



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ELABORACION Y CONTROL DE CALIDAD DE UN SUPLEMENTO
NUTRICIONAL INSTANTANEO EN POLVO A BASE DE FREJOL ROJO
(*Phaseolus vulgaris*) Y PASAS”**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

BIOQUIMICO FARMACEUTICO

PRESENTADO POR:

MARTHA ANDREA SANTOS CACERES

**RIOBAMBA – ECUADOR
2013**

DEDICATORIA

*Primero a **DIOS** por haberme dado a **JAIME** y **MARTHA** como mis **PADRES** tan maravillosos que con su amor, ejemplo y apoyo incondicional han logrado hacer de mí una persona de principios y valores para poder desenvolverme como **ESPOSA, MADRE Y PROFESIONAL**.*

*A mi **ESPOSO MAURICIO**, quien ha estado a mi lado brindándome su confianza, cariño y apoyo hasta culminar con éxito esta etapa de mi vida*

*A mi **HIJA MARTHITA G.** quien es la razón y motivo de mi superación diaria para lograr alcanzar lo que tanto anhelado.*

*A mis **HERMANOS: MARIA F. CESAR Y KEVINCITO** que juntos en todo momento estuvieron alentándome para alcanzar mis metas. A mis abuelitas Conchita y Mercedes A mis tíos y tías de manera especial a María L. y Carmen por estar siempre conmigo. A mis sobrinos Champier, Natalia, Gabrielito; quiero decirles que más allá de ser familia son mis amigos y los quiero mucho. Con esto queda demostrado que cuando uno se propone algo positivo en la vida no hay nada ni nadie quien lo detenga hasta lograrlo.*

AGRADECIMIENTO

Me es grato expresar mi sincero reconocimiento a la ESUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.

Al Dr. Carlos Pilamunga por su acertado y valioso asesoramiento en el desarrollo de esta tesis.

A la Dra. Olga Lucero, miembro colaborador, por el gran aporte brindado en la ejecución del presente trabajo investigativo.

Y a todas las personas que de una u otra manera me han ayudado en la culminación de este objetivo

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: el trabajo de Investigación: “**ELABORACION Y CONTROL DE CALIDAD DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL INSTANTANEO EN POLVO A BASE DE FREJOL ROJO (*phaseolus vulgaris*) Y PASAS**”, de responsabilidad de la señorita egresada Martha Andrea Santos Cáceres, ha sido revisado muy prolijamente por los miembros del tribunal de tesis quedando autorizado su presentación.

FIRMA

FECHA

Dr. Silvio Álvarez
DECANO FACULTAD CIENCIAS

Dr. Ivan Ramos
DIRECTOR DE ESCUELA

Dr. Carlos Pilamunga
DIRECTOR DE TESIS

Dra. Olga Lucero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tlgo. Carlos Rodriguez
DIRECTOR DEL CENTRO DE
DOCUMENTACION

NOTA DE TESIS ESCRITA

Yo, Martha Andrea Santos Cáceres, soy responsable de las ideas doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.

Martha Andrea Santos Cáceres

INDICE DE ABREVIATURAS

AA	Aminoácidos
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AHA	American Heart Association
ARN	Ácido ribonucleico
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
°C	Grados Celsius
DDR	Dosis Diaria Recomendada
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
G	Gramos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Kg	Kilogramo
L	Litro
min	Minutos
mg	Miligramos
mL	Mililitro
NSE	Nivel Socio Económico
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OTC	Obstáculos Técnicos al Comercio
pH	Potencial de Hidrógeno
PMA	Programa Mundil de Alimentacion
PNAS	Proceedings of the National Academy of Sciences
ppm	Partes por millón
t	Tiempo
TIR	Taza Interna de Retorno
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
VAN	Valor Actual Neto
VC	Valor Calórico

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

1.	MARCO TEÓRICO	- 1 -
1.1	SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS	- 1 -
1.1.1	CUAL ES SU FUNCIÓN	- 1 -
1.1.2	CLASIFICACION DE LOS SUPLEMENTOS	- 2 -
1.1.3	BENEFICIOS DE LOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS	- 3 -
1.1.4	NORMATIVA	- 3 -
1.1.5	DIRECTRICES DEL CODEX ALIMENTARIUS PARA SUPLEMENTOS (COMPLEMENTOS) ALIMENTICIOS	- 4 -
1.2	FRÉJOL ROJO (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	- 8 -
1.2.1	ORIGEN E HISTORIA.....	- 8 -
1.2.2	PRODUCCIÓN DE FRÉJOL EN ECUADOR.....	- 9 -
1.2.3	CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	- 10 -
1.2.4	USOS.....	- 12 -
1.2.5	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	- 13 -
1.3	LAS PASAS.....	- 14 -
1.3.1	ORIGEN E HISTORIA.....	- 14 -
1.3.2	CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	- 15 -
1.4	ALIMENTOS DESHIDRATADOS	- 18 -
1.4.1	SECADOR DE BANDEJAS	- 19 -
1.4.2	EFFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS.....	- 19 -
1.5	ÁCIDO FÓLICO.....	- 21 -
1.5.1	FUNCIONES:	- 22 -
1.5.2	PROPIEDADES DEL ÁCIDO FÓLICO	- 23 -
1.6	ÁCIDO FÍTICO	- 23 -
1.7	ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO	- 25 -

1.7.1	HUMEDAD	- 26 -
1.7.2	CENIZAS	- 27 -
1.7.3	FIBRA.....	- 27 -
1.7.4	PROTEÍNA	- 28 -
1.7.5	EXTRACTO ETÉREO	- 29 -
1.7.6	EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO	- 30 -
1.7.7	pH.....	- 30 -
1.7.8	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	- 30 -
1.8	EVALUACION SENSORIAL.....	- 32 -
1.8.1	Atributos sensoriales	- 32 -
1.9	PRUEBAS DE ORDENACIÓN	- 34 -
2.	PARTE EXPERIMENTAL.....	- 36 -
2.1	LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	- 36 -
2.2	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	- 36 -
2.2.1	MATERIAL VEGETAL.....	- 36 -
2.2.2	EQUIPOS	- 36 -
2.2.3	MATERIALES.....	- 37 -
2.2.4	REACTIVOS	- 37 -
2.3	MÉTODOS	- 38 -
2.3.1	FASE EXPERIMENTAL	- 38 -
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 56 -
3.1	TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE FRÉJOL	- 56 -
3.2	SOLUBILIZACIÓN DEL ALMIDON GELATINIZADO Y TOSTACIÓN	- 57 -
3.3	DESHIDRATACIÓN DEL FRÉJOL COCIDO JUNTO CON LAS PASAS	- 57 -
3.4	TABULACIÓN DE DEGUSTACIONES.....	- 60 -
3.5	CONTROL DE CALIDAD DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO	- 62 -
3.6	PRUEBAS FÍSICAS.....	- 62 -
3.6.1	DETERMINACIÓN DE pH	- 62 -
3.7	PRUEBAS QUÍMICAS	- 64 -
3.7.1	PROTEÍNA	- 64 -
3.7.2	HUMEDAD	- 65 -
3.7.3	CENIZAS	- 66 -

3.7.4	FIBRA	- 66 -
3.7.5	EXTRACTO ETÉREO	- 67 -
3.7.6	EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO	- 68 -
3.7.7	ÁCIDO FÓLICO	- 69 -
3.7.8	ÁCIDO FÍTICO	- 69 -
3.8	ÁNÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO	- 71 -
4.	CONCLUSIONES	- 73 -
5.	RECOMENDACIONES	- 74 -
6.	RESUMEN Y SUMMARY	- 75 -
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	- 78 -
8.	ANEXOS.....	- 88 -
8.1	ENCUESTA PARA LAS PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN	- 88 -
8.2	ÁNÁLISIS DE FIBRA, MOHOS Y LEVADURAS	- 90 -
8.3	FOTOGRAFÍAS	- 92 -

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Composición Nutricional del Frejól Cholo	- 14 -
TABLA 2. Composición Nutricional de las Uvas, Pasas	- 16 -

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Preparación de las formulaciones del suplemento.....	41
CUADRO No. 2	Preparación de las muestras de las dos formulaciones del suplemento alimenticio para la prueba de aceptabilidad.....	42
CUADRO No. 3	Resultados de la temperatura de gelatinización del almidón de fréjol.....	56
CUADRO No. 4	Perdida de peso de las dos formulaciones del fréjol cocido más las pasas en función del tiempo de deshidratación a 65 °C.....	58
CUADRO No. 5	Resultados de las pruebas para determinar la aceptabilidad de las seis muestras de las dos formulaciones.....	60
CUADRO No. 6	Evaluación de la escala de preferencia del sabor de cada una de las formulaciones del suplemento.....	61
CUADRO No. 7	Resultados de la determinación del pH.....	63
CUADRO No. 8	Resultados del análisis microbiológico.....	71
CUADRO No. 9	Resultados del análisis físico, químico y microbiológico del suplemento.....	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Curva de pérdida de peso vs tiempo a 65 °C de la formulación 1.....	59
GRÁFICO No. 2	Curva de pérdida de peso vs tiempo a 65 °C de la formulación 2	59
GRÁFICO No. 3	Relación de porcentaje de la evaluación de la escala de preferencia de las seis muestras del suplemento alimenticio de fréjol y pasas	62
GRÁFICO No. 4	pH del suplemento a base de fréjol rojo y pasas frente al pH de la sopa instantánea a partir de harina de fréjol	64
GRÁFICO No. 5	Relación del porcentaje de proteína de la sopa instantánea a base de harina de fréjol, con el porcentaje obtenido en el suplemento alimenticio	64
GRÁFICO No. 6	Relación del contenido de humedad en la sopa instantánea, las pasas y el suplemento alimenticio	65
GRÁFICO No. 7	Relación del porcentaje de cenizas en la sopa instantánea, con el porcentaje obtenido en el suplemento.....	66
GRÁFICO No. 8	Relación del porcentaje de fibra en la sopa instantánea con el porcentaje obtenido en el suplemento alimenticio.....	67
GRÁFICO No. 9	Relación del porcentaje de extracto etéreo en la sopa instantánea, con el porcentaje obtenido en el suplemento alimenticio	67
GRÁFICO No. 10	Relación del porcentaje de carbohidratos en la sopa instantánea, con el porcentaje obtenido en el suplemento alimenticio.....	68
GRÁFICO No. 11	Relación del contenido de ácido fólico en el fréjol (materia prima), en el producto sin tostar, en el producto tostado (producto terminado) y las pasas	69
GRÁFICO No. 12	Relación del contenido de ácido fólico en el fréjol (materia prima), en el suplemento alimenticio.....	70
GRÁFICO No. 13	Relación de contenido de mohos y levaduras del suplemento alimenticio con relación a la NTE INEN 616:2006.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura química del ácido fólico.....	22
FIGURA No. 2	Estructura del ácido fólico.....	24

INTRODUCCION

La desnutrición es un problema que tiene estrecha relación con la alimentación, en efecto a partir del 2008 como resultado del alto precio de las materias primas, cambio climático, biocombustibles, debacle inmobiliaria, a nivel mundial se desencadena la crisis alimentaria dando como resultado el incremento del hambre y la pobreza. La ONU además alertó de otra inminente crisis alimentaria global para el 2013, ya que las reservas de granos del mundo son tan peligrosamente bajas y podrían provocar una considerable hambruna.(27)

Según la FAO en el 2013 en el mundo hay dos mil millones de personas que padecen de una o más deficiencias de macronutrientes y 200 millones de niños en edad preescolar sufren de desnutrición; por lo que su director denunció el costo social y económico de este problema y pidió un esfuerzo decidido para erradicar del mundo ese flagelo, al igual que el hambre.(29)

En nuestro país según “El diagnóstico de la situación alimenticia, nutricional y de salud de los ecuatorianos” elaborado por la Secretaría General de Planificación y el Ministerio de Salud, en base a la Encuesta Alimentaria, demuestra que en (2009)cerca del 50 % de los niños menores de cinco años de edad sufren desnutrición crónica y el 37 % de dichos niños padecen de desnutrición global.(28)

Frente a esta problemática se han realizado varios estudios que determinan que esta es sin duda de carácter estructural, económico y tecnológico; por lo que se han planteado estrategias como el desarrollo de políticas que estimulan la producción agropecuaria, la educación y la salud. La academia por otro lado ha desarrollado investigaciones sobre nuevos productos alimenticios a base de materias primas de gran valor nutritivo en especial por su calidad de proteína; así en el Instituto Zamorano-Honduras, Medina M.

