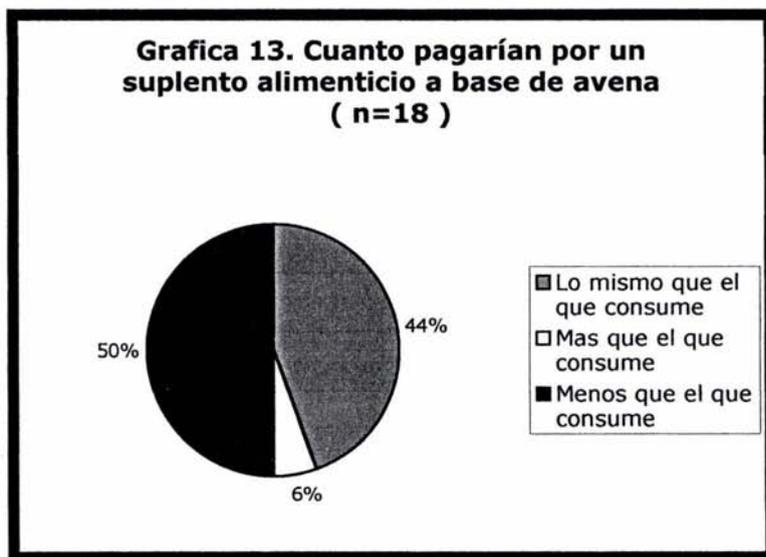
(*) 1 Litro.

En cuanto al porcentaje de personas que consumen suplementos alimenticios (31.03 %), se les pregunto con que frecuencia los consumen (grafica 12)



Como se puede observar en la grafica 12, las personas encuestadas que si consumen suplementos alimenticios (n=18), el 53% de ellos los consume con una vez a la semana, por lo que se puede decir que son consumidores frecuentes de este tipo de alimentos, los que consumen 2 o mas veces a la semana, representan un porcentaje de 24%. El resto de las personas que consumen suplementos alimenticios una vez al mes o dos veces al mes no se consideran consumidores frecuentes y representan un 23%.

También se le preguntó a estas personas que si consumen suplementos alimenticios cuanto pagarían por un suplemento alimenticio a base de avena comparándolo con el que consumen (grafica 13).



Como se puede observar en la grafica 13, lo que pagarían por el suplemento alimenticio a base de avena sería: el 50% de las personas pagarían el mismo precio del producto que consumen y el 44% menos que el que consumen y solo un 6% más del que consumen.

4. Producto final.

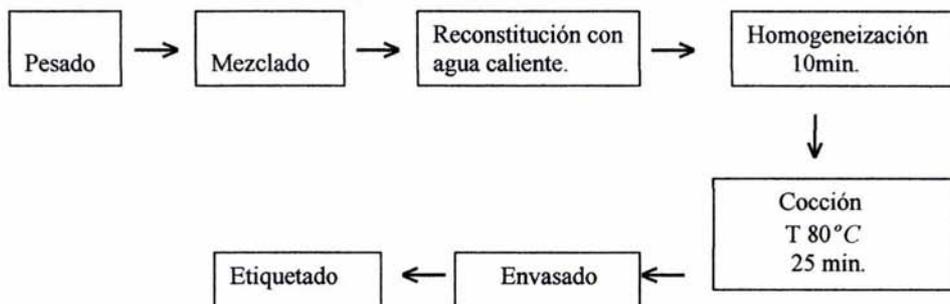
Con la fórmula base de la tabla 22 y el diseño experimental para el desarrollo de la fórmula final que se muestra en la metodología (tabla 15), así como el cuestionario que se aplicó a personas entre las edades de 50 años a 85 años, se seleccionó la siguiente formulación y proceso. (tabla 23 y figura 4)

Tabla 23. Formulaciones finales (Mezcla de polvos).

| Ingredientes | Fórmula A (g) | Fórmula B (g) |
|------------------------|------------------|------------------|
| Avena | 25.7 | 24.0 |
| Caseinato de calcio | 3.5 | 3.3 |
| Grasa (Aceite de maíz) | 7.0 | 6.5 |
| Azúcar | 50.6 | 48 |
| Goma Xantana | 0.6 | 0.6 |
| Palmitato de ascorbilo | 0.4 | 0.4 |
| Vainilla | — | 11.0 |
| Chocolate | 6 | — |
| Vitaminas y minerales | 6.2 | 6.2 |

Las fórmulas se reconstituyeron 5g / 80ml. Fórmula A = sabor chocolate
Fórmula B = sabor vainilla

Figura 4. Proceso.



5. Pruebas de Estabilidad del producto final y Reconstitución.

- **Prueba de estabilidad al calor.**

Lo que se observó en la prueba de estabilidad al calor: es que, no existió ninguna coagulación de proteínas lo que indica que la fórmula es estable al calor durante 7 min. en autoclave a una presión de 0.49 kg/cm^2 (7lb/pulg).

- **Prueba de volumen de sedimentación.**

En cuanto a la prueba de volumen de sedimentación debe ser de 1 para demostrar que la emulsión es estable:

Volumen de Sedimentación= 0.9322 en 24 horas a temperatura ambiente

Lo que nos indica que la formulación es una emulsión estable ya que no se separan las fases y el valor está cerca de 1.

6. Análisis Químico Proximal

A continuación se muestra el análisis químico proximal del producto final tanto para la presentación en sabor chocolate y vainilla. En la tabla 24 se muestra el análisis proximal en base húmeda (promedio y desviación estándar) y en la tabla 25 en base seca. Este análisis nos sirvió para determinar el contenido nutrimental de la presentación final (tabla 33).

Tabla 24. Análisis proximal de la fórmula sabor chocolate y vainilla en Base Húmeda (g/100g).

| | Chocolate | Vainilla |
|----------------------|------------------|------------------|
| Humedad | 4.2844 ± 0.2185 | 13.5884 ± 0.2625 |
| Cenizas | 7.5813 ± 0.2801 | 7.4078 ± 0.3918 |
| Proteína cruda | 8.4891 ± 0.0774 | 7.3303 ± 0.1487 |
| Grasa cruda | 12.3437 ± 0.7701 | 12.0324 ± 0.7426 |
| Fibra cruda | 0.1766 ± 0.0169 | 0.0665 ± 0.0260 |
| Hidratos de carbono* | 67.1249 | 59.5746 |

* Por diferencia

Tabla 25. Análisis proximal de la fórmula sabor chocolate y vainilla en Base Seca (g/100g).

| | Chocolate | Vainilla |
|----------------------|-----------|----------|
| Cenizas | 7.9206 | 8.5726 |
| Proteína cruda | 8.8690 | 8.4830 |
| Grasa cruda | 12.8962 | 13.9245 |
| Fibra cruda | 0.1845 | 0.0769 |
| Hidratos de carbono* | 70.1295 | 68.9428 |

* Por diferencia

Como se puede observar en la tabla 24 el contenido de humedad en la fórmula sabor vainilla fue de 13.5% y en la de chocolate fue de 4.2%, esto es debido a que se utilizó como saborizante en la fórmula sabor vainilla extracto de vainilla, por lo que aumenta la humedad cuando está se encuentra en polvo y para la fórmula sabor chocolate se utilizó cocoa en polvo por lo que la humedad es mas baja, esto no altera en ninguna forma el producto final ya finalmente se reconstituye en agua.

7. Contenido de hierro en la avena, caseinato de calcio y la fórmula sin enriquecer con la mezcla de vitaminas y minerales y en la fórmula enriquecida.

A continuación se muestra los resultados de la determinación de hierro para la avena, el caseinato de calcio y la formulación sin adicionar con la mezcla de vitaminas y minerales (proporcionada por Fortitech ®), tabla 26.

Tabla 26. Contenido de hierro en la avena, el caseinato de calcio y la fórmula sin adición de minerales.. (mg/100g)

| | Hierro |
|--------------------|--------|
| Avena | 2.4379 |
| Casinato de calcio | 2.8571 |
| Fórmula | 2.067 |

Como se puede ver en la tabla 26, la cantidad de hierro presente en la formulación no cubren ni el 25% de la IDR para hierro que requieren los adultos mayores (hierro 10 mg IDR).

El contenido de hierro en la fórmula sabor chocolate y vainilla ya adicionada con la mezcla de minerales se muestra en la tabla 27.

Tabla 27. Contenido de hierro en las fórmulas sabor chocolate y vainilla.
(mg/100g)

| | Hierro |
|-----------|--------|
| Chocolate | 9.0432 |
| Vainilla | 9.0255 |

Comparando la tabla 27 con la tabla 26, el contenido de hierro es mayor en la fórmula que a sido adiconada con la mezcla de minerales, como se esperaba, a portando aproximadamente un 90% del IDR de este mineral (hierro 10 mg IDR), para una presentación de 240ml con 20 g de la fórmula final.

8. Determinación de triptofano.

A continuación se muestra el contenido de triptofano en las materias primas y en la fórmula final (tabla 28).

Tabla 28. Contenido de triptofano en la avena, el caseinato de calcio y la fórmula.
(g de aa / 100g).

| | Triptofano |
|---------------------|------------|
| Avena | 0.8283 |
| Caseinato de calcio | 0.9936 |
| Fórmula | 0.8322 |

La determinación de este aminoácido sirvió para poder calcular la calificación química y saber cuales son los aminoácidos limitantes de la avena, el caseinato de calcio y la fórmula final y así poder determinar si existe una suplementación entre la avena y el caseinato de calcio, esto se muestra en la tabla 30.

9. Perfil de aminoácidos.

La siguiente tabla 29, muestra el perfil de aminoácidos de las materias primas (avena y caseinato), así como también de la fórmula final, determinados en un autoanalizador de aminoácidos de alta resolución.

Tabla 29. Perfil de aminoácidos de la avena, caseinato de calcio y la fórmula.
(g aa / 100 g muestra).

| Aminoácido | Avena | Caseinato de calcio | Formula |
|--------------|-------|---------------------|---------|
| Cisteico | 0.02 | 0.12 | 0.03 |
| Aspártico | 1.09 | 7.82 | 1.30 |
| Treonina | 0.32 | 3.12 | 0.57 |
| Serina | 0.40 | 3.52 | 0.80 |
| Glutámico | 1.92 | 14.66 | 2.85 |
| Prolina | 1.38 | 11.65 | 1.55 |
| Glicina | 0.69 | 2.63 | 0.71 |
| Alanina | 0.54 | 5.17 | 0.99 |
| Cistina | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Valina | 0.46 | 4.77 | 0.74 |
| Metionina | 0.64 | 4.36 | 1.03 |
| Isoleucina | 0.31 | 4.36 | 0.73 |
| Leucina | 0.73 | 7.57 | 1.22 |
| Tirosina | 0.00 | 5.31 | 1.04 |
| Fenilalanina | 0.50 | 5.39 | 0.64 |
| Histidina | 0.25 | 2.12 | 0.36 |
| Lisina | 0.63 | 5.81 | 1.08 |
| Amoniaco | 0.14 | 1.14 | 0.21 |
| Arginina | 0.51 | 3.98 | 0.66 |
| TOTAL | 10.54 | 93.40 | 14.61 |

10. Calificación química.

A continuación se muestra en la tabla 30, la calificación química y los aminoácidos limitantes para la avena, el caseinato de calcio y la fórmula final.

Para obtener las calificaciones química se utilizó el patrón de referencia de 1985 (tabla 17) ya que este es el más reciente de la FAO.

Tabla 30. Calificación química para la avena, el caseinato de calcio y la fórmula final.

| Aminoácido | Avena | Caseinato de calcio | Formula final |
|--------------|--------------|---------------------|---------------|
| Lisina | 98.88 | 98.12 | 94.07 |
| Triptofano | > 100 | > 100 | > 100 |
| Tirosina | 66.10 | > 100 | > 100 |
| Fenilalanina | | | |
| Cisteína | 94.51 | 69.30 | 85.36 |
| Metionina | | | |
| Treonina | 89.25 | 93.70 | 89.25 |
| Leucina | 96.49 | > 100 | 90.47 |
| Isoleucina | 59.86 | 90.60 | 79.07 |
| Valina | 88.81 | 86.67 | 80.18 |

Los aminoácidos que están en **negritas** son los limitantes para cada muestra.

Como se observa en la tabla 30, el aminoácido limitante de la avena es la isoleucina con 59.86, para el caseinato de calcio son los aminoácidos azufrados la cisteína y la metionina con 69.30 y el aminoácido limitante en la fórmula final es la isoleucina con 79.07.

Para saber si existe una suplementación de los aminoácidos limitantes de la avena y el caseinato de calcio, se compararon sus calificaciones químicas, con la calificación química de la fórmula final.

Como se puede observar en la tabla 30, el mismo aminoácido limitante de la avena la isoleucina continúa siendo el mismo aminoácido limitante de la fórmula final, pero en una proporción mayor en la proteína total de la fórmula final ya que aumentó un 19.21%, de 59.86 a 79.07, por lo que si existe una suplementación con el caseinato de calcio y la avena en el caso de este aminoácido la isoleucina ya que aumentó su proporción en la proteína.

En lo que respecta al caseinato de calcio cuyos aminoácidos limitantes son los azufrados, estos dejan de ser limitantes en la fórmula final, ya que como se observa aumenta su proporción en la proteína un 16.06 %, de 69.30 a 85.36, lo que nos dice que existe una buena suplementación con la avena y el caseinato de calcio ya que aumento la proporción de aminoácidos azufrados en la proteína, dejando de ser aminoácidos limitantes.

11. Densidad calórica.

En la tabla 31 se muestran las densidades calóricas de las fórmulas desarrolladas sabor chocolate y vainilla, determinadas por medio de la bomba calorimétrica balística, En la tabla 32 se muestran el contenido energético por porción de 240 ml de las formulas desarrolladas sabor chocolate y vainilla, así como el contenido energético de las fórmulas comerciales (Ensure sabor chocolate y sabor vainilla) que son destinadas a esta población de adultos mayores.

Como se puede observar la densidad calórica que aportan las fórmulas desarrolladas son menores que la densidad calórica que aportan de las comerciales (Ensure). Se decidió que el contenido energético fuera menor debido a que la bebida tiene como objetivo ser un suplemento alimenticio y así las personas adultas mayores pueden consumir otro tipo de alimentos como son los que consumen habitualmente, y no solo el suplemento alimenticio que les aporte una mayor ingesta de calorías y por lo tanto tendrían que consumir menos alimentos de su dieta habitual.

Tabla 31. Densidad calórica de las fórmulas sabor chocolate y vainilla.
(KJ / 100g de formula, Kcal / 100g de formula)

| Densidad calórica | Fórmula desarrollada sabor vainilla | Fórmula desarrollada sabor Chocolate |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| KJ | 1637.58 ± 4.9801 | 1567.25 ± 4.63 |
| Kcal | 391.11 ± 1.1839 | 374.31 ± 1.105 |

Tabla 32. Contenido energético de las fórmulas desarrolladas y el Ensure sabor chocolate y vainilla. (Presentación de 240ml).

| Densidad calorífica | Fórmula desarrollada sabor vainilla | Ensure sabor vainilla | Fórmula desarrollada sabor chocolate | Ensure sabor chocolate |
|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------------|
| KJ | 327.51 | 1061 | 313.45 | 1061 |
| Kcal | 78.22 | 250 | 74.86 | 250 |

12. Contenido nutrimental.

La presentación final del producto será líquida con un volumen de 240 ml, que contiene 20g de la fórmula final.

A continuación en la tabla 33 se muestra el contenido nutrimental y energético, que aportará la presentación sabor chocolate y sabor vainilla, así como el contenido energético de las fórmulas comerciales (ENSURE sabor chocolate y sabor vainilla). Los datos se obtubieron apartir del análisis porximal de las fórmulas finales (tabla 24 y 25) calculando el contenido nurimental

para los 20g de la fórmula que contiene la presentación final en 240ml y el contenido nutricional de las fórmulas comerciales ENSERE se obtuvo de la etiqueta que presentan.

Tabla 33. Contenido nutricional de las fórmulas desarrolladas y el ENSURE sabor chocolate y vainilla. (Presentación de 240ml).

| | Vainilla | Ensure Vainilla | Chocolate | Ensure Chocolate |
|----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Contenido energético | 78.22 kcal (321.51 kJ) | 250 kcal (1061 kJ) | 74.86 kcal (313.45 kJ) | 250 kcal (1061 kJ) |
| Proteínas | 2g | 8.8g | 2g | 8.8g |
| Lípidos | 3g | 6.1g | 3g | 6.1g |
| Hidratos de carbono | 14g | 40g | 14g | 40g |
| Fibra | 0.02g | _____ | 0.04g | _____ |

Comparando las fórmulas desarrolladas sabor chocolate y vainilla con las fórmulas comerciales ENSURE éstas están más diluidas, lo que justifica que se utilice como un suplemento alimenticio.

13. Análisis microbiológico.

A continuación se presentan los resultados del análisis microbiológico (tabla 34). Se observa que la cantidad de mesófilos aerobios y de coliformes totales encontrados en las fórmulas sabor vainilla y chocolate está por debajo de los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-184-SSA1-2002, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias, (esta norma se eligió ya que este alimento se puede clasificar como una fórmula láctea). Así mismo, en ninguna de ellas se

obtuvo un valor mayor a los límites máximos de microorganismos patógenos (*E. Coli*, *Salmonella spp.*, *S. Aureus*), al igual los hongos y levaduras. Lo cual nos refiere que las materias primas eran de buena calidad microbiológica y que durante la elaboración de las fórmulas existieron buenas prácticas de manufactura.