(2006) efectuaron el “Desarrollo de una barra Nutricional a base de frijol rojo (*phaseolus vulgaris*)” concluye que el producto desarrollado es saludable considerándolo como buena fuente de fibra y proteína. (5)

En el Ecuador solo en la ESPOL López M. y Sánchez H. (2011) realizaron la “Elaboración de Sopa Instantánea a Partir de Harina de Fréjol” y así afirmando que dado el alto potencial nutricional de esta leguminosa, es importante incrementar su consumo y diversificar su uso como ingrediente en el desarrollo de productos alimenticios como la sopa instantánea con alto contenido proteico, de fácil preparación, lo que se traducirá en un esfuerzo físico mínimo requerido en su reconstitución, una vez que se adicione agua o leche para su dilución y se someta a cocción. (3)

En efecto el fréjol común (*phaseolus vulgaris*), conocido como poroto es uno de las leguminosas ancestrales que se integra al menú familiar de los ecuatorianos, con un alto nivel de proteínas concentradas, nutritivo y de bajo costo, proporcionando mayor cantidad de calorías que los productos de origen animal. Por ello es necesario fomentar la producción y el consumo de esta leguminosa. Estudios revelan que el consumo del fréjol por los ecuatorianos fue mucho más importante en épocas anteriores. (40)

En el país hay 35 000 hectáreas sembradas de este grano, explica Álvaro Salazar, técnico del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2011). “La Sierra norte, con 8 000 hectáreas, es la zona de mayor producción del grano en el país”. En promedio se cultiva de 30 a 40 quintales por hectárea. (40)

Además estudios también sugieren que el consumo de frijoles, como parte de una dieta saludable puede ayudar a controlar la diabetes y ayudar a reducir el riesgo de hipertensión y accidente cerebrovascular. (40)

En este contexto la presente investigación tuvo como objetivo elaborar y controlar la calidad de un suplemento nutricional en polvo instantáneo a base de fréjol rojo y pasas. Para ello se inició con el control de calidad de la materia prima (análisis físico-químico) y la determinación de las condiciones óptimas (temperatura y tiempo) para el tratamiento térmico del fréjol que permita la solubilidad de su almidón en agua, se continuó con la

cocción, formulación, mezcla, deshidratación, molienda y tamizaje. Posteriormente se realizó la evaluación sensorial mediante pruebas de degustación del alimento preparado y se finalizó con su análisis bromatológico (sensorial, físico, químico y microbiológico). Los resultados obtenidos se ajustan a las directrices establecidas por el Codex Alimentario garantizando así su calidad e inocuidad. (23)

Aspiramos que este nuevo producto alimenticio se convierta en una alternativa para el desayuno escolar contribuyendo a solucionar la desnutrición infantil e incentivando la producción y la transformación industrial de esta leguminosa mejorando las condiciones de vida de los agricultores.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

Se conoce como suplemento alimenticio “Fuentes concentradas de vitaminas, minerales o nutrientes deficientes en la dieta diaria; se comercializan en formas como cápsulas, tabletas, polvos, soluciones, está previsto que se tomen en pequeñas cantidades unitarias, y no como alimentos convencionales, su finalidad es complementar la ingestión de ciertos nutrientes en la alimentación diaria. (45)

En general estos suplementos no están destinados para curar o tratar enfermedades o afecciones médicas a menos que la Administración de Alimentos y Fármacos de los EE.UU (FDA) los aprueba para los posibles reclamos que los consumidores presenten con respecto a su salud. (45) (46)

A nuestro país ingresan una gran variedad de este tipo de productos a través de las distintas casas que los representan así: Herbalife, Natural vitaliti, Bedoyecta, Ominilife entre otros. (45) (46)

1.1.1 CUAL ES SU FUNCIÓN

La finalidad de su uso es incrementar la ingesta dietética total, complementada o suplir alguno de sus componentes, pues existen personas que no obtienen en su alimentación todos los nutrimentos que necesitan y por esta razón recurren a los suplementos alimenticios para complementar su alimentación. (22)

1.1.2 CLASIFICACION DE LOS SUPLEMENTOS

Existen cinco categorías de nutrientes utilizados en la manufacturación de los suplementos nutricionales, a partir de los cuales se pretende una clasificación de los suplementos alimenticios.

- **Origen natural:** productos que sufren un proceso o refinado pero que siguen siendo obtenidos de fuentes vegetales, minerales o animales. Se incluyen las vitaminas A y D del aceite de hígado de pescado, la vitamina E, lecitina, enzimas digestivas, polvos de proteínas y aminoácidos.
- **Idénticos a los naturales:** nutrientes manufacturados en laboratorio que son idénticos en estructura molecular y actividad en el cuerpo humano que los nutrientes naturales.
Estos nutrientes son manufacturados porque el coste o las dificultades de extracción del mismo nutriente de fuentes naturales lo harían demasiado caro o escaso. Dentro de ellos se incluyen la vitamina C y las vitaminas del complejo B.
- **Estrictamente sintéticos:** nutrientes manufacturados en laboratorio que son de alguna manera distintos a los nutrientes naturales. Algunos nutrientes, como la vitamina E, no pueden ser copiados exactamente, de cualquier forma, los análogos sintéticos son muy baratos y son usados por muchos fabricantes.
- **Nutrientes obtenidos de levaduras cultivadas en medios enriquecidos:** minerales y algunas vitaminas manufacturados farmacológicamente son añadidas al medio donde se cultivan levaduras del tipo *sacharomyces*. De esta forma se obtendrán vitaminas y minerales asimilados en levaduras. (21)

1.1.3 BENEFICIOS DE LOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

Un suplemento es aquel producto que ayuda a mejorar la alimentación, agregando a la dieta diversos nutrimentos. Como su nombre lo dice, suplementa o adiciona la dieta del individuo que los consume. Los suplementos alimenticios constituyen una excelente opción para enriquecer la alimentación de cualquier persona sin importar la edad, sexo u ocupación. (32)

En el mercado existen muchos suplementos alimenticios, cada uno diseñado para diferentes requerimientos nutricionales, adecuado a diferentes tipos de metabolismo, de tal forma que proporciona al organismo la cantidad suficiente de proteína y aminoácidos y nutrientes de calidad a la dieta diaria. (32)

1.1.4 NORMATIVA

1.1.4.1 LEGISLACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS EN AMÉRICA LATINA

La ingesta de estos productos en países desarrollados se ha asociado con una mejor calidad de vida, principalmente, se ha observado que a mayor educación, ocupación con altos ingresos y nivel socioeconómico (NSE) alto, aumentan las posibilidades de consumirlos; asimismo, una mejor condición de salud es otro factor determinante de su uso. Además, se ha encontrado que el mayor consumo lo realizan mayoritariamente las mujeres.

En América Latina el mercado de complementos alimenticios para el 2007 alcanzó los \$ 2.500 millones, donde Brasil y México juntos representaron el 67% de consumo.

El marco regulador en América Latina es relativamente nuevo. El mercado más amplio de países como Brasil y México posee excelentes normas para OTC (Obstáculos Técnicos al Comercio), pero la capacidad para hacer cumplir los reglamentos es limitada en muchos casos. De hecho los complementos alimenticios solo recientemente se están

viendo como una clase separada de los productos procedentes de los productos farmacéuticos y alimenticios. Otro elemento adicional es que la denominación de estos productos no está estandarizada u homologada en el ámbito latinoamericano, observándose en los instrumentos legales designaciones tales como: complementos alimenticios o suplementos dietéticos, dietarios, alimenticios o nutricionales aunque en términos generales desde el punto de vista regulatorio son considerados como alimentos a excepción de Bolivia y Uruguay. (23)

1.1.4.2 LEGISLACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS EN ECUADOR

República del Ecuador Dentro de la normativa alimentaria ecuatoriano no se identifica ningún instrumento legal que establezca el marco regulatorio de los complementos alimenticios o suplementos dietéticos.

No obstante, las Normas y procedimientos para el registro y control de productos naturales de uso medicinal y de establecimientos en donde se fabrican, almacenan y comercializan en su Capítulo XII sobre Disposiciones Generales, artículo: 47 establece que: Productos alimenticios o suplementos alimenticios, se procederá conforme lo dispone el Reglamento de Alimentos además se tomará como guía las Directrices del Codex Alimentarius. (23)

1.1.5 DIRECTRICES DEL CODEX ALIMENTARIUS PARA SUPLEMENTOS (COMPLEMENTOS) ALIMENTICIOS

1.1.5.1 PREÁMBULO

La mayoría de las personas que tienen acceso a una alimentación equilibrada y variada, suelen obtener de su alimentación normal todos los nutrientes que necesitan. Como los alimentos contienen muchas sustancias que promueven la salud, se deberá alentar a las personas a elegir una alimentación equilibrada antes de considerar la posibilidad de recurrir a cualquier complemento de vitaminas y/o minerales. En los casos en que la

ingestión de nutrientes con los alimentos sea insuficiente o los consumidores consideren que su alimentación requiere complementos se recurrirá a los complementos alimentarios de vitaminas y/o minerales para completar la alimentación diaria. (23)

1.1.5.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las presentes Directrices se aplican a los complementos alimentarios de vitaminas y minerales destinados a aportar a la alimentación diaria vitaminas y/o minerales suplementarios.

Los complementos alimentarios que contienen vitaminas y/o minerales así como otros ingredientes también deben ser conformes a las reglas específicas sobre vitaminas o minerales estipuladas en las presentes Directrices.

Las presentes Directrices se aplican únicamente en las jurisdicciones en que los productos definidos en el párrafo están reglamentados como alimentos.

No se incluyen en las presentes Directrices los alimentos para regímenes especiales, según la definición de la Norma General para el Etiquetado y Declaraciones de Propiedades de Alimentos Preenvasados para Regímenes Especiales (CODEX STAN 146-1985). (23)

1.1.5.3 DEFINICIONES

A efectos de las presentes Directrices, la importancia nutricional de los complementos alimentarios de vitaminas y/o minerales reside principalmente en los minerales y/o vitaminas que contienen. Estos complementos son fuentes concentradas de dichos nutrientes, solos o combinados, que se comercializan en formas como por ejemplo cápsulas, tabletas, polvo, soluciones, que está previsto que se tomen en pequeñas cantidades unitarias medidas y no como alimentos convencionales. Su finalidad es complementar la ingestión de estos nutrientes en la alimentación diaria. (23)

1.1.5.4 COMPOSICIÓN

1. SELECCIÓN DE LAS VITAMINAS Y MINERALES

Los complementos de vitaminas y minerales deben contener vitaminas/provitaminas y minerales cuyo valor nutricional para los seres humanos se haya demostrado con datos científicos y que la FAO y la OMS reconozcan como vitaminas y minerales.