Tabla 34. Análisis microbiológico de la fórmula sabor chocolate y vainilla.

| | Chocolate | Vainilla | NOM-184-SSA1-2002 |
|------------------------|-----------------|----------------|-------------------|
| Mesofilos aerobios | 750 UFC / g | 910 UFC / g | 30 000 UFC / g |
| Coliformes totales | < 10 UFC / g | < 10 UFC / g | < 10 UFC / g |
| Hongos | Ausente | Ausente | Ausente |
| Levaduras | < 10 UFC / g | < 10 UFC / g | < 10 UFC / g |
| <i>S. aureus</i> | < 10 UFC / g | < 10 UFC / g | < 10 UFC / g |
| <i>Salmonella spp.</i> | Ausencia / 25 g | Ausencia / 25g | Ausencia / 25g |
| <i>E. coli</i> | < 3 NMP / g | < 3 NMP / g | < 3 NMP / g |

REFERENCIA DE METODOS DE PRUEBA:

Mesofilos aerobios. NOM-092-SSA1-1994. Sensibilidad mínima de detección del recuento en placa por vertido es de 10 UFC/g..

Hongos y Levaduras. NOM-111-SSA1-1994. Sensibilidad mínima de detección del recuento en placa por vertido es de 10 UFC/g.

Grupo Coliforme Total. NOM-113-SSA1-1994. Sensibilidad mínima de detección del recuento en placa por vertido es de 10 UFC/g.

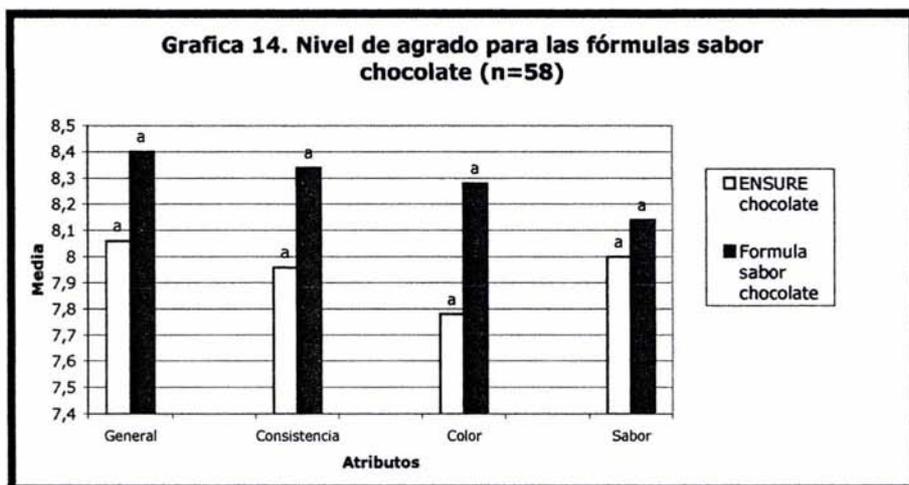
Staphylococcus aureus. NOM-114-SSA1-1994. Sensibilidad mínima de detección del recuento en placa por extensión de superficie es de 100 UFC/g.

Salmonella sp. MON-114-SSA1-1994. PRESENCIA / AUSENCIA en 25 g.

Número Más Probable de *E. Coli* con caldo LMX. Universidad Martín-Luther de Halle y Wittenberg, Alemania. Sustrato fluorogénico MUG y sustrato cromogénico X-GAL. Sensibilidad mínima de detección 3 NMP/g. Límite de Confianza 95% . Serie 333.3 Diluciones.

14. Análisis sensorial.

Resumiendo los cuadros de análisis de varianza obtenidos (Anexos Tabla 47 a 50) , de la fórmula desarrollada sabor chocolate contra ENSURE chocolate, en la grafica 14 se presentan los resultados que destacan, si o no se presenta diferencia significativa entre los atributos analizados de estas muestras.



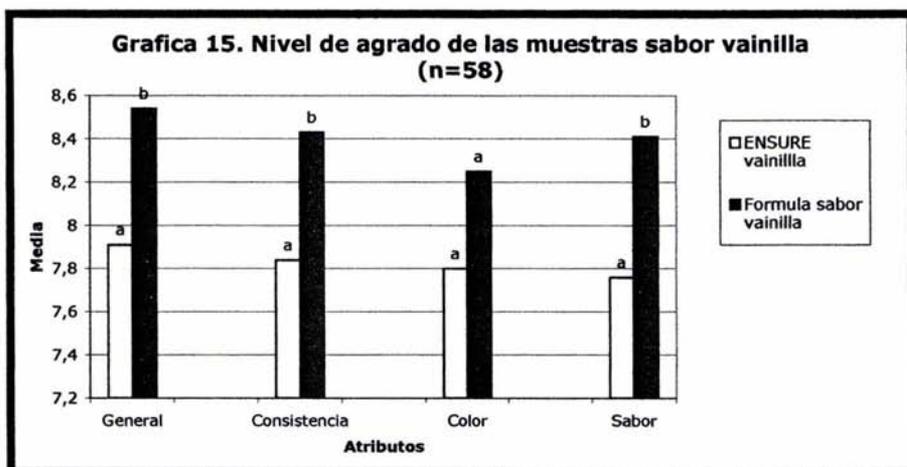
Atributos ordenados en base a los resultados del análisis sensorial.

Los datos son promedio de 58 evaluaciones.

a, b Diferentes letras indican que existe diferencia significativa entre las muestras para cada atributo con $\alpha=0,05$.

Como se puede observar en la grafica 14, las muestras de la fórmula que se desarrollo sabor chocolate y el suplemento alimenticio ENSURE chocolate, **NO** presentan diferencia significativa entre ellas, así como entre los atributos evaluados.

De igual forma, resumiendo los cuadros de análisis de varianza obtenidos (tabla 51 a 54) , de la fórmula desarrollada sabor vainilla contra ENSURE vainilla, en la grafica 15 se presentan los resultados que destacan, si o no se presenta diferencia significativa entre los atributos analizados de estas muestras.



Atributos ordenados en base a los resultados del análisis sensorial.

Los datos son promedio de 58 evaluaciones.

a, b Diferentes letras indican que existe diferencia significativa entre las muestras para cada atributo con $\alpha=0,05$.

Como se observa en la grafica 15, las muestras de la fórmula desarrollada sabor vainilla y el suplemento alimenticio ENSURE vainilla, **SI** presentan diferencia significativa entre ellas, en cuanto a los atributos de consistencia, sabor y nivel de agrado general, pero no presentan diferencia significativa en el color.

Se realizó también un análisis de varianza entre las fórmulas desarrolladas sabor chocolate y vainilla (Anexos tabla 55), dando como resultado que **NO** presentan diferencia significativa entre ellas con un nivel de significancia de 0,05.

15. Costos

Finalmente, para completar este trabajo se hizo un estudio de costos del producto final elaborado tanto para la presentación sabor chocolate y vainilla, obteniendo un precio de venta unitario para ambas presentaciones. Esto para compararlo con el precio del suplemento alimenticio que existe en el mercado, el ENSURE, que tiene un costo de \$26.00 pesos por 240 ml. A continuación en la tabla 35, se presenta el costo unitario de las materias primas.

Tabla 35. Costo unitario de las materias primas.

| Materias primas | Unidad de medida | Precio (*) \$ | Cantidad del ingrediente | Costo unitario \$ |
|----------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| Avena | Kg | 9.00 | 6 g | 0.054 |
| Caseíno de calcio | Kg | 89.41 | 0.76 g | 0.067 |
| Aceite de maíz | L | 6.60 | 1.49 ml | 0.0098 |
| Goma Xantana | Kg | 82.5 (1) | 0.12 g | 0.099 |
| Palmitato de ascorbilo | Kg | 82.5 (1) | 0.006 g | 0.0049 |
| Azúcar | Kg | 8.00 | 10.89 g | 0.087 |
| Vitaminas y minerales | Kg | 27.65(1) | 1.8 g | 0.049 |
| Cocoa | Kg | 12.00 | 1.29 g | 0.015 |
| Envase | Unidad | 0.042 | 1 | 0.042 |
| Agua | L | 2.50 | 240 ml | 0.06 |
| Vainilla | L | 15.00 | 2.36 ml | 0.035 |
| Costo unitario total (chocolate) | | | | 1.0277 |
| Costo unitario total (vainilla) | | | | 1.0477 |

(*) Los precios por unidad de los productos son precios al consumidor.

(1) El producto se vende en dolares. El dolar se considero a \$11.00 pesos.

(chocolate) El costo unitario para la presentación sabor chocolate incluye todas las materias primas, exceptuando la vainilla.

(vainilla) El costo unitario para la presentación sabor vainilla incluye todas las materias primas, exceptuando la cocoa.

A continuación se presenta el precio de la línea de producción, es decir, la maquinaria que se requeriría para producir el alimento (tabla 36).