Las vitaminas y minerales podrán proceder de fuentes ya sean naturales o sintéticas y su selección debe basarse en criterios como la inocuidad y la biodisponibilidad. Además, los criterios de pureza deberán tener en cuenta las normas de la FAO/OMS, o bien, en su defecto, las farmacopeas, o criterios internacionales reconocidos. En ausencia de los criterios mencionados podrá aplicarse la legislación nacional. (23)

Los complementos alimentarios de vitaminas y minerales pueden contener todas las vitaminas y los minerales que satisfagan los criterios del párrafo anterior una única vitamina y/o mineral o una combinación adecuada de vitaminas y/o minerales. (23)

2. ENVASADO

El producto deberá envasarse en recipientes que protejan la higiene y demás cualidades del producto.

Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán fabricarse sólo con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso a que están destinadas. Si la Comisión del Codex Alimentarius ha establecido una norma para cualquiera de las sustancias que se utilicen como material de envasado, se aplicará dicha norma. (23)

3. ETIQUETADO

Los complementos alimentarios de vitaminas y minerales deberán etiquetarse con arreglo a lo dispuesto en la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev.1-1991) así como en las Directrices Generales sobre Declaraciones de Propiedades (CAC/GL 1-1979).

El nombre del producto será “complemento alimentario”, con una indicación de la categoría o categorías de nutrientes o de la(s) vitamina(s) o mineral(es) que contenga el producto, según sea el caso.

La cantidad de vitaminas y minerales presentes en el producto deben figurar en la etiqueta en forma numérica y su equivalente en UI cuando proceda. Las unidades utilizadas deberán ser unidades de peso o volumen, de conformidad con las Directrices del Codex para Etiquetado Nutricional (CAC/GL 2 – 1985 (Rev.1 – 1993)).

Las cantidades de vitaminas y minerales declarados deben indicarse por la porción del producto que se recomienda en la etiqueta para el consumo diario y, si es diferente, también puede indicarse la cantidad unitaria para un solo uso. (23)

La información sobre vitaminas y minerales debe expresarse también como un porcentaje de los valores de referencia mencionados, según el caso, en las Directrices del Codex sobre Etiquetado Nutricional.

Debe indicarse en la etiqueta la modalidad de uso del producto (cantidad, frecuencia, condiciones particulares).

En la etiqueta debe figurar una recomendación al consumidor de que no sobrepase la cantidad máxima diaria sugerida por el fabricante.

En la etiqueta no debe declararse o sugerirse que los complementos puedan utilizarse en sustitución de comidas o de una dieta variada.

La etiqueta debe llevar la indicación de que el complemento debe mantenerse fuera del alcance de los niños. (23)

1.2 FRÉJOL ROJO (*Phaseolus vulgaris*)

1.2.1 ORIGEN E HISTORIA

Phaseolus es un género de la familia *fabaceae*, con unas 50 especies de plantas todas provenientes de América, las especies de este género conocidas vulgarmente como “poroto, haba, habichuela, alubia, judía, guisante, frijoles, frijones entre otros, dependiendo de la región donde se encuentre; y, beans (inglés) presenta una enorme variabilidad genética, existiendo en la actualidad miles de cultivos que producen semillas de todos los colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se enfoca en la producción del grano en seco no se desestima la producción hortícola ya sea como poroto o fréjol verde. (33)

Se creía que el fréjol era de origen andino pero un grupo de investigadores determinaron que esas legumbres se originaron en México así lo publicó Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) conocidas en español como Actas de la Academia Nacional de Ciencias. (33)

El frijol, con sus múltiples alias, está en el centro de la dieta de cientos de millones de personas en todo el mundo a quienes les provee proteínas, vitaminas, minerales y fibras. Es un ingrediente principal especialmente para las poblaciones más pobres de África y América Latina. (33)

La distribución actual de las formas silvestres del frijol comprende un área geográfica que va desde el norte de México al noroeste de Argentina y "en general se reconocen dos grupos genéticos eco geográficos: el de Mesoamérica y el de los Andes". (31) (33)

"Hasta ahora la hipótesis de más crédito en relación con el origen del fréjol común se ha indicado que, a partir de una área en las laderas occidentales de Los Andes en el norte de

Perú y Ecuador, la legumbre se dispersó hacia el norte, a Colombia, América Central y México, y hacia el sur, al resto de Perú, Bolivia y Argentina", informa el artículo. (31) (33)

Sin embargo, el análisis de este grupo de investigadores llega a la conclusión que respalda el origen del frijol en Mesoamérica.

Los autores sugieren que el *P. vulgaris* que parece originario de Perú y Ecuador es "una población reliquia que solamente representa una fracción de la diversidad genética en la población ancestral que migró desde el centro de México en tiempos antiguos". (Art. Publicado por la CNN México del 6 de marzo del 2012). (31)

1.2.2 PRODUCCIÓN DE FRÉJOL EN ECUADOR

El fréjol, también llamado judía, frijol o poroto, es infaltable en la mesa de los ecuatorianos. Aunque se lo puede consumir tierno, la mayor parte se cosecha seco. En el país hay 35 000 hectáreas sembradas de este grano, explica Álvaro Salazar, técnico del Ministerio de Agricultura y Ganadería. "La Sierra norte, con 8 000 hectáreas, es la zona de mayor producción del grano en el país". En promedio se cultiva de 30 a 40 quintales por hectárea. (25) (37)

Los granos que tienen una coloración roja y roja con crema (rojo moteado). "El 70% de la cosecha de los valles del Chota, Mira e Íntag, ubicados en Imbabura y Carchi, está destinado para el sur de Colombia y el resto, al interior de nuestro país". (37)

El fréjol canario es más apetecido en la Costa, especialmente en Guayaquil, para la elaboración de las menestras dice Borja. El fréjol negro está dirigido a las exportaciones hacia Italia y Francia y el blanco panamito a la industria, para elaborar leche de fréjol, dice Teodoro Méndez, presidente de la Corporación de Leguminosas de la Sierra norte (Coopcoles). (37)

También hay otras variedades como el gandul, cuyo grano es similar a la soya. Aunque no tiene acogida en el mercado es preferido por los campesinos por su agradable sabor.

Fréjol canario es conocido como el rey de los fréjoles por su sabor y textura. Los granos son grandes o medianos, semiredondos y de color amarillo. Hay varias especies parecidas que poseen tonos amarillentos. (25) (37)

En Ecuador se cultivan varias clases de fréjol negro. Las más populares son el calima y el caraota. Esta especie es muy apetecida en países como Cuba, México, Brasil, Colombia y Venezuela. En el país, también se lo consume aunque la producción está direccionada básicamente para la exportación a Europa, donde tiene creciente demanda. (25) (37)

Fréjol panamito blanco: Sus granos se caracterizan por su color blanco y la forma ovalada y semiaplastada. En los últimos años ha tenido aceptación en la industria, para elaborar leche de fréjol para exportar. Esta variedad también tiene acogida para la preparación de las menestras, el grano tierno se cultiva en Azuay, Loja y en Chimborazo. (25) (37)

Las cosechas de Imbabura y Carchi están direccionadas a Colombia, los envíos se realizan de manera informal, de la mano de comerciantes minoristas. Las Asociaciones Medallita Milagrosa de Tumbatu y Santa Marianita del Chota se organizaron para ofertar frejol de calidad y limpio de impurezas, esta tarea que se realiza se denomina postcosecha y ofrece un valor agregado al producto. Así mismo los productores de fréjol seco estudian la posibilidad de elaborar harina del mismo. En resumidas cuentas el fréjol es la leguminosa más cultivada a escala mundial, pues participa con el 57 % de la oferta mundial de leguminosas. Brasil encabeza la producción seguido por México y EE.UU. A pesar de su valor nutritivo y su popularidad, el fréjol enfrenta un problema: la inestabilidad frecuente del precio. (25) (37) (39)

1.2.3 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Es la especie más conocida del género *phaseolus* en la familia Fabaceae cuenta con unas cincuenta especies de plantas, todas nativas de América. Ya en época precolombina el frejol común tuvo mayor aceptación y se seleccionó más intensamente. Los primeros cronistas informan que en los imperios azteca e inca se daba gran importancia a esta

especie ya que con ella se pagaban los tributos. Su popularidad se acentuó concentrando principalmente en el frejol común. Esta práctica ha perjudicado a las demás especies que presentan en la agricultura moderna, un interés superior o comparable, por lo menos en las zonas que no ofrecen condiciones ecológicas óptimas para su desarrollo. (38)

Es una hierba de vida corta, enredada en forma de espiral en algún soporte, o erecta en forma de arbusto, con algunos pelillos. Tamaño de hasta 40 cm de alto los tipos arbustivos y de hasta 3 m de largo las enredaderas. (38)

En la base de las hojas sobre el tallo se presenta un par de hojillas (llamadas estípulas), estriadas; las hojas son alternas, pecioladas, compuestas con 3 hojitas (llamadas foliolos) ovadas a rómbicas, con el ápice agudo; en la base de cada foliolo se encuentra un par de diminutas estípulas (llamadas estipelas). (38)

El cáliz es un tubo campanulado que hacia el ápice se divide en 5 lóbulos, 2 de los cuales se encuentran parcialmente unidos; la corola rosa-púrpura a casi blanca, de 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, llamados alas y por último los dos más internos, también similares entre sí y generalmente fusionados forman la quilla que presenta el ápice largo y torcido en espiral y que envuelve a los estambres y al ovario; estambres 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos y 1 libre; ovario angosto, con 1 estilo largo y delgado, con pelos hacia el ápice, terminado en un estigma pequeño. (24) (38)

Los frutos y semillas son legumbres lineares, de hasta 20 cm de largo, a veces cubiertos de pelillos; semillas globosas, variables. (24) (38)

Esta es una especie anual, que se cultiva en todo el mundo y de ellas se consume tanto las vainas verdes como los granos secos. (24) (38)

Crece en el límite entre dos zonas climáticas subtropical seca y tropical templada. (24) (38)

1.2.4 USOS

1.2.4.1 EN LA MEDICINA

Actualmente se acepta que el frijol común tiene utilización medicinal en base a usos y costumbres indígenas. Gloria García en su libro titulado Alimentos Que Ayudan a Prevenir Y Combatir Enfermedades manifiesta que el consumo de frejol rojo ayuda a estabilizar el azúcar en la sangre. Los estudios también sugieren que el consumo de frijoles, como parte de una dieta saludable puede ayudar a controlar la diabetes y ayudar a reducir el riesgo de hipertensión y accidente cerebrovascular. La revista de cirugía Colombiana, refiere al consumo de fréjol rojo como un probable factor ateroprotector en la población latinoamericana por su efecto antioxidante y antiagregante. (48)

1.2.4.2 EL FRÉJOL EN LA GASTRONOMIA

Existen cientos de recetas alrededor del mundo que proveen a los hogares un sabor y textura incomparable, pues solamente quienes lo consumen saborean su delicia. Este gran alimento que nos provee la naturaleza suele ser combinado con variedad de alimentos que al saborear y comer no solamente nos provee de los nutrientes necesarios sino que también es una delicia al paladar así:

- Frijoles rojo con tocino es un plato típico de Guatemala
- Frijoles rojos con arroz (comida mexicana)
- Frijoles rojos sabaneros, bandeja paisa (plato colombiano)
- Frijoles rojos con costilla (gastronomía centro americana)
- Frijoles fritos a lo cubano
- Frijoles con carne asada y maduro o patacones (en Ecuador y Brasil)
- Arroz con habichuelas (comida dominicana)
- Sopa de frijoles (49)