Tabla 36. Precio de la línea de producción.

| Equipo | Precio (*) (1) \$ |
|--|----------------------|
| Báscula de pesado electrónico | 21,560.00 |
| Mezcladora tipo listón | 85,800.00 |
| 2 Carros-tina | 38,500.00 / 2 |
| Plataforma para montaje de marmita | 82,500.00 |
| Marmita fija a gas | 109,450.00 |
| Agitador tipo aspas para marmita | 50,050.00 |
| Disco alimentador | 97,900.00 |
| Llenadora tipo pistón | 124,300.00 |
| Mesa para cerrado semiautomático | 136,400.00 |
| Mesa de acumulación | 27,720.00 |
| Autoclave cilíndrica con gabinete vertical | 280,500.00 |
| 2 Canastillas para autoclave | 28,600.00 / 2 |
| 2 Carros canastilla | 19,800.00 / 2 |
| Mesa de trabajo | 27,720.00 |
| Engomadora para etiquetas | 49,500.00 |
| Mesa de trabajo | 27,720.00 |
| Precio de la línea de producción | 1,208,020.00 |

(*) Los precios de la línea de producción son precios cotizados por JERSA maquinaria, S. A. DE C.V.

(1) El producto se vende en dolares. El dolar se considero a \$11.00 pesos.

A continuación se presentan los costos fijos, que son aquellos que permanecen constantes sin modificar su monto durante todo el proceso de producción y los costos variables, que como su nombre lo indican, varían en su monto, en función al volumen de producción (tabla 37).

Tabla 37. Costos fijos y costos variables.

| Costos fijos | Precio \$ |
|---------------------------|---------------------|
| Renta | 10,000.00 / mes |
| Salarios | 45.24 / persona (1) |
| Equipo | 1,208,020.00 (*) |
| Costos variables | |
| Materia prima (chocolate) | 1.0277 |
| Materia prima (vainilla) | 1.0477 |
| Electricidad | 1.03 Kw /h |

(*) El producto se vende en dolares. El dolar se considero a \$11.00 pesos.

(1) Salario de 1 persona por hora.

Para conocer el precio unitario del producto, se considero una producción de 10,000 botellas del alimento, así como el salario de 2 personas con una jornada de 8 horas y el 1% del precio de la línea de producción y así obtener primero el costo estimado por unidad, esto se muestra en la tabla 38 para la presentación sabor chocolate y para la presentación sabor vainilla en la tabla 39.

Tabla 38. Costo estimado por unidad para la presentación sabor chocolate.

| | Importe total \$ | Unidades de producción | % del costo | Costo unitario \$ |
|---|---------------------|---------------------------|-------------|----------------------|
| Materia prima | 10,277.00 | 10,000 | 43.9 | 1.0277 |
| Electricidad | 16.48 (1) | 10,000 | 0.1 | 0.0016 |
| Salario | 723.84 (2) | 10,000 | 3.1 | 0.0723 |
| Renta | 322.58 (3) | 10,000 | 1.4 | 0.0322 |
| Equipo | 12,080.20 (*) | 10,000 | 51.5 | 1.2080 |
| Suma | 23,420.10 | 10,000 | 100 | 2.34 |
| Costo estimado por unidad (chocolate) | | | | 2.34 |

(*) El producto se vende en dolares. El dolar se considero a \$11.00 pesos. (1) 16 hrs.

(2) Salario de 2 personas / 8 horas de jornada. (3) Renta de 1 día.

Tabla 39. Costo estimado por unidad para la presentación sabor vainilla.

| | Importe total \$ | Unidades de producción | % del costo | Costo unitario |
|--|---------------------|---------------------------|-------------|----------------|
| Materia prima | 10,477.00 | 10,000 | 44.4 | 1.0477 |
| Electricidad | 16.48 (1) | 10,000 | 0.1 | 0.0016 |
| Salario | 723.84 (2) | 10,000 | 3.0 | 0.0723 |
| Renta | 322.58 (3) | 10,000 | 1.3 | 0.0322 |
| Equipo | 12,080.20 (*) | 10,000 | 51.2 | 1.2080 |
| Suma | 23,620.10 | 10,000 | 100 | 2.36 |
| Costo estimado por unidad (vainilla) | | | | 2.36 |

(*) El producto se vende en dolares. El dolar se considero a \$11.00 pesos. (1) 16 hrs.

(2) Salario de 2 personas / 8 horas de jornada. (3) Renta de 1 día.

Por ultimo, al costo estimado por unidad, se le sumo el 200 % de utilidad (debido a que no se tomo en cuenta los costos de ventas, mercadotecnia, etc.) para obtener el precio de venta por unidad, y se obtuvo un precio promedio de las dos presentaciones, esto se observa el tabla 40.

Tabla 40. Precio de venta.

| | Chocolate | Vainilla |
|--------------------------------------|-------------|----------|
| Costo estimado por unidad (\$) | 2.34 | 2.36 |
| 200 % Utilidad | 4.68 | 4.72 |
| Precio de venta (\$) | 7.02 | 7.08 |
| Precio de venta promedio (\$) | 7.05 | |

Como se observa en la tabla 40, el precio estimado de venta del alimento desarrollado es de \$7.05 pesos, es menor que el que se encuentra en el mercado cuyo precio es de \$27.00 pesos; aunque para obtener el precio de venta del producto desarrollado no se tomo en cuenta: la mercadotecnia, la publicidad, comercialización, ventas, etc; el precio de venta por unidad, tomando en cuenta: materias primas, electricidad, equipo, salario y renta no es muy alto, por lo que puede ser una buena opción en el caso de que en un futuro se quisiera comercializar este producto.

16. Etiqueta

A continuación se presenta el prototipo de la etiqueta para el producto final sabor vainilla y sabor chocolate (figuras 5 y 6 respectivamente), basado en la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.

Figura 5. Etiqueta para la presentación sabor vainilla:



Figura 6. Etiqueta para la presentación sabor chocolate:



VII. CONCLUSIONES.

- Las materias primas presentaron las características adecuadas para la elaboración de las fórmulas, ya que de acuerdo al análisis proximal realizado a estas materias, se concluye que la avena es una fuente rica de proteínas, carbohidratos y lípidos, y el caseinato de calcio es una fuente rica de proteína.
- El proceso de obtención de las fórmulas es sencillo y se reduce a 5 operaciones : pesado, mezclado, reconstitución, homogeneización y cocción.
- Se logró una buena suplementación entre los aminoácidos limitantes de la avena (C.Q = 58.86 isoleusina) y el caseinato de calcio (C. Q = 69.3 azufrados) en una proporción 50:50, por lo que la fórmula desarrollada provee un balance óptimo de estos nutrimentos.
- Se logró una emulsión utilizando la goma Xantana como estabilizante, obteniendo un volumen de sedimentación de 0.93, así como la estabilidad de las proteínas al calor ya que no se presentó coagulación.
- El enriquecimiento con la mezcla de vitaminas y minerales (Fortitech ®), aumentó el contenido de dichos nutrimentos, en especial el hierro.
- Se desarrollaron dos fórmulas una sabor chocolate y otra vainilla ya que fueron los sabores de mayor preferencia de esta población.

- La fórmula desarrollada sabor vainilla presentó un nivel de agrado mayor que el alimento comercial ENSURE, en cuanto a los atributos de sabor, consistencia y en general (n=85 consumidores).
- La fórmula desarrollada sabor chocolate no presentó diferencia significativa con el alimento comercial ENSURE, por lo que se puede decir, que las dos agradan de la misma forma (n=85 consumidores).
- Las dos fórmulas tienen una buena calidad higiénica ya que la presencia de microorganismos se encuentra por debajo de los límites establecidos por la NOM-184-SSA1-2002, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias.
- El precio del alimento desarrollado se estima que es más económico que el que se encuentra en el mercado, por lo que, puede ser del alcance de los adultos mayores de escasos recursos que no consumen suplementos alimenticios, por el alto precio de estos alimentos en el mercado, por ejemplo el ENSURE.
- La presentación final sugerida será de 240ml, que contiene 20g de la fórmula, en un envase de plástico, para cubrir el 18 % del IDR de los adultos mayores en cuanto a los macronutrientes (proteínas, lípidos e hidratos de carbono) y el 25% del IDR para los micronutrientes (vitaminas y minerales).

VIII. RECOMENDACIONES.

- Utilizar de preferencia sabores encapsulados para desarrollar la fórmulas.
- Hacer un estudio de factibilidad del proyecto para definir el costo final del producto.
- Hacer un estudio de vida útil del producto final.