1.2.4.3 EL FRÉJOL EN LA REPOSTERIA

Por lo general cuando hablamos de fréjol se nos viene a la mente un alimento preparado en sopas o guisados mas no en postre o bebidas, razón por lo cual muy poco se ha desarrollado recetas teniendo como base el frejol rojo como postre. Japón viene elaborando fabulosas recetas de dulce con este producto así:

- Dulce de porotos en panqueques llamado (okashy)
- Pasta de frejol en dulce (anko)
- Galletas de frejol rojo baja en calorías
- El yokan es un delicioso postre de los hogares japoneses, hecho de pasta de frijol rojo y extracto de algas.
- Y ahora mi propuesta un suplemento alimenticio instantáneo hecho de frejol rojo y pasas, una delicia al paladar. (49)

1.2.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Muy pocas veces encontramos alimentos tan completos como es el caso del fréjol, lo que explica su capacidad para satisfacer el apetito y escasez de calorías, lo que resulta el sueño para quienes desean bajar de peso. La composición nutritiva de los frijoles tiene un alto contenido en proteínas y fibra siendo así mimo un proveedor excelente de minerales. (7)

TABLA 1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL FREJÓL CHOLO

CONTENIDO NUTRICIONAL DEL FRIJOL CHOLO POR CADA 100 GRAMOS (CRUDO)		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
HUMEDAD	g	14.7
CALORIAS	Kcal	326.0
PROTEINA	g	19.9
GRASA	g	1.1
CARBOHIDRATOS	g	60.8
FIBRA	g	6.7
CENIZA	g	3.5
CALCIO	mg	119.0
FOSFORO	mg	384.0
HIERRO	mg	5.7
CAROTEOS	mg	0.03
TIAMINA	mg	0.54
RIBLOBLAVINA	mg	0.13
NIACINA	mg	1.61
*ÁCIDO FÓLICO	µg	394

FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIEMNTOS ECUATORIANOS-INUVE 19 ÁCIDO FÓLICO * <http://www.cuidadodelasalud.com>

1.3 LAS PASAS

1.3.1 ORIGEN E HISTORIA

Desde su origen en Asia Menor comienza a ser cultivada sistemáticamente alrededor del año 3500 AC en la región del Mar Caspio. Los egipcios la cultivaban ya por el 2440 AC, llevaron la uva a Grecia (600 AC), a Italia (300 AC) y hasta el sur de Francia. Así se constituyó junto con el trigo y el aceite de oliva como uno de los tres alimentos básicos de estos países mediterráneos. El cultivo de la vid se popularizó en la época del Imperio Romano, difundiéndose por toda Europa y hasta Inglaterra y África. Sin embargo, luego de la caída del Imperio, el cultivo de la uva queda confinado a monasterios y conventos. (35)

Hoy en día, la vid se cultiva en las regiones cálidas de todo el mundo, siendo los mayores productores: Australia, Sudáfrica, los países de Europa (Italia, Francia, España, Portugal, Turquía y Grecia) y en el continente americano, los mejores viñedos se encuentran en

California, Chile y Argentina. Existen innumerables variedades de uvas con grandes diferencias entre sí; en forma, tamaño, tonalidad de los frutos, productividad, calidad, etc. (36)

1.3.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

vitis vinifera (vid de uva común) es una especie de *vitis*, nativo de la región del Mediterráneo, Europa central y suroeste de Asia, procedentes de Marruecos y Portugal del norte al sur de Alemania y al este al norte de Irán. Es una planta que crece a 35 metros de altura, con corteza escamosa. Las hojas son alternas, palmeado lobuladas, 5-20 cm largo y amplio. El fruto es una baya, conocida como una uva; en las especies silvestres es de 6 mm de diámetro y madura de color púrpura oscuro a negruzco con una floración de cera pálido; cultiva plantas es generalmente mucho más grande, hasta de 3 cm de largo, y puede ser verde, rojo o púrpura (negro). La especie ocurre típicamente en arroyos y bosques húmedos. (47)

La uva se come fresca, procesa para hacer vino, o secado para producir pasas. Cultivares de *vitis vinifera* forman la base de la mayoría de los vinos producidos en el mundo. Todas las variedades de vinos familiares pertenecen a *vitis vinifera*, que se cultiva en todos los continentes excepto la Antártida y en todas las principales regiones vitivinícolas del mundo. Para muchos, las uvas son un alimento de gran beneficio. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el otro lado de éstas: las pasas. En muchas ocasiones, se desprecia a las pasas y se ignora su alto contenido nutritivo para el organismo. (47)

Las pasas son uvas secas que al deshidratarse se convierten en un fruto dulce de color oscuro. Aun así, las pasas ofrecen más nutrientes que las pasas en sí. Las pasas se convierten en una gran fuente de energía, por su contenido de hidratos de carbono. Por ello, son recomendables para los deportistas o las personas que están en constante actividad física. Los frutos, al estar secos, su concentrado nutricional es mayor, ya que la uva ha perdido el agua y se han quedado los azúcares que son los causantes del característico sabor de las pasas y su alto contenido energético. (10) (47)

También destaca su alto contenido en potasio, que mantiene un perfecto funcionamiento del organismo, ya que ayuda a eliminar líquidos del cuerpo, pues es un buen diurético y a mantener los tendones y articulaciones en perfectas condiciones, ya que evita la aparición de calambres. (10) (47)

La fibra forma parte de las pasas, y es necesaria para mantener un perfecto tránsito intestinal, ayuda a eliminar toxinas y sustancias de deshecho del organismo. También mejoran la circulación sanguínea y evitar la formación de coágulos que nos pueden causar algún que otro contratiempo. Además, previene la aparición de placas en las paredes del corazón que poco a poco van minando su funcionamiento. (25) (26)

Las pasas, al igual que las uvas, son una buena fuente de antioxidantes. Esto se debe al alto contenido de bioflavonoides que nos vamos a encontrar en ellas, y que sirven de protección celular, evitando que se vean afectadas por el ataque de los radicales libres, y logrando prolongar su juventud por más tiempo. Estas sustancias hacen que las pasas sean una buena prevención para determinadas enfermedades como el cáncer. (10) (47)

TABLA 2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS UVAS, PASAS

Parámetros	Valores
Hidratos de carbono:	71.20 g
Fibra:	6.50 g
Azúcares:	1.10 g
Sacarosa:	1.10 g
Gluten:	0.00
Colesterol:	0.00 mg
Agua:	24.00 g
Calcio:	78.00 mg
Hierro:	2.30 mg
Magnesio:	40.00 mg
Fósforo:	129.00 mg
Potasio:	833.00 mg
Sodio:	21.00 mg
Zinc:	0.25 mg
Cobre:	0.37 mg
Manganeso:	0.32 mg
Selenio:	0.60 mcg

Vitamina A (rae):	2.00 mcg_RAE
Beta-caroteno:	12.00 mcg
Vitamina E:	0.20 mg
Vitamina C:	1.00 mg
Vitamina B1:	0.15 mg
Vitamina B2:	0.08 mg
Vitamina B3:	0.50 mg
Vitamina B5:	0.35 mg
Vitamina B6:	0.00 mcg
Vitamina B12:	2.00 g
Ceniza:	2.00 g
Folato:	4.00 mcg
Ácido fólico:	3.00 mcg_DFE
Índice glucémico:	64.00
Calorías [kilocalorías]:	268.00 kcal
Proteína:	2.30 g
Triptófano:	0.01 g
Treonina:	0.09 g
Isoleucina:	0.09 g
Leucina:	0.13 g
Lisina:	0.13 g
Metionina:	0.02 g
Fenilalanina	0.09 g
Valina:	0.12 g
Tirosina:	0.02 g
Histidina:	0.09 g
Arginina:	0.53 g
Cistina:	0.01 g
Serina	0.09 g
Alanina:	0.15 g
Glicina	0.11 g
Ácido glutámico:	0.20 g
Prolina:	0.28 g
Ácido aspártico:	0.15 g
Grasas:	0.50 g
Ácidos grasos saturados:	0.16 g
16:0:	0.14 g
18:0:	0.02 g
Ácidos grasos monoinsaturados	0.02 g
Ácidos grasos omega-9:	0.02
Ácido oleico 18:1 (n-9):	0.02 g
Ácidos grasos poliinsaturados:	0.14 g
18:2 indiferenciado:	0.11 g
18:3 indiferenciado:	0.03 g

FUENTE: (<http://www.vitalimentos.es>)

1.4 ALIMENTOS DESHIDRATADOS

La actividad de agua es la cantidad de humedad que tiene un alimento, todos los alimentos tienen actividad de agua, unos poseen una alta actividad de agua a diferencia de otros que tienen una muy baja. (27)

La desecación consiste en extraer la humedad contenida en los alimentos mediante las condiciones ambientales naturales; la deshidratación es el mismo proceso, pero recurriendo a la acción del calor artificial. Se sabe que la proliferación microbiana no tiene lugar en presencia ni en ausencia de agua pura. Consecuentemente, cualquier sustrato sobre el que se multipliquen los organismos se puede considerar como una disolución acuosa. Por tanto, la desecación o deshidratación lleva a disminuir la humedad relativa o la actividad del agua y, en estas condiciones, los microorganismos no crecen y la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas de alteración quedan detenidas. (11)

La deshidratación es una de las formas más antiguas de procesar alimentos. Los alimentos deshidratados no necesitan ser refrigerados y conservan mejor sus componentes nutricionales ya que el proceso es simple y fácil de realizar.

Este método consiste en remover el agua de los alimentos hasta que su contenido se reduzca a un 10 o 20% con el objeto de prolongar la vida útil de los productos agrícolas. (11)

El deshidratado consiste en eliminar el agua que contienen los alimentos, mediante evaporación por medio de fuentes de calor solar o eléctrico. El eliminar el agua de los tejidos impide el crecimiento de las bacterias, mohos y levaduras que no pueden vivir en un medio seco. Los alimentos deshidratados mantienen gran proporción de su valor nutritivo y de su sabor original, si el proceso se realiza en forma adecuada. (11)

1.4.1 SECADOR DE BANDEJAS

El secador de bandejas, o secador de anaqueles, consiste en un gabinete, de tamaño suficientemente grande para alojar los materiales a secar, en el cual se hace correr suficiente cantidad de aire caliente y seco. En general, el aire es calentado por vapor, pero no saturado, de modo que pueda arrastrar suficiente agua para un secado eficiente. (44)

Es necesario hacer notar una situación interesante de optimización de secadores. En este caso, cuando se calienta el aire con vapor, debe tomarse en cuenta varios aspectos, si nos situamos en la carta psicrométrica, el aire a utilizar, debe poseer una temperatura de bulbo húmedo alta, una entalpía alta, pero una humedad relativa baja.

Puesto, que la operación de secado, como cualquier operación de transferencia, depende del tiempo de contacto interfacial (el cual no varía notablemente en este tipo de secador debido a la variación de la velocidad del aire), el área de contacto interfacial (que para nuestro caso requerimos que sean sólidos en terrones, o granos, para aumentar esta relación), el gradiente de temperatura y de humedad y la resistencia.

En general, en este tipo de secadores, las variables que pueden fijarse o variarse son los gradientes, he allí la importancia que el aire no entre frío ni húmedo, puesto que esto minimiza el gradiente y elimina la eficiencia del secador. Esto último es cierto para todos los tipos de secadores, no obstante, es más marcado en este tipo de secador, puesto que en los siguientes, las otras variables no son tan rigurosamente fijas. (44)

1.4.2 EFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS

1.4.2.1 TEXTURA

En los alimentos adecuadamente escaldados las pérdidas de textura están provocadas por la gelatinización del almidón, la cristalización de la celulosa y por tensiones internas

provocadas por variaciones localizadas en el contenido del agua durante la deshidratación. Estas tensiones dan lugar a roturas y compresiones que provocan distorsiones permanentes en la célula, relativamente rígidas, confiriendo al alimento un aspecto arrugado. (30)

1.4.2.2 BOUQUET Y AROMA

El calor no sólo provoca el paso del agua a vapor durante la deshidratación, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento.

La intensidad con la que esta pérdida se produce, depende de la temperatura y de la concentración de sólidos en el alimento, así como de la presión de vapor de las sustancias volátiles y la solubilidad en el vapor de agua.

Una segunda causa importante de las pérdidas de aroma por la deshidratación, la constituye la oxidación de los pigmentos, vitaminas y lípidos durante el almacenamiento. Estas oxidaciones se producen por la presencia de oxígeno, como consecuencia de la estructura porosa que se desarrolla durante la deshidratación. (30)

1.4.2.3 COLOR

La deshidratación cambia las características de la superficie del alimento y por tanto su color y reflectancia. Los cambios químicos experimentados por los pigmentos derivados, el caroteno y la clorofila, son producidos por el calor y la oxidación que tienen lugar durante la deshidratación. Por lo general, cuanto más largo es el proceso de deshidratación y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas en estos pigmentos valor nutritivo.

La solubilidad de las vitaminas en agua depende de la vitamina en cuestión. A medida que el proceso de deshidratación avanza algunas vitaminas.

Por ello, los tiempos de deshidratación deben ser cortos, las temperaturas bajas y durante el almacenamiento, el contenido en agua y la concentración de oxígeno debe también mantenerse bajos para evitar posibles pérdidas que, de lo contrario, podrían llegar a ser importantes. (30)

1.5 **ÁCIDO FÓLICO**

El ácido fólico, folacina o ácido pteroil-L-glutámico (la forma aniónica se llama folato), conocida también como vitamina B9, es una vitamina hidrosoluble del complejo de vitaminas B, necesaria para la formación de proteínas estructurales y hemoglobina (y por esto, transitivamente, de los glóbulos rojos); su insuficiencia en los humanos es muy rara. Los términos "fólico" y "folato" derivan su nombre de la palabra latina *folium*, que significa hoja de árbol. (34)

La vitamina B9 ayuda a convertir la vitamina B12 en una de sus formas coenzimáticas y participa en la síntesis de ADN requerido para un rápido crecimiento celular. Del mismo modo actúa como coenzima en la transferencia de grupos monocarbonados. Interactúa con B12 y Vit C. (34) (41)

El ácido fólico no posee actividad coenzimática, pero sí su forma reducida, el ácido tetrahidrofólico, representado frecuentemente como FH_4 o TFH. Actúa como transportador intermediario de grupos con un átomo de carbono, especialmente grupos formilo, que se precisa en la síntesis de purinas, compuestos que forman parte de los nucleótidos, sustancias presentes en el ADN y el ARN, y necesarias para su síntesis durante la fase S del ciclo celular en donde es la fase en la cual se duplica por entero el material hereditario, el cromosoma pasa de tener un cromatidio a tener dos, cada uno de ellos compuesto por una doble hélice de ADN producto de la duplicación de la original, como la replicación del ADN es semiconservativa, las dos dobles hélices hijas serán exactamente iguales, y por tanto los cromatidios hermanos, genéticamente idénticos., y por lo tanto para la división celular; también actúa en la transferencia de grupos metenilo

y metileno. El ácido tetrahidrofólico también actúa en la ruta de las pirimidinas, al modificar el anillo de uridina para formar la tiamina al ceder un grupo metilo. (34) (41)

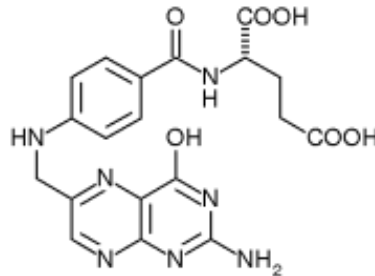


FIGURA N° 1 ESTRUCTURA DEL ÁCIDO FÓLICO

1.5.1 FUNCIONES:

- Actúa como coenzima en el proceso de transferencia de grupos monocarbonados.
- Interviene en la síntesis de purinas y pirimidinas, por ello participa en el metabolismo del ADN, ARN y proteínas.
- Es necesario para la formación de células sanguíneas, más concretamente de glóbulos rojos.
- Reduce el riesgo de aparición de defectos del tubo neural del feto como lo son la espina bífida y la anencefalia.
- Disminuye la ocurrencia de enfermedades cardiovasculares.
- Previene algunos tipos de cáncer.
- Estimula la formación de ácidos digestivos.
- Es importante en la formación de la placenta durante el embarazo ya que su ausencia se asocia a la placenta previa, un problema ginecológico con importantes consecuencias para el embarazo
- Ayuda a prevenir la aparición de algunas neoplasias como el cáncer de colon. Se ha demostrado que la administración de suplementos de ácido fólico durante largos periodos ha sido útil en la prevención de neoplasias como los cánceres de mama y de colon.
- Actúa estimulando la formación del ácido en el estómago, necesario para la digestión de los alimentos. (41)

1.5.2 PROPIEDADES DEL ÁCIDO FÓLICO

- El ácido fólico es necesario para tener una buena división celular, para un desarrollo adecuado del feto, para aumentar la fertilidad femenina, para favorecer la formación de los glóbulos rojos, para mejorar la salud del corazón, prevenir el cáncer, prevenir la depresión, retrasar el avance de la esclerosis múltiple y de la vejez prematura. (41)
- La vitamina B9 interviene en la síntesis del ácido nucleico (RNA y DNA), por lo que participa en la división celular y ayuda en el metabolismo de las proteínas.
- Junto con el ácido pantoténico o B5 y el PABA (ácido para amino benzoico) puede, en algunos casos, retrasar o detener la aparición de canas.
- Es muy beneficioso en la menopausia ya que parece favorecer el mantenimiento de los niveles de estrógenos.
- La American Heart Association (AHA) incluso afirma que podría disminuir la incidencia de Isquemia coronaria y otros problemas cardiovasculares como el Infarto.
- En el caso del cáncer de colon también parece importante tener unos buenos niveles de ácido fólico junto a una buena dieta y evitar la obesidad y el alcohol. (41)

1.6 ÁCIDO FÍTICO

El ácido fítico es un compuesto que contiene fósforo y se encuentra en forma natural en muchos vegetales. Como nuestro organismo no lo sintetiza, sólo lo obtenemos a través de la alimentación con cereales (sobre todo integrales), legumbres (garbanzos, lentejas, soja), frutas secas (almendras, nueces, maní) y semillas (sésamo, lino, zapallo, amapola). (12)

Cuando es ingerido, produce efectos fisiológicos y bioquímicos adversos, ya que obstaculiza el aprovechamiento nutricional de minerales, llegando a ser tóxico en algunos casos y es considerado el principal antinutriente de cereales y legumbres. Puede inhibir la

absorción de minerales de interés nutricional, al formar con ellos compuestos insolubles, impidiendo su absorción. Así, los iones metálicos como: calcio (Ca^{2+}), cobre (Cu^{2+}), hierro (Fe^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), manganeso (Mn^{2+}) y zinc (Zn^{2+}), reaccionan con el ácido fítico, integrando los fitatos que no son aprovechados nutricionalmente por el hombre. (12)

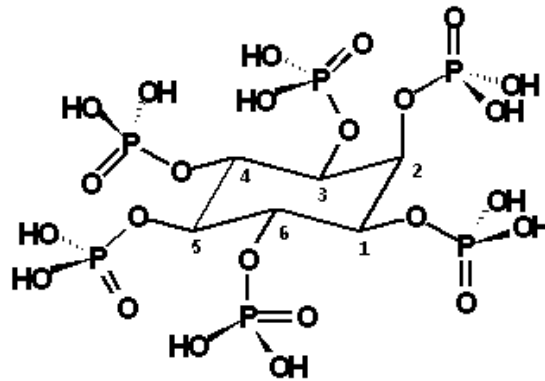


FIGURA N° 2 ESTRUCTURA DEL ÁCIDO FÍTICO

Otro efecto a nivel nutritivo del ácido fítico es su interacción con las proteínas formando complejos proteína–fitato a pH ácido y proteína–mineral–fitato a pH básico. Asociado a esto, pueden aparecer problemas en la salud tan importantes como alteraciones en el crecimiento de los niños, anemia, disfunciones reproductivas, cáncer, enfermedades cardíacas o alteraciones inmunológicas. (12)

Sin embargo, estudios recientes indican que, en proporciones adecuadas, el ácido fítico puede tener un papel beneficioso para la salud. Numerosos estudios han demostrado sus propiedades antiinflamatorias y antitumorales debidas a su capacidad para inhibir la proliferación celular, inducir la muerte celular programada, así como de regular la expresión de determinados genes que originan el cáncer. El ácido fítico ha sido también reconocido por su capacidad para estimular el sistema inmune, prevenir la formación de cálculos renales y reducir el riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares. (12) (13)

En algunas ocasiones, pueden ser beneficiosas las interacciones del ácido fítico con cationes como cuando se unen con metales tóxicos como cadmio (Cd^{2+}), plomo (Pb^{2+}) o

aluminio (Al^{3+}) y de esta forma estos metales son excretados por las heces y no producen daño. O cuando se une al Zn^{2+} o al Mg^{2+} , reduciendo la biodisponibilidad de estos minerales necesarios para la síntesis de ADN, evitando la proliferación celular y confiriéndole propiedades anticancerígenas.

La soya contiene niveles muy elevados de fitatos, que producen una disminución de la biodisponibilidad de diversos metales. Por tal razón, los vegetarianos y bebés alimentados con productos a base de soya deben utilizar estrategias que minimicen los fitatos en la dieta. Los métodos físicos (como la molienda o triturado) utilizados en el procesamiento industrial de este cereal, consiguen reducir los niveles de ácido fítico y fitatos, aunque el remojo y la germinación de las semillas, así como los procesos de fermentación han demostrado ser más eficaces en su eliminación. (12) (13)

Se puede reducir el ácido fítico en los productos de panificación, mejorando la disponibilidad de calcio, hierro, zinc, etc. siendo fundamental la etapa del amasado por favorecer la activación de una enzima del grano (fitasa) que hidroliza el ácido fítico originando derivados con un menor número de fosfatos e incluso a inositol libre, que tienen menor capacidad de unirse a minerales. Normalmente, a un pH de 5,5 la actividad de la fitasa es máxima a una temperatura de 60°C y se inactiva a los 70°C , por lo que bajo las condiciones de cocción lo más probable es que se encuentre inactivada. (13)

Los cereales y leguminosas sometidos a tratamientos térmicos experimentan una reducción en el contenido de fitatos que, a su vez, está en función de una serie de factores como el tipo de tratamiento térmico, la temperatura utilizada, el pH y la presencia de proteínas y cationes asociados al ácido fítico. (12) (13)

1.7 ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO

Entendemos por Análisis Básico proximal, la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteínas, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractables no

nitrogenadas (ELN) se determinan por calculo restando la suma de estos cinco componentes de 100%, para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína, grasa o fibra. (1)

Dar valor de uno de estos parámetros definidos a continuación, significa que se da el valor de la medición realizada conforme al método que, aunque pueda diferir en ocasiones de la realidad, permite obtener valores homogéneos y reproducibles que permiten la comparación entre diversos alimentos.(1)

1.7.1 HUMEDAD

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por algunas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas Alimentarias, 1970), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos especialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrogeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. (1) (9)

En la mayoría de las industrias alimentarias la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales.