IX. BIBLIOGRAFÍA:

1. Alcalá, E.F. Desarrollo de bebidas para niños, adultos y deportistas utilizando albúmina de huevo como fuente proteínica. Tesis de Licenciatura, UNAM, México, D.F., pág. 35-37, 1998.
2. Alemán, M.H., Durán, R.T.G., Esparza, J., Valencia, E.M., Requerimientos de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del Noroeste de México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 49(2): 121-129, 1999.
3. Anand, M. P. Accidents in the home. En Anderson, W. F y Isaacs. B. (eds.): *Current Achievement in Geriatrics*, pág. 239. Cassel, London, 1964.
4. Anderson J.W., Jones A.E., and Riddell-Manson S. Ten different dietary fiber have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats. *Journal of Nutrition* 124:78-83, 1994.
5. AOAC, *Official Methods of Analysis of AOAC international*, 15a Edición, Vol. II, Estados Unidos., pág. 778-779, 1990.
6. Arrizon-Lopez, V., Slocum, R. y Lee, P. Expanded protein hydrolyzate analysis, System 6300/7300 Beckman Application Notes, Octubre (A6300-AN.007), 1987.
7. Bateman, J.V. *Nutrición animal (Manual de métodos analíticos)*. Herrero Hno., S. A. México, D.F., pág.269-282, 1970.
8. Beal, V.A. *Nutrición en el Ciclo de la Vida*. Limusa, México, D.F. Capitulo 9. Alimentación de Adulto y Anciano. pág. 407-420, 1983.
9. Bender, E.A. *Diccionario de Nutrición y Tecnología de los Alimentos*, Acribia. Zaragoza España., pág. 40, 1994.
10. Bonillas, R.A. La avena y sus efectos hipocolesterolémicos. *Quaker Oats Company Archives*. 2002.

11. Burrows B.D. Breeding oats for food and feed: conventional and new techniques and materials. En Oats: Chemistry and Technology; Webster F.H. Ed; American Association of Cereal Chemists; St. Paul, MN (USA). Capítulo 2, pág. 13-116, 1986.
12. Carnevali D. L., Patrick M. Tratado de enfermería geriátrica. Segunda edición. Interamericana. México D.F., pág. 115-117 y 223-250, 1988.
13. Casanueva, E., Horwitz, K.M., Lizaur, P.A.B., Arroyo, P. Nutriología Médica. 2ª edición., Capítulos: Nutrición del Anciano y Los Nutrimientos. Editorial Panamericana. México, D.F., pág. 151-174 y 442-468, 2001.
14. Chumlea W. C., Roche A., Steinbaugh M. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. Journal of American Geriatric Society. 33:116, 1985.
15. CODEX. CX/NFSDU 00/5 .Anteproyecto de directrices sobre complementos de vitaminas y minerales, pág.1-8, 2000, México.
16. CONAPO. La Situación Demográfica de México. México, D.F., pág. 127-133, 2000.
17. Eggum B.O and Gullord m. The nutritional quality of some oat varieties cultivated in Norway. Qual Plant-Plant Food for Human Nutrition 32: 67-73, 1983.
18. Eggum B.O., Hansen I. And Larsen T. Protein quality and digestible energy of selected food determined in balance trials with rats. Plants Food for Human Nutrition 39:13-21, 1989.
19. Exton-Smith A. N., Nutritional status, diagnosis and prevention of malnutrition. John Wright and Sons. USA., pág. 66-76, 1980.
20. FAO/OMS. Informe de un comité especial mixto de expertos. Necesidades de proteínas. Organización mundial de la Salud, ginebra 1966. No. 301, 1966.
21. FAO/WHO/Expert Consultation. Protein Quality Evaluation. FAO/WHO Nutrition Meetings, Report Series 724. Food and Agriculture Organization/World Health Organization. Roma Italia, 1990.

22. Felman, B.E. Principios de Nutrición Clínica. El manual moderno, México, D.F. Capítulo 9. Nutrición Geriátrica, pág.256-275, 1990.
23. Fennema, R.O. Química de los Alimentos. 2ª edición. Editorial Acribia. Zaragoza España, , pág. 918-920, 1995.
24. Fox, F.P y Condon, J.J. Food proteins. Applied Science Publishers. USA., pág. 158-186, 1982.
25. Fulcher R.G. Morphological and chemical organization of the oat kernel. En oats: Chemistry and Technology. Webster F.W: American Association of Cereal Chemists. St. Paul MN. Capítulo 3, pág. 47-74, 1986.
26. Gibinski M. Chemical composition or the selected varieties and strains of oats. *Zywnosc* 7:84-91, 2000.
27. Hughes, G.: Changes in taste sensitivity with advancing age. *Gerontol. Clin.*: 11:224, 1968.
28. Hoseney R.C. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Editorial Acribia. Zaragoza España, pág. 24,25,82, 174-178, 1991.
29. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Comisión Nacional de la Alimentación, pág. 1A-2B, 1992.
30. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Tablas de composición de alimentos mexicanos. Dirección de Nutrición. Departamento de ciencia y Tecnología. Departamento de Informática e Investigación. 2000.
31. Kenney R. A., Aging changes in body conformation and composition. Washington Year Book Medical Publishers Inc. USA. 1989.
32. Kirk, R.S., Sawyer, R., Egan, H. Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. CECSA, México, D.F., pág. 311-324, 2002.

33. León, M.J., Godínez, M.M.P., Salomón, C.P. Desarrollo de una pasta para sopa diseñada de acuerdo a los gustos y recomendaciones nutricias para los ancianos. Archivos Latinoamericanos de nutrición. 47(2): 152-156, 1997.
34. Lockhart H.B and Hurt D.H. Nutrition of oats. En Oats: Chemistry and Technology; Webster F.H. American Association of Cereal Chemists; St.Paul, MN (USA). Capítulo10, pág. 297-308, 1986.
35. Lucas, B., Sotelo, A. Effect of different alkalies, temperature and hydrolisis times on tryptophan determination of pure proteins and feeds. Anal. Biochem, pág. 109, 192-197, 1980.
36. Mac Guillivray, Buchanan T. J. Values for total exchangeable sodium and potassium in normal females based on weight, height and age. Clinical Science Digest. 19:17-25, 1960.
37. Matz S.A.The Chemistry and Technology of Cereal as Food and Feed. Published by Van Nostrand Reinhold. 2a Edición. NY (USA). Capítulo 3, pág. 107-134, 1991.
38. Mitchel C. O., Lipschite D. A. Arm length, messurment as an alternative to heigth in nutritional assesment of the elderly. Journal of Nutrition. 2(6):226, 1982.
39. Parson D.B. Manuales para la educación agropecuaria. Trigo, cebada y avena. 2ª Edición. SEP/Trillas. México, pág. 1-28,1989.
40. Peck W. A., Coll H. Consensus development conference. Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. Am. Journal of Medicine. 94:646, 1993
41. Pedrero, D.L., Pangborn R.M. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Alhambra Mexicana. Mexico, pág. 140-141, 1996.
42. Peterson, D.M and Brinegar A.C. Oat storage proteins. En Oats: Chemistry and Technology; Webster F.H. American Association of Cereal Chemists; St Paul, MN (USA). Capítulo 7, pág. 153-203, 1986 .

43. Remigton. Farmacia. Médica Panamericana. Buenos aires. 17ª Edición, tomo 2, pág. 423, 424, 439, 441, 1987.
44. Robinson, D.S. Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos. Acribia. España, Zaragoza España. pág. 124, 1991.
45. Robles S.R. Producción de granos y forrajes. 4ª Edición. Editorial Limusa.. México D.F., pág. 267-283, 1983.
46. SAGAR, Anuario estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Centro de Estadística agropecuaria. 1990-2001.
47. Schrickel D.J. Oats production, value, and use. En Oats: Chemistry and Technology. Webster F.W: American Association of Cereal Chemists. St. Paul MN. Capítulo 1, pág. 1-11, 1986.
48. Serna, S.R.S. Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales. Editorial. AGT., México, D.F., pág. 106, 2001.
49. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. Diario Oficial de la Federación, pág. 11-43. 26 de Junio de 1996.
50. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-184-SSA1-2002. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias, pág. 14. 23 de Octubre de 2002.
51. Shuran J., Nelson M. Updated nutritional assesment and support of the elderly. Geriatrics. 41:48-70, 1986.
52. Steen B. Body composition. Nutrition in the elderly. Oxford University Prees, USA, pág. 108, 1985.

53. Varman, H.A., Sutherland, P.J. Leche y Productos Lácteos. Acribia, España., pág. 187-189, 1995.
54. Vera, S.M., Penna, W.E., Bungler, A., Soto, D., Cariaga, L., Fuenzalida, R., Cornejo, E., López, L., Desarrollo de productos para el adulto mayor; Budín enriquecido con vitaminas. Archivos Latinoamericanos de nutrición. 45(1): 63-66, 1995.
55. Wisther R.L and Daniel J.R. Carbohidratos. En Química de los Alimentos. Fennema O.R. Editorial Acribia. Zaragoza España. Capitulo 3, pág. 81-156, 1993.
56. Wood P.J. Evaluation of oat bran as soluble fiber source. Characterization of oat beta-glucan and its effect on glycaemic response. Carbohydrate Polymers 42: 143-148, 1994.
57. Wood P.J. Evaluation of oat bran as soluble fiber source. Characterization of oat beta-glucan and its effect on glycaemic response. Carbohydrate Polymers 25: 331-336, 1994.
58. World Health Organization. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Technical Report Series, 797. Ginebra, 1990.
59. www.fao.org. Oficina regional para América latina y el Caribe. Bellino Norman (Representante de la FAO en México). México D.F. 2000.
60. Zhou M. Robards K., Glennie-Holmes M., And Helliwell S. Oat lipids. JAOCS 76: 159-169, 1999.