Existen varias razones, principalmente las siguientes:

- El agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.

- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua, ejemplo: la sal, el azúcar.
- La cantidad de agua puede afectar la textura, ejemplo: carnes curadas.
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos. (1) (9)

1.7.2 CENIZAS

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas, una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo corresponde al contenido de minerales del alimento. (1) (9)

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite establecer la cantidad comercial o tipo de harina.
- Da a conocer las adulteraciones en alimentos, en donde se adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc., como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche que empieza a acidificarse respectivamente.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales.
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. (1) (9)

1.7.3 FIBRA

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucilagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que se

degradan estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) ejerciendo una acción reguladora del peristaltismo, además facilitando la evacuación de las heces fecales. (1) (9)

El AOAC define a la fibra cruda como “la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión acida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas”. La fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. (1) (9)

1.7.4 PROTEÍNA

Entre todos os compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida. (1) (9)

Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en periodo de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso. (1) (9)

Las proteínas de los alimentos contienen aminoácidos que tienen varios grupos funcionales, por lo que muestran una amplia variedad de reacciones químicas. Debido a que los alimentos contienen mezclas de proteínas, los métodos directos para la estimación de proteínas deben ser calibrados contra un método estándar de referencia para nitrógeno, por ejemplo, el procedimiento de Kjeldhal. (1) (9)

1.7.5 EXTRACTO ETÉREO

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de esteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico.

(1) (9)

Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores ejemplo, la mantequilla. (1) (9)

Los lípidos son insolubles en agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. Se encuentran lípidos, tanto en vegetales como en los animales. Muchos vegetales acumulan considerables cantidades de lípidos en los frutos y semillas. Los animales tienen grasa en las diferentes partes de su cuerpo, especialmente entre la piel y los músculos, en la medula de los huesos y alrededor de las vísceras. (1) (9)

Hay lípidos sólidos, denominados grasas y líquidos denominados aceites. El termino grasa se emplea para aquellas mezclas que son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, en tanto que el termino aceite se aplica a mezclas que son líquidas a temperatura ambiente. (1) (9)

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes, actuando:

- Como componentes estructurales de las membranas.
- Como formas de transporte y almacenamiento de combustible catabólico
- Como cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos
- Como componentes de la superficie celular relacionados con el reconocimiento de las células, la especificidad de especie y la inmunidad de los tejidos. (1) (9)

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua. Se disponen e estos en numerosos diseños, pero básicamente son de dos tipos: el tipo Bolton o Bailey-Walker y el tipo Soxhlet. (1) (9)

1.7.6 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO

Eminentemente energético, son sustancias que producen calor y energía de movimiento. Lo componen los azúcares y en particular la fibra, el almidón o fécula, se determina por cálculo restando de 100 la suma de los cinco componentes restante como son: proteína, fibra, cenizas, grasa, humedad. (1) (9)

1.7.7 pH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son probablemente, las determinaciones que se hacen con más frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como la proliferación de microorganismos. Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero, para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros. (1) (9)

1.7.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El contenido de la microbiología es la base para el manejo adecuado de los productos alimenticios así pues el estudio del número y tipo de microorganismos presentes en un alimento dependen de:

- Conocer la fuente de contaminación del producto en exámenes.

- Evaluar las condiciones higiénicas de trabajo en las que se procesan o preparan los alimentos.
- Detectar la posible presencia de flora patógena que causa problemas de salud en el consumidor.
- Establecer en que momento se produce fenómenos de alteración en los distintos alimentos, con el propósito de delimitar su periodo de conservación. (15) (16)

Y si bien el desarrollo microbiano desenfrenado y sus productos y sus productos indeseables ocasionan problemas al dañar nuestros alimentos, los microorganismos también se usan benéficamente para producir alimentos y bebidas de alto valor gastronómico. (16)

1.7.8.1 LEVADURAS Y MOHOS

Las levaduras y los mohos crecen más lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja actividad del agua, crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y jugos, vegetales, quesos, productos cerealícolas, alimentos salazonados y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los deshidratados, cuyo almacenamiento se realicen en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos, que se les considera causantes de la aparición de cáncer en el organismo humano. (17)

Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico. (17)

Únicamente cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración por levaduras no constituye un peligro para la salud. (17)

1.8 EVALUACION SENSORIAL

La evaluación sensorial se centra en todos los sentidos, a pesar de que se entienda comúnmente que es tan solo el saber el único involucrado. (18)

La evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realizan con los sentidos. La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto. (18)

El análisis sensorial o evaluación sensorial es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto, y el tacto, por lo tanto, la Evaluación Sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el instrumento utilizado son las personas. La palabra sensorial se deriva del latín sensus, que quiere decir sentido. (18) (20)

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico-químico o microbiológico, que solo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando se grado de aceptación o rechazo. (18) (20)

1.8.1 Atributos sensoriales

- Gusto y sabor
- Aroma y olor

– Color y textura

1.8.1.1 Gusto y sabor

Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo.

El resto de las sensaciones gustativas proviene de la mezcla de estas cuatro en diferentes proporciones que causan variadas interacciones.

Se define por sabor como la percepción percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío, dolor. (20) (43)

1.8.1.2 Aroma y olor

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato.

Aroma es el principal componente del sabor de los alimentos y esto podemos comprobarlo cuando tenemos un resfriado o constipado, ya que entonces, si probamos una manzana, una patata cruda, etc. sabrán igual.

Ya que el aroma no es detectado por la nariz sino en la boca, ésta puede quedar insensibilizada a los aromas y sabores por el uso y el abuso del tabaco, drogas o alimentos picantes o muy condimentados. (20) (43)

1.8.1.3 Color y textura

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia:

- Longitud de onda, intensidad de luz y grado de pureza.
- El sentido de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por las lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes en la retina.
- La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color.
- El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad.
- El consumidor espera un color determinado para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa.
- Textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista, el oído, se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación.

Los consumidores están cada vez más conscientes de la textura de los alimentos ya que la variedad de productos alimenticios en el mercado se incrementan día a día y los nuevos productos basan su atractivo en nuevas y diferentes texturas más que en nuevos sabores u otras propiedades sensoriales. (20) (43)

1.9 PRUEBAS DE ORDENACIÓN

Es un método para seleccionar una o dos de las mejores muestras de un grupo más o menos definido. (43)

En esta prueba no se tiene ninguna indicación de las diferencias que hay entre las muestras, ya que son ordenadas en relación una con otra en función de una característica o de su aceptabilidad en panel. (19)

Como es lógico, los resultados de estas pruebas no se pueden comparar salvo que se hayan hecho con las mismas muestras. En este tipo de pruebas el número mínimo de muestras debe ser tres y han de presentarse a los diferentes catadores de manera aleatoria, para evitar las influencias y prejuicios de presentación. (19)

El tratamiento estadístico, si no se dispone de uno informatizado, se puede hacer con un análisis de varianza o bien realizarlo sobre la base de las tablas de Kramer para ver se la suma de las puntuaciones asignadas es significativa. (43)

CAPITULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La investigación se llevó a cabo en los siguientes laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: Alimentos, Bioquímica, Química Industrial, Química Instrumental y el Laboratorio del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia de Tecnología Ambiental. CESSTA-ESPOCH.

2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIAL VEGETAL

- El fréjol (*phaseolus vulgaris*) CAMARI procedente de Grupo Social fepp (Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio)
- Las pasas (*vitis vinífera*) SUPERMAXI distribuido por Corporación Favorita C.A.

2.2.2 EQUIPOS

- Balanza analítica-SHIMADZU
- Balanza de precisión-SHIMADZU
- Bomba al vacío
- Cabina extractora de gases
- Cámara fotográfica-Sonny
- Computadora-Toshiba

- Cronómetro
- Desecador
- Equipo Kjeldhal-BUCHI
- Equipo Soxhlet
- Estufa-MEMMERT
- HPLC-SHIMADZU
- Tamiz- THERMO
- Mufla-THERMO
- pHmetro-Hanna
- Reloj
- Selladora

2.2.3 MATERIALES

- Buretas
- Cápsulas de porcelana
- Crisoles de porcelana
- Espátula
- Matraces volumétricos
- Papel filtro
- Probetas graduadas
- Pinza de bureta
- Pipetas volumétricas
- Pizeta
- Secador de bandejas
- Soporte universal

2.2.4 REACTIVOS

- Ácido Bórico
- Ácido Clorhídrico

- Ácido Fosfórico
- Ácido Sulfúrico
- Buffer Fosfatos pH: 6,8
- Agua Bidestilada
- Azul de Metileno
- Hidróxido de Sodio
- Metanol
- Solución de Fehling A y B

2.3 MÉTODOS

2.3.1 FASE EXPERIMENTAL

2.3.1.1 TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE FRÉJOL:

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Fac. de Ciencias ESPOCH

1. PRINCIPIO

Cuando los gránulos de almidón, se calientan en agua, se hincha (absorción de agua), tornándose traslúcidos y solubles, es decir, existe mayor movilización del almidón del gránulo al solvente, el gránulo pierde su poder birrefringente y no puede ser obtenido nuevamente bajo su forma original. Esto se conoce con el nombre de gelatinización.

En esta etapa hay un repentino incremento de la viscosidad (consistencia) de la suspensión; esto puede utilizarse como indicador de que se ha alcanzado la temperatura de gelatinización de la suspensión del almidón.

El almidón se hace más digestible por la gelatinización, puesto que las moléculas no se encuentran ya tan estrechamente agrupadas y las enzimas digestivas pueden entonces llegar al interior del grano de almidón. (4)

2. PROCEDIMIENTO

- Calentar 10 o 15 mL de la suspensión de almidón (5 u 8%) en un tubo de ensayo (o en un vaso de 250 mL) hasta alcanzar los 50°C, con agitación continua.
- Mantenerlo así unos pocos minutos y retirar el tubo de ensayo.
- Enfriar y poner una gota de suspensión en un portaobjetos.
- Anadir solución de lugol, observar el color y anotar.
- Poner el cubreobjetos y observar al microscopio con lente 40X.
- Volver a poner el tubo con la suspensión de almidón en el baño de gua, ahora hasta 55°C y repetir la observación al microscopio.
- Repetir la prueba a 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C.
- Examinar todos los portaobjetos y comparar su estructura, observar la hinchazón de los gránulos a cada temperatura, así como cualquier característica de los mismos que pudiera apreciarse.
- Dibujar las series de esquemas que muestren el efecto del calor en las suspensiones de almidón.
- Anotar la temperatura después de la cual no se produce más hinchazón de los gránulos de almidón, es decir la temperatura de gelatinización, tomar una cantidad de almidón gelatinizado y añadir solución de lugol, observar la coloración y anotar (en caso positivo en la temperatura de gelatinización habrá un cambio de color rojizo a azul verdoso).

2.3.1.2 SOLUBILIDAD DEL ALMIDÓN DE FREJOL: YÚFERA P.

1. PRINCIPIO

Cuando el almidón se somete a calentamiento, una vez alcanzada la temperatura de gelatinización o temperatura crítica, el gránulo pierde su estructura organizada, y ya no se observan las cruces de polarización porque se transforma en almidón gelatinizado soluble en agua caliente. (8)

2. PROCEDIMIENTO

- Tomar una cantidad del almidón gelatinizado (5g) y colocar en un tubo de ensayo.
- Añadir agua destilada, agitar y calentar suavemente.
- Dejar en reposo y observar si hay o no sedimento.

2.3.1.3 DESHIDRATACIÓN DEL FRÉJOL COCIDO JUNTO CON LAS PASAS: DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.

1. PRINCIPIO:

El principio básico consiste en eliminar la elevada concentración de agua del alimento para impedir que se desarrollen microorganismos y procesos que se nutren de la humedad. Esto da como resultado un alimento concentrado (en frutas pasas, el azúcar pasa del 6-8% al 50% del peso) y de sabor más intenso.

Ademas existe la posibilidad de generar nuevos alimentos de buena conservación, agradable textura y sabor intenso, con los cuales podremos sustituir preparaciones tradicionales obtenidas con métodos de alta temperatura. (26)

2. PROCEDIMIENTO:

- Para la deshidratación se utilizó un secador de cinco bandejas de capacidad de 1lb cada una.
- Remojar el fréjol rojo en agua.
- Eliminar el agua de remojo, lavar con agua y verter en agua hirviente y cocer en olla de presión por 2 horas.
- Filtrar y reservar el agua de cocción.
- Pesar el fréjol cocido y las pasas para la preparación de la formulación F₁ del suplemento alimenticio (CUADRO N° 1)

- Licuar el fréjol cocido con el residuo de agua de cocción y con las pasas para obtener una masa homogénea
- Colocar la mezcla en las bandejas del deshidratador, procurando que quede una capa fina y deshidratar por 7 horas a 65 °C (tiempo y temperatura establecidos por: Herman Sánchez y Miguel López (2010).
- Moler el deshidratado obtenido, y pasar por tamiz estandarizado ASTM E-11, para lograr partículas de 425 μ .
- Tostar el deshidratado a 290 °C por 1 minutos en un recipiente metálico.
- Enfriar y conservar en fundas ziploc.
- Repetir el proceso para la formulación F₂.

CUADRO No. 1 PREPARACIÓN DE LAS FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO

FORMULACIONES	INGREDIENTES		TOTAL DE LAS FORMULACIONES
	FREJOL	PASAS	
F ₁	80%	20%	100g
F ₂	70%	30%	100g

2.3.1.4 EVALUACION DE LA ACEPTABILIDAD DE LAS DOS FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.

2.3.1.4.1 PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN: TEST DE RANKING O DE ORDENAMIENTO.

1. PRINCIPIO

La evaluación sensorial de los productos alimentarios es un aspecto relevante del análisis general y de ellos derivan estudios de aceptación de un determinado producto. Para ello se aplica diferentes test de respuesta subjetiva, entre los que destaca el test de ordenamiento, que consiste en ordenar una serie de muestras, en orden ascendente de aceptabilidad, preferencia, o de algún determinado atributo (color, volumen, textura, sabor, etc.) del alimento. (43)

2. PROCEDIMIENTO

- Preparar 6 muestras a base de las dos formulaciones del suplemento alimenticio disolviéndolas en leche pasteurizada e hirviéndola por 2 minutos. (CUADRO 2)
- Disponer en una bandeja 6 vasos codificados numéricamente y distribuir a los 35 estudiantes (7 Hombres) (28 Mujeres), junto con la hoja para el reporte de resultados.

CUADRO No. 2 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE LAS DOS FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO PARA LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

MUESTRAS	CODIFICACIONES	FORMULACIONES	CANTIDADES DE LA FORMULACIÓN (g)	VOLUMEN DE LECHE (mL)
M ₁	20	F ₁	10	90
M ₂	35	F ₁	14	86
M ₃	49	F ₁	18	82
M ₄	55	F ₂	10	90
M ₅	67	F ₂	14	86
M ₆	78	F ₂	18	82

2.3.1.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON MAYOR ACEPTABILIDAD.

2.3.1.5.1 DETERMINACION DEL pH: NTE INEN 389

1. Principio

El pH se determina midiendo con un potenciómetro la fuerza electromotriz de una pareja de electrodos, que incluyen un electrodo de vidrio sensible a pH. La sensibilidad se la confiere al electrodo una membrana delgada de vidrio especial que desarrolla un potencial eléctrico en respuesta a un cambio de concentración de H. el bulbo terminal del electrodo de vidrio contiene interiormente una solución de concentración de H en ambos

lados desarrolla una diferencia de concentración de H en ambos lados desarrolla una diferencia de voltaje o potencial que depende del pH de la solución externa.

El electrodo de referencia de calomel se usa para completar el circuito eléctrico y registra una diferencia de voltaje fija entre el electrodo y la solución independiente del pH. La diferencia del voltaje entre los electrodos se mide por un voltímetro que se ha calibrado para leer directamente en unidades de pH siempre que se ajusten inicialmente con una solución tampón de pH conocido.

2. Procedimiento

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Pesar con aproximación al 0.1 mg, 10g de muestra preparada y colocar en un vaso de precipitación, añadir 100 mL de agua destilada, recientemente hervida y enfriada, agitar suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas.
- Continuar la agitación durante 30 minutos a 25 °C, de modo que las partículas de almidón se mantengan en suspensión, y dejar en reposo para que el líquido se decante.
- Determinar el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

2.3.1.5.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NTE INEN 518

1. Principio

El método para determinar la cantidad de agua presente en la muestra se basa en la pérdida de peso de la muestra por calentamiento en una estufa, refiriendo su peso al peso total de la muestra y expresada como porcentaje.

2. Procedimiento

- Tarar la cápsula de porcelana previamente.
- Pesar 5g de muestra (previamente realizando su desmuestra) en un vidrio reloj.
- Colocar en la estufa a $103\text{ C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 3 horas.
- Enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- La determinación debe realizarse por duplicado.

Cálculos:

$$\text{HUMEDAD (\%)} = \{(m_1 - m_2) / (m_1 - m)\} * 100$$

$$\% \text{SS} = 100 - \% \text{HUMEDAD}$$

Dónde:

SS= sustancia seca en porcentaje en masa.

m = masa de la cápsula en g.

m_1 = masa de cápsula con la muestra en g.

m_2 = masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g.

2.3.1.5.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS (método de incineración en mufla).

1. Principio

Esta determinación se da por medio de la incineración seca, en donde se quema la sustancia orgánica de la muestra problema a una temperatura de 500°C , donde las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero tenemos que observar que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura).

2. Procedimiento

- Colocar la cápsula con la muestra seca resultado de la determinación del contenido de humedad en la Sorbona sobre un mechero, para calcinar hasta la ausencia de humos.
- Transferir la cápsula a la mufla e incinerar a 500 °C por un lapso de 2-3 horas, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso.
- Sacar la cápsula y colocar en desecador, enfriar.
- Pesar la cápsula.
- Realizar la determinación, debe hacerse por duplicado.

$$\text{CENIZAS}_{\text{MS}} (\%) = \{(m_1 - m_2)/(m_1 - m)\} * 100$$

Dónde:

%C = contenido de cenizas en porcentaje en masa en muestra seca.

m = masa de la cápsula vacía en g.

m₁ = masa de la cápsula con la muestra antes de la incineración en g.

m₂ = masa de la capsula con las cenizas después de la incineración en g.

2.3.1.5.4 INVESTIGACIÓN DE AZÚCARES: Método de FEHLING

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Fac. de Ciencias ESPOCH.

1. Principio

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estas incluyen a todos los monosacáridos y los disacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídicos o cetónicos y por tanto son

carbohidratos no reductores (hasta que son hidrolizados en los azúcares reductores que los forman). Estas propiedades se usan para cuantificar azúcares por la medición de la reducción del Cu (I) al Cu (II).

El licor de Fehling consiste en tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcar reductor. (4)

AZÚCARES REDUCTORES

2. Procedimiento

- Colocar 3 mL de solución problema en un tubo de ensayo.
- Añadir 1 mL de solución de Fehling (0.5 mL de Fehling A y 0.5 mL de Fehling B)
- Calentar hasta ebullición en un baño de agua.
- Filtrar
- Colocar el filtrado en un tubo de ensayo
- Añadir 3 mL de HCl diluido al 10%
- Calentar a ebullición en un baño de agua, durante dos minutos.
- Enfriar
- Añadir carbonato sódico sólido para neutralizar el exceso de ácido, hasta que se produzca efervescencia.
- Añadir 1 mL de solución de Fehling (0.5 mL de Fehling A y 0.5 mL de Fehling B)
- Calentar hasta ebullición en un baño de agua.

Resultado

- El precipitado de color rojo ladrillo indica la presencia de azúcares no reductores.
- Si es negativo para azúcares reductores
- Colocar 5 mL de solución problema en un tubo de ensayo.

- Añadir 3 mL de HCl diluido al 10%
- Calentar a ebullición en un baño de agua, durante dos minutos, enfriar.
- Añadir carbonato sódico sólido para neutralizar el exceso de ácido, hasta que se produzca efervescencia.
- Añadir 1 mL de solución de Fehling (0.5 mL de Fehling A y 0.5 mL de Fehling B)
- Calentar hasta ebullición en un baño de agua.

Resultado

- El precipitado de color rojo ladrillo indica la presencia de azúcares no reductores.

2.3.1.5.5 DETERMINACIÓN DE GRASA O EXTRACTO ETÉREO MÉTODO DE SOXHLET

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Fac. de Ciencias ESPOCH.

1. Principio

Los lípidos son insolubles en agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en solventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo.

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua. (4)

2. Procedimiento

- Pesar 2 g de muestra seca y colocar en el dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación.

- En el balón previamente tarado, adicionar 50 mL de éter etílico o éter de petróleo (se puede usar también hexano) o la cantidad adecuada dependiendo del tamaño del equipo embonar la cámara de sifonación al balón.
- Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación.
- Encender la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 8 a 12 h
- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente.
- El balón con la grasa bruta o cruda coloca en la estufa por media hora, enfriar en el desecador y pesar.

Cálculos

$$\%G (\% Ex. E) = \{(P_1 - P) / m\} * 100$$

%G= grasa cruda o bruta en muestra seca expresando en porcentaje en masa en muestra seca.

P₁= peso del balón más la grasa cruda o bruta extraída en g.

P= masa del balón de extracción vacío en g.

2.3.1.5.6 DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 920.86).

1. Principio

La fibra es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas que se basa en la separación sucesiva de la ceniza, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno. Las condiciones mas comunes son tratamientos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hierve, ácido clorhídrico diuido, alcohol y éter. Este tratamiento empírico proporciona la fibra cruda que consiste principalmente en el contenido de celulosa además de la lignina y hemicelulosa contenidas en la muestra.

2. Procedimiento

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel de aluminio y se registra este peso. (W_1)
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota el peso. (W_2)
- A cada vaso con la muestra se coloca 200 mL de H_2SO_4 al 7% mas 2 mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.
- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando adecuadamente (etapa de digestión ácida).
- A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2.5 y se añade 20 mL de NaOH al 22% manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por unos 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.
- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba al vacío, preparando además crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración.
- Se coloca los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200 mL de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.
- Luego se coloca los crisoles en una caja Petri y sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio se añade acetona hasta cubrir el contenido en el crisol para eliminar agua, pigmentos y materia orgánica.
- Posteriormente se pasa los crisoles con toda la caja Petri a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105 C. Se saca al desecador y se realiza el primer peso registrando en primera instancia.
- Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600 °C

2.3.1.5.7 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Técnica AOAC 2049: Macrojeldhal).

1. Principio

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO₂ y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2,5% y titulado con ácido clorhídrico al 0,1N.