X. ANEXOS.

A continuación se presentan las claves asignadas a las fórmulas que se utilizaron para la evaluación sensorial (tabla 41), la forma en que se aleatorizó la presentación de las fórmulas (tabla 42), las hojas de vaciado de datos de las muestras ENSURE chocolate, fórmula desarrollada chocolate, ENSURE vainilla y fórmula desarrollada vainilla (tablas 43 a 46) y los cuadros de análisis de varianza para cada característica evaluada (tablas 47 a 55).

Tabla 41. Claves de las fórmulas.

| Clave | Fórmula |
|-------|--------------------------------|
| 324 | Ensure chocolate |
| 740 | Ensure chocolate |
| 989 | Ensure chocolate |
| 444 | Ensure chocolate |
| 470 | Fórmula desarrollada chocolate |
| 535 | Fórmula desarrollada chocolate |
| 237 | Fórmula desarrollada chocolate |
| 123 | Fórmula desarrollada chocolate |
| 631 | Ensure vainilla |
| 874 | Ensure vainilla |
| 112 | Ensure vainilla |
| 303 | Ensure vainilla |
| 283 | Fórmula desarrollada vainilla |
| 904 | Fórmula desarrollada vainilla |
| 499 | Fórmula desarrollada vainilla |
| 500 | Fórmula desarrollada vainilla |

Tabla 42. Aleatorización de las fórmulas.

| No. Juez | Primer par de fórmulas | | Segundo par de fórmulas | | No. juez | Primer par de fórmulas | | Segundo par de fórmulas | |
|----------|------------------------|-----|-------------------------|-----|----------|------------------------|-----|-------------------------|-----|
| | | | | | | | | | |
| 1 | 324 | 470 | 631 | 283 | 42 | 904 | 874 | 535 | 740 |
| 2 | 904 | 874 | 535 | 740 | 43 | 327 | 989 | 499 | 112 |
| 3 | 327 | 989 | 499 | 112 | 44 | 303 | 500 | 444 | 123 |
| 4 | 303 | 500 | 444 | 123 | 45 | 324 | 470 | 631 | 283 |
| 5 | 324 | 470 | 631 | 283 | 46 | 904 | 874 | 535 | 740 |
| 6 | 904 | 874 | 535 | 740 | 47 | 327 | 989 | 499 | 112 |
| 7 | 327 | 989 | 499 | 112 | 48 | 303 | 500 | 444 | 123 |
| 8 | 303 | 500 | 444 | 123 | 49 | 324 | 470 | 631 | 283 |
| 9 | 324 | 470 | 631 | 283 | 50 | 904 | 874 | 535 | 740 |
| 10 | 904 | 874 | 535 | 740 | 51 | 327 | 989 | 499 | 112 |
| 11 | 327 | 989 | 499 | 112 | 52 | 303 | 500 | 444 | 123 |
| 12 | 303 | 500 | 444 | 123 | 53 | 324 | 470 | 631 | 283 |
| 13 | 324 | 470 | 631 | 283 | 54 | 904 | 874 | 535 | 740 |
| 14 | 904 | 874 | 535 | 740 | 55 | 327 | 989 | 499 | 112 |
| 15 | 327 | 989 | 499 | 112 | 56 | 303 | 500 | 444 | 123 |
| 16 | 303 | 500 | 444 | 123 | 57 | 324 | 470 | 631 | 283 |
| 17 | 324 | 470 | 631 | 283 | 58 | 904 | 874 | 535 | 740 |
| 18 | 904 | 874 | 535 | 740 | | | | | |
| 19 | 327 | 989 | 499 | 112 | | | | | |
| 20 | 303 | 500 | 444 | 123 | | | | | |
| 21 | 324 | 470 | 631 | 283 | | | | | |
| 22 | 904 | 874 | 535 | 740 | | | | | |
| 23 | 327 | 989 | 499 | 112 | | | | | |
| 24 | 303 | 500 | 444 | 123 | | | | | |
| 25 | 324 | 470 | 631 | 283 | | | | | |
| 26 | 904 | 874 | 535 | 740 | | | | | |
| 27 | 327 | 989 | 499 | 112 | | | | | |
| 28 | 303 | 500 | 444 | 123 | | | | | |
| 29 | 324 | 470 | 631 | 283 | | | | | |
| 30 | 904 | 874 | 535 | 740 | | | | | |
| 31 | 327 | 989 | 499 | 112 | | | | | |
| 32 | 303 | 500 | 444 | 123 | | | | | |
| 33 | 324 | 470 | 631 | 283 | | | | | |
| 34 | 904 | 874 | 535 | 740 | | | | | |
| 35 | 327 | 989 | 499 | 112 | | | | | |
| 36 | 303 | 500 | 444 | 123 | | | | | |
| 37 | 324 | 470 | 631 | 283 | | | | | |
| 38 | 904 | 874 | 535 | 740 | | | | | |
| 39 | 327 | 989 | 499 | 112 | | | | | |
| 40 | 303 | 500 | 444 | 123 | | | | | |
| 41 | 324 | 470 | 631 | 283 | | | | | |

Tabla 43. Hoja de vaciado de datos de la muestra: ENSURE chocolate (Ver cuestionario pagina 73).

| No. Juez | Color | Sabor | Consistencia | General | No. Juez | Color | Sabor | Consistencia | General |
|----------|-------|-------|--------------|---------|----------|-------|-------|--------------|---------|
| 1 | 9 | 8,5 | 8,2 | 8,6 | 42 | 8,4 | 8,5 | 8,4 | 8,4 |
| 2 | 7,9 | 8,6 | 8,5 | 8,5 | 43 | 9,8 | 9,7 | 9,8 | 9,8 |
| 3 | 6 | 7,2 | 9 | 7 | 44 | 8,1 | 8,4 | 8,5 | 8,5 |
| 4 | 10 | 9 | 8 | 10 | 45 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| 5 | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 10 | 46 | 6,8 | 7 | 6,7 | 6,9 |
| 6 | 10 | 6 | 7,1 | 6 | 47 | 7 | 7 | 6,7 | 6,9 |
| 7 | 8,5 | 8,1 | 9 | 8,1 | 48 | 9 | 8,8 | 9 | 9 |
| 8 | 2,1 | 8,5 | 6 | 5,9 | 49 | 9,5 | 9,6 | 9,6 | 9,6 |
| 9 | 5 | 5,4 | 6 | 5,5 | 50 | 9 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 6 | 5,4 | 7 | 8 | 51 | 6,5 | 6,4 | 6,5 | 6,5 |
| 11 | 8 | 8,4 | 8 | 8,1 | 52 | 7 | 7,6 | 7,5 | 7,6 |
| 12 | 7 | 7,5 | 7,9 | 7,5 | 53 | 8 | 8,1 | 8,1 | 8 |
| 13 | 8 | 8,5 | 9 | 8,5 | 54 | 6 | 6,9 | 6,9 | 6,4 |
| 14 | 8,5 | 8 | 8,5 | 8,5 | 55 | 9 | 9,1 | 9,2 | 9,1 |
| 15 | 7 | 8,5 | 8 | 8,5 | 56 | 8 | 8,5 | 8,5 | 8,5 |
| 16 | 8 | 8 | 8 | 8 | 57 | 8 | 9 | 8 | 8 |
| 17 | 6 | 6,5 | 6,6 | 6,5 | 58 | 7 | 7,5 | 7,5 | 7,4 |
| 18 | 8 | 8 | 8,1 | 8,2 | | | | | |
| 19 | 7,5 | 7,4 | 7,5 | 7,5 | | | | | |
| 20 | 8,2 | 8,3 | 8,1 | 8 | | | | | |
| 21 | 8 | 9 | 7 | 9 | | | | | |
| 22 | 9 | 8 | 7 | 9 | | | | | |
| 23 | 8,1 | 8 | 8,1 | 8,1 | | | | | |
| 24 | 7,3 | 7,2 | 7 | 7,2 | | | | | |
| 25 | 9,5 | 9,6 | 9 | 9,5 | | | | | |
| 26 | 8 | 8,1 | 8,2 | 8 | | | | | |
| 27 | 6 | 6,5 | 6 | 6,1 | | | | | |
| 28 | 8,1 | 8,2 | 8 | 8,1 | | | | | |
| 29 | 9 | 9,2 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 30 | 7 | 7,5 | 7,2 | 7,2 | | | | | |
| 31 | 7,6 | 7,6 | 8 | 7,6 | | | | | |
| 32 | 8,5 | 8,7 | 8,7 | 8,6 | | | | | |
| 33 | 8,8 | 9 | 9,1 | 9 | | | | | |
| 34 | 8,5 | 8,6 | 8 | 8,5 | | | | | |
| 35 | 7 | 6,5 | 6,9 | 9,6 | | | | | |
| 36 | 9,6 | 9,5 | 9,6 | 9,6 | | | | | |
| 37 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | | | |
| 38 | 7 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | | | | | |
| 39 | 6,9 | 7 | 8,2 | 6,9 | | | | | |
| 40 | 9 | 9,1 | 8,5 | 9,1 | | | | | |
| 41 | 7 | 7,2 | 9 | 7,2 | | | | | |

Tabla 44. Hoja de vaciado de datos de la muestra: formula desarrollada chocolate (Ver cuestionario pagina 73).

| No. Juez | Color | Sabor | Consistencia | General | No. Juez | Color | Sabor | Consistencia | General |
|----------|-------|-------|--------------|---------|----------|-------|-------|--------------|---------|
| 1 | 3 | 3,2 | 4,1 | 4,5 | 42 | 9,5 | 9,5 | 9 | 9,6 |
| 2 | 5,2 | 1,2 | 5,4 | 5,1 | 43 | 8,1 | 8,2 | 8 | 8 |
| 3 | 6 | 7,2 | 9,1 | 5,5 | 44 | 6,1 | 6 | 10 | 6 |
| 4 | 7 | 6 | 7 | 7 | 45 | 10 | 10 | 9,5 | 10 |
| 5 | 8,5 | 9 | 8,5 | 10 | 46 | 8,5 | 8,5 | 8,3 | 8,5 |
| 6 | 10 | 5 | 5 | 8 | 47 | 10 | 10 | 6,2 | 10 |
| 7 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 48 | 9,6 | 9,7 | 10 | 9,7 |
| 8 | 6 | 6,1 | 6,2 | 6,3 | 49 | 5,2 | 5,3 | 8,4 | 6 |
| 9 | 8 | 8,5 | 8 | 8,5 | 50 | 10 | 8 | 10 | 9 |
| 10 | 9 | 9,5 | 9,4 | 9,5 | 51 | 8,2 | 8,5 | 9,8 | 8 |
| 11 | 9 | 9,6 | 9,5 | 9,8 | 52 | 9,7 | 9 | 6 | 9,7 |
| 12 | 8 | 8,6 | 8 | 8,5 | 53 | 9 | 9,2 | 10 | 9 |
| 13 | 10 | 9 | 9,6 | 9,5 | 54 | 8 | 8,1 | 8 | 8 |
| 14 | 10 | 9,5 | 9,6 | 9,5 | 55 | 9,6 | 9,7 | 9,9 | 9,6 |
| 15 | 8 | 8,5 | 9 | 8,5 | 56 | 8,5 | 8,8 | 9,3 | 8,8 |
| 16 | 9 | 9 | 9 | 9 | 57 | 7 | 6 | 8,2 | 6,5 |
| 17 | 8,5 | 8,6 | 8,5 | 8,5 | 58 | 8 | 8,1 | 8 | 8 |
| 18 | 9 | 9,4 | 9,6 | 9 | | | | | |
| 19 | 6 | 6,5 | 6,4 | 7 | | | | | |
| 20 | 8,5 | 8 | 8 | 8 | | | | | |
| 21 | 8 | 8 | 7,5 | 8 | | | | | |
| 22 | 9 | 6 | 8 | 9 | | | | | |
| 23 | 9 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 24 | 9,5 | 9 | 9 | 9,6 | | | | | |
| 25 | 8 | 8,5 | 8,5 | 9 | | | | | |
| 26 | 7 | 8,5 | 9 | 9 | | | | | |
| 27 | 8 | 8,2 | 8 | 8 | | | | | |
| 28 | 9,5 | 9,4 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 29 | 8 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | | | | | |
| 30 | 6 | 6,5 | 6,4 | 6 | | | | | |
| 31 | 9 | 9,1 | 9,1 | 9,2 | | | | | |
| 32 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 33 | 9,5 | 9,4 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 34 | 7 | 7 | 7,2 | 7,3 | | | | | |
| 35 | 9,5 | 9 | 9 | 8 | | | | | |
| 36 | 9 | 9,2 | 9,2 | 9 | | | | | |
| 37 | 5,8 | 6 | 6 | 6 | | | | | |
| 38 | 9 | 9 | 8,5 | 9 | | | | | |
| 39 | 9,5 | 9,6 | 9 | 9,5 | | | | | |
| 40 | 8,2 | 8,2 | 10 | 8,1 | | | | | |
| 41 | 10 | 10 | 9,5 | 10 | | | | | |

Tabla 45. Hoja de vaciado de datos de la muestra: ENSURE vainilla (Ver cuestionario pagina 73).

| No. Juez | Color | Sabor | Consistencia | General | No. Juez | Color | Sabor | Consistencia | General |
|----------|-------|-------|--------------|---------|----------|-------|-------|--------------|---------|
| 1 | 8 | 8,5 | 7,9 | 8,9 | 42 | 7 | 7,1 | 7,1 | 7 |
| 2 | 4,9 | 8,5 | 8,4 | 9,5 | 43 | 8,4 | 8,5 | 8,4 | 8,4 |
| 3 | 9,5 | 9,2 | 9,1 | 8 | 44 | 9,8 | 9,7 | 9,8 | 9,8 |
| 4 | 9 | 8 | 8 | 9 | 45 | 8 | 8,4 | 8,5 | 8,5 |
| 5 | 9,5 | 9,5 | 9,4 | 10 | 46 | 6 | 7 | 7 | 6 |
| 6 | 9,5 | 5,5 | 6,1 | 8,5 | 47 | 6,8 | 7 | 6,7 | 6,9 |
| 7 | 6,1 | 6,8 | 7 | 7,1 | 48 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| 8 | 6,1 | 6 | 6,1 | 6 | 49 | 9 | 8,8 | 9 | 9 |
| 9 | 1,5 | 3,4 | 4 | 3 | 50 | 9,5 | 9,6 | 9,6 | 9,6 |
| 10 | 10 | 1 | 6 | 6 | 51 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 11 | 8 | 8,5 | 9 | 8,5 | 52 | 7 | 7,6 | 7,5 | 7,6 |
| 12 | 9 | 8 | 8,5 | 8 | 53 | 8 | 8,1 | 8,1 | 8 |
| 13 | 9 | 8 | 8 | 8,1 | 54 | 6 | 6,3 | 6,4 | 6,3 |
| 14 | 9,5 | 8 | 9,5 | 9,5 | 55 | 9 | 9,1 | 9,2 | 9,1 |
| 15 | 5,4 | 6 | 6,5 | 6 | 56 | 8 | 8,5 | 8,5 | 8,5 |
| 16 | 7 | 7 | 7 | 7 | 57 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 17 | 6 | 6,5 | 6,4 | 6,5 | 58 | 7 | 7,5 | 7,5 | 7,4 |
| 18 | 8 | 8 | 8,1 | 8,2 | | | | | |
| 19 | 7,5 | 7,4 | 7,5 | 7,5 | | | | | |
| 20 | 8,2 | 8,3 | 8,1 | 8 | | | | | |
| 21 | 6 | 7 | 7,1 | 7 | | | | | |
| 22 | 8 | 9 | 7 | 9 | | | | | |
| 23 | 6,5 | 6,4 | 6,5 | 6,5 | | | | | |
| 24 | 7,3 | 7,2 | 7 | 7,2 | | | | | |
| 25 | 9,5 | 9,6 | 9 | 9,5 | | | | | |
| 26 | 8 | 8,1 | 8,2 | 8 | | | | | |
| 27 | 8,1 | 8 | 8,1 | 8,1 | | | | | |
| 28 | 6 | 6,5 | 6 | 6,1 | | | | | |
| 29 | 8,1 | 8,2 | 8 | 8,1 | | | | | |
| 30 | 9 | 9,2 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 31 | 7 | 7,5 | 7,2 | 7,2 | | | | | |
| 32 | 7,6 | 7,6 | 8 | 7,6 | | | | | |
| 33 | 8,5 | 8,7 | 8,7 | 8,6 | | | | | |
| 34 | 8,8 | 9 | 9,1 | 9 | | | | | |
| 35 | 8,5 | 8,6 | 8 | 8,5 | | | | | |
| 36 | 7 | 6,5 | 6,9 | 7 | | | | | |
| 37 | 9,6 | 9,5 | 9,6 | 9,6 | | | | | |
| 38 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | | | |
| 39 | 7 | 7,1 | 7 | 7 | | | | | |
| 40 | 6,9 | 7 | 6,8 | 7 | | | | | |
| 41 | 9 | 9,1 | 9 | 9 | | | | | |

Tabla 43. Hoja de vaciado de datos de la muestra: formula desarrollada vainilla (Ver cuestionario pagina 73).

| No. Juez | Color | Sabor | Consistencia | General | No. Juez | Color | Sabor | Consistencia | General |
|----------|-------|-------|--------------|---------|----------|-------|-------|--------------|---------|
| 1 | 1,2 | 2 | 2,5 | 3 | 42 | 8 | 8,5 | 8,6 | |
| 2 | 4,7 | 4,9 | 8,5 | 4,5 | 43 | 8,1 | 8,2 | 8,3 | |
| 3 | 9,3 | 9,5 | 9,6 | 9,5 | 44 | 9,5 | 9,6 | 9,6 | |
| 4 | 8 | 7 | 7 | 8 | 45 | 10 | 10 | 10 | |
| 5 | 7 | 10 | 5 | 8 | 46 | 9,6 | 9,7 | 9,8 | |
| 6 | 9 | 6 | 8,4 | 10 | 47 | 10 | 10 | 10 | |
| 7 | 9,4 | 9,6 | 9,3 | 10 | 48 | 6,5 | 7 | 7 | |
| 8 | 6,1 | 6,4 | 6,3 | 6,1 | 49 | 8,2 | 8,3 | 8 | |
| 9 | 8,1 | 8 | 8,5 | 9 | 50 | 9 | 10 | 10 | |
| 10 | 10 | 8 | 9 | 10 | 51 | 9,5 | 9 | 9 | |
| 11 | 9,5 | 9,6 | 9,5 | 9,7 | 52 | 8,8 | 8,6 | 8 | |
| 12 | 7 | 10 | 9 | 9 | 53 | 7 | 7,5 | 7,5 | |
| 13 | 10 | 10 | 8 | 9 | 54 | 9,8 | 9,7 | 9,8 | |
| 14 | 10 | 10 | 10 | 10 | 55 | 9,6 | 9,7 | 8 | |
| 15 | 8 | 10 | 10 | 9,5 | 56 | 8,4 | 8,9 | 8,9 | |
| 16 | 7 | 7 | 7 | 7 | 57 | 8 | 7 | 7 | |
| 17 | 8,5 | 8 | 8,5 | 8,5 | 58 | 8 | 8,1 | 8,2 | |
| 18 | 9 | 9,4 | 9,6 | 9 | | | | | |
| 19 | 6 | 6,5 | 6,4 | 7 | | | | | |
| 20 | 8,5 | 8 | 8 | 8 | | | | | |
| 21 | 8 | 7,5 | 8 | 8 | | | | | |
| 22 | 7 | 6 | 9 | 8 | | | | | |
| 23 | 9 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 24 | 9,5 | 9 | 9 | 9,6 | | | | | |
| 25 | 8 | 8,5 | 8,5 | 9 | | | | | |
| 26 | 7 | 8,5 | 9 | 9 | | | | | |
| 27 | 8 | 9 | 9,5 | 9 | | | | | |
| 28 | 9,5 | 9,4 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 29 | 8 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | | | | | |
| 30 | 6 | 6,1 | 6,2 | 6,5 | | | | | |
| 31 | 9 | 9,1 | 9,1 | 9,2 | | | | | |
| 32 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 33 | 8 | 8,5 | 8 | 8 | | | | | |
| 34 | 7 | 7,5 | 7,5 | 7 | | | | | |
| 35 | 9 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 36 | 9,5 | 9 | 9 | 8 | | | | | |
| 37 | 5 | 5,3 | 5 | 5,2 | | | | | |
| 38 | 8,6 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | | | | | |
| 39 | 9,5 | 9,6 | 9 | 9,5 | | | | | |
| 40 | 9 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | | | | | |
| 41 | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | | |

A continuación se presentan los cuadros de análisis de varianza para cada característica evaluada de la fórmula desarrollada sabor chocolate contra ENSURE chocolate (tablas 47 a 50) , la fórmula desarrollada sabor vainilla contra ENSURE vainilla (tablas 51 a 54) y la fórmula desarrollada sabor chocolate contra la fórmula desarrollada sabor vainilla (tabla 55).

Tabla 47. Color: Fórmula desarrollada chocolate contra ENSURE chocolate.

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|--------|------|------|
| Muestras | 1 | 7,20 | 7,20 | 3,38 |
| Jueces | 57 | 127,43 | 2,24 | |
| Error | 57 | 110,09 | 2,13 | |
| Total | 115 | 244,72 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia Significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 4,001 | > | 3,38 | No |
| 0,025 | 5,286 | > | 3,38 | No |
| 0,01 | 7,077 | > | 3,38 | No |

Tabla 48. Sabor: Fórmula desarrollada chocolate contra ENSURE chocolate.

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|--------|------|------|
| Muestras | 1 | 0,54 | 0,54 | 0,26 |
| Jueces | 57 | 102,99 | 1,81 | |
| Error | 57 | 131,11 | 2,04 | |
| Total | 115 | 234,64 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia Significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 4,001 | > | 0,26 | No |
| 0,025 | 5,286 | > | 0,26 | No |
| 0,01 | 7,077 | > | 0,26 | No |

Tabla 49. Consistencia: Fórmula desarrollada chocolate contra ENSURE chocolate.

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|--------|------|------|
| Muestras | 1 | 4,36 | 4,36 | 2,91 |
| Jueces | 57 | 93,24 | 1,64 | |
| Error | 57 | 74,94 | 1,50 | |
| Total | 115 | 604,18 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia Significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 4,001 | > | 2,91 | No |
| 0,025 | 5,286 | > | 2,91 | No |
| 0,01 | 7,077 | > | 2,91 | No |

Tabla 50. Nivel de agrado general: Fórmula desarrollada chocolate contra ENSURE chocolate

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|--------|------|------|
| Muestras | 1 | 3,38 | 3,38 | 2,13 |
| Jueces | 57 | 93,42 | 1,64 | |
| Error | 57 | 86,09 | 1,59 | |
| Total | 115 | 182,89 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 4,001 | > | 2,13 | No |
| 0,025 | 5,286 | > | 2,13 | No |
| 0,01 | 7,077 | > | 2,13 | No |

Tabla 51. Color: Fórmula desarrollada vainilla contra ENSURE vainilla.

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|--------|------|------|
| Muestras | 1 | 5,74 | 5,74 | 2,28 |
| Jueces | 57 | 150,20 | 2,64 | |
| Error | 57 | 133,00 | 2,51 | |
| Total | 115 | 288,94 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 4,001 | > | 2,28 | No |
| 0,025 | 5,286 | > | 2,28 | No |
| 0,01 | 7,077 | > | 2,28 | No |

Tabla 52. Sabor: Fórmula desarrollada vainilla contra ENSURE vainilla.

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|--------|-------|------|
| Muestras | 1 | 12,19 | 12,19 | 4,84 |
| Jueces | 57 | 137,84 | 2,42 | |
| Error | 57 | 139,66 | 2,52 | |
| Total | 115 | 289,69 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 4,001 | < | 4,84 | Sí |
| 0,025 | 5,286 | > | 4,84 | No |
| 0,01 | 7,077 | > | 4,84 | No |

Tabla 53. Consistencia: Fórmula desarrollada vainilla contra ENSURE vainilla.

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|--------|-------|------|
| Muestras | 1 | 10,26 | 10,26 | 5,42 |
| Jueces | 57 | 90,83 | 1,59 | |
| Error | 57 | 116,51 | 1,89 | |
| Total | 115 | 217,6 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia Significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 4,001 | < | 5,42 | Sí |
| 0,025 | 5,286 | < | 5,42 | Sí |
| 0,01 | 7,077 | > | 5,42 | No |

Tabla 54. Nivel de agrado general: Fórmula desarrollada vainilla contra ENSURE vainilla.

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|--------|-------|------|
| Muestras | 1 | 11,42 | 11,42 | 5,66 |
| Jueces | 57 | 88,71 | 1,56 | |
| Error | 57 | 131,95 | 2,02 | |
| Total | 115 | 232,08 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 4,001 | < | 5,66 | Sí |
| 0,025 | 5,286 | < | 5,66 | Sí |
| 0,01 | 7,077 | > | 5,66 | No |

Tabla.55. Atributos evaluados; Fórmula desarrollada chocolate contra fórmula desarrollada vainilla

| FUENTE DE VARIACIÓN | gl | SC | CM | F |
|---------------------|-----|---------|-------|------|
| Muestras | 7 | 6,30 | 0,90 | 0,40 |
| Jueces | 57 | 781,50 | 13,71 | |
| Error | 399 | 256,76 | 2,26 | |
| Total | 463 | 1044,56 | | |

| Nivel de significancia | Tabla F | Comparativo | Valor F calculado | Diferencia significativa |
|------------------------|---------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 0,05 | 2,028 | > | 0,40 | No |
| 0,025 | 2,313 | > | 0,40 | No |
| 0,01 | 2,675 | > | 0,40 | No |