2. Procedimiento

- Pesar 0,5 g de muestra seca e introducirla en el tubo digestor macro Kjeldhal.
- Añadir 2 g de mezcla catalizadora (1,8 g de K₂SO₄ o Na₂SO₄ y 0,2 g de CuSO₄), 20 mL de ácido sulfúrico concentrado procurando no manchar las paredes del mismo.
- Colocar el tubo en el digestor, conectar el digestor y la bomba de agua, verificar la entrada de agua en las tres llaves, prender los interruptores de la bomba (1), digestor (1); pulsar el botón prog (aparece 80) luego el de Time (aparece 90), pulsar stop y finalmente run (observar que los 80 y 90 estén titilando). Cuando Time llegue a 0 apagar el digestor y dejar enfriar el tubo.
- Retirar el tubo frío del digestor y adicionar 25 mL de agua destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidifica.
- Colocar el tubo en la parte izquierda del destilador, en la parte derecha del destilador colocar un Erlenmeyer de 500 mL con 50 mL de ácido bórico al 4% y dos gotas del indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromo cresol), se observara un color rojo.

- Cerrar herméticamente la puerta del destilador, conectar el equipo y apagar el interruptor del mismo y seguir las instrucciones del POE.
- Al finalizar la destilación se observará un color verde esmeralda, lavar el equipo.
- Titular el destilado con HCl N/10 hasta observar un color rojo.
- Calcular I% de N₂ y de Proteína.

Cálculos

$$\text{Porcentaje de proteína}_{MS} = \frac{NHCl * 0,014 * 6,25 * mLHCl}{W_2 - W_1}$$

Dónde:

%PB = % Proteína Bruta en muestra seca

W₁ = Peso del papel solo

W₂ = Peso del papel más muestra

0,014 = Mil equivalente del N₂

6,25 = factor para convertir el % de N₂ a % de proteína.

mL HCl = mL de ácido clorhídrico N/10 utilizados al titular.

2.3.1.5.8 DETERMINACIÓN DE ÁCIDO FÓLICO: Cromatografía líquida de alta resolución HPLC.

1. Principio

Técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica. Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, con una fase móvil polar. El ácido fólico es extraído en medio básico y luego analizado por HPLC separándose en una columna C 18 utilizando como fase móvil Buffer fosfatos- MeOH y un detector UV/Visible.

Condiciones:

Columna C18

Flujo 0.5 mL/min

Detector UV/Visible 256nm

Fase móvil 92:8 (Buffer fosfatos - MeOH)

Preparación del estándar de Ácido Fólico

- Pesar 0,0025 g de ácido fólico estándar (100 ppm)
- Añadir 3 mL de KOH (0,1 M)
- Sonicar 10 min
- Adicionar 3 mL de H₂SO₄ (0,1M).
- Aforar con Buffer fosfato a 50 mL
- Filtrar con acrodiscos de membrana
- Colocar en un vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo del suplemento

- Pesar 1 g de la muestra
- Añadir 3 mL de KOH (0,1M)
- Colocar en un balón de 10 mL
- Sonicar 10 min
- Adicionar 3 mL H₂SO₄ (0,1M)
- Aforar con Buffer fosfato a 10 mL
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Cuantificación Ácido Fólico

1. **Concentración de ácido fólico en la muestra (mg/L)** = $\frac{A.M * C.E}{A.E.}$

Dónde:

A.M = Área de la Muestra

A.E = Área del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

$$2. \text{ Concentración del Ácido Fólico en mg/100g} = \frac{C.M * F.D}{10 * P.M}$$

Dónde:

C.M = Concentración de la Muestra

F.D = Factor de Dilución

P.M = peso de la muestra

2.3.1.5.9 DETERMINACIÓN DE ÁCIDO FÍTICO (valoración complexométrica con Fe³⁺).

1. Principio

Se basa en la precipitación del ácido fítico con notable exceso de dilución de Fe (III) en presencia de ácido sulfosalicílico, también en exceso, con el propósito de impedir la adsorción por el precipitado de parte del Fe (III) gracias a la formación de un complejo suficientemente estable.

Por otra parte, el ácido sulfosalicílico sirve de indicador del punto final en la valoración complexométrica del exceso de Fe (III).

2. Procedimiento

- A la muestra desecada, con un peso comprendido entre 2-15 g
- Se añade 40 mL de la solución de HCl-Na₂SO₄ en un matraz de 50-100 mL tapado y se deja por un espacio de 90 min agitando intermitentemente.

- En un tubo de vidrio se pone 20 mL de líquido sobrenadante de la extracción anterior (filtrar si es necesario), 20 mL de la solución de HCl-Na₂SO₄, 20 mL de disolución de Fe(III) y 20 mL de la de ácido sulfosalicílico al 20%.
- Cerrar con un tapón de goma atravesado por un tubo estrecho de vidrio de unos 30 cm de longitud.
- Calentar 15 min en baño maría hirviente.
- Enfriar al chorro del grifo y dejar en posición vertical.
- Comprobar la existencia del precipitado de fitato férrico.
- Separar el sobrenadante limpio 20 mL y depositar en un vaso de precipitación de 250 mL y completar hasta unos 200 mL con agua desionizada.
- Elevar el pH a $2,5 \pm 0,5$ con hidróxido de sodio.
- Calentar alrededor de los 70 °C y titular en caliente el exceso de Fe (III) con disolución de EDTA 0,010 M hasta color amarillo brillante.

Cálculos:

$$\text{Ácido Fítico (\%)} = 1,32 (10 - V) / P$$

Dónde:

V = volumen de disolución de EDTA en mililitros.

P = peso de la muestra en gramos.

2.3.1.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

2.3.1.6.1 DETERMINACIÓN DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) RECuento EN PLACAS PETRIFILM. (Técnica AOAC 997.02).

1. Principio

Se utiliza placas de cultivo de medio seco suplementados con antibióticos, colorantes para mejorar la visualización de crecimiento, y el agente gelificante soluble en H₂O fría.

Suspensiones sin diluir o diluida se añaden a las placas a una velocidad de 1 ml / placa. La suspensión se extiende por aproximadamente 30 cm² área de crecimiento. Se permite agente gelificante para solidificar, las placas se incuban, las levaduras y mohos se cuentan.

2. Procedimiento

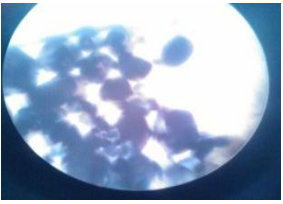
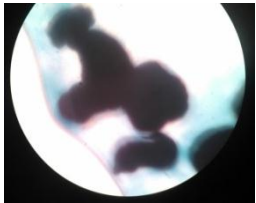
- Preparar una dilución del producto alimenticio a 1:10 o superior. Pesar o pipetear la muestra en una bolsa Whiripac, bolsa Stocher, botella de dilución, o cualquier otro contenedor estéril apropiado.
- Añadir una cantidad adecuada de diluyente. Puede ser los métodos standard de tampón fosfato, agua peptonada al 0,1%, triptona sal, agua destilada, solución salina fosfato tamponada o tampón de Butterfield. No utilizar tampones que contengan citrato de sodio o tiosulfato.
- Mezclar u homogenizar la muestra mediante los métodos usuales. Si se requiere una sensibilidad mayor con los productos lácteos o zumos consultar el folleto para Petrifilm en productos lácteos y zumos.
- Colocar la placa Petrifilm en una superficie plana. Levantar el film superior.
- Con una pipeta perpendicular a la placa Petrifilm colocar 1 mL. de muestra en el centro del film inferior.
- Dejar caer el film superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire.
- Sujetando el aplicador por la barrita soporte, colocar el aplicador para Petrifilm levaduras y mohos sobre la placa Petrifilm.
- Ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.
- Levantar el aplicador. Esperar un minuto a que solidifique el gel.
- Incubar las placas Petrifilm cara arriba en pilas de hasta 20 placas a temperatura de 25 °C ± 1 °C durante 3-5 días.
- Leer las placas Petrifilm en un contador de colonias standard tipo Quebec o una fuente de luz con aumento. Para leer los resultados consultar en la Guía de Interpretación.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE FRÉJOL

CUADRO No. 3 RESULTADOS DE LA TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE FRÉJOL

TEMPERATURA °C	COLOR	GRÁFICO DEL GRANULO DE ALMIDON
50	Rojo	
55	Rojo	
60	Rojo	
65	Rojo	
70	Azul verdoso	
75	Azul verdoso	
80	Azul verdoso	
85 Tg	Azul verdoso	

A temperaturas inferiores a 85 °C, únicamente reacciona la amilopectina con el yodo dando el color rojo característico, por ello la temperatura de gelatinización del almidón del fréjol es 85 °C, donde se alcanza el máximo hinchamiento de los granos de almidón visto al microscopio y sin las estrías características del gránulo y aparece un color azul verdosa; esto ratifica concuerda con Yúfera P. (1979) que expresa que “Cuando el almidón se somete a calentamiento, en presencia de agua, la apariencia de los gránulos no cambian hasta que se alcanza una temperatura crítica, denominada temperatura de gelatinización. En este momento el gránulo pierde su estructura organizada, no observándose ya las cruces de polarización”. (8)

La temperatura de gelatinización obtenida es comparable con la reportada por Miranda P. et al (2013) de 71°C - 81°C, pero corresponde a otra especie de esta leguminosa; sin embargo difiere con la obtenida por García L. (2009) de 64-73°C en la especie *vulgaris*, concordando con lo expuesto por Fennema (2009) en el sentido que “la temperatura de gelatinización se completa hasta los 95 °C y depende del tipo de almidón”. (6) (2)

Cabe señalar que al dejar enfriar la muestra después de alcanzar la temperatura de gelatinización no se observó gelificación, lo cual es una gran ventaja para su utilización en la industria alimentaria en especial en la elaboración de salsas y aderezos.

3.2 SOLUBILIZACIÓN DEL ALMIDON GELATINIZADO Y TOSTACIÓN

La gelatinización provoca el cambio de solubilidad lo que concuerda con lo descrito por Fennema (2008) de que “el almidón gelatinizado es soluble en agua y es de mayor digestibilidad”. Sin embargo el suplemento preparado por contener otras macromoléculas (fibra, proteína) a más de su elevado contenido de almidón (54%) para alcanzar mayor solubilidad, se realizó la tostación a 290 °C por 1 minuto, previa su deshidratación. Proceso que mejoró las características sensoriales (color, olor, sabor) como resultado de la reacción de Maillard como lo confirma Badui (2010), y al disolverlo en leche, se observó un sistema homogéneo. (1)

3.3 DESHIDRATACIÓN DEL FRÉJOL COCIDO JUNTO CON LAS PASAS

Los resultados de la deshidratación se detallan en el CUADRO N° 4 y en los GRÁFICOS N° 1 y N° 2.

CUADRO No. 4 PÉRDIDA DE PESO DE LAS DOS FORMULACIONES DEL FRÉJOL COCIDO MAS LAS PASAS EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN A 65 °C

FORMULACIÓN 1		FORMULACIÓN 2	
TIEMPO(min)	PESO(g)	TIEMPO(min)	PESO(g)
15	309	15	308
30	291	30	298
45	277	45	291
60	263	60	282
75	249	75	274
90	238	90	267
105	228	105	261
120	216	120	254
135	206	135	247
150	200	150	243
165	191	165	235
180	183	180	227
195	175	195	222
210	168	210	216
225	165	225	205
240	162	240	197
255	160	255	189
270	156	270	183
285	153	285	175
300	151	300	171
315	149	315	167
330	147	330	162
345	145	345	158
360	142	360	154
375	140	375	153
390	139	390	151
405	139	405	150
		420	149
		435	148
		450	147
		465	147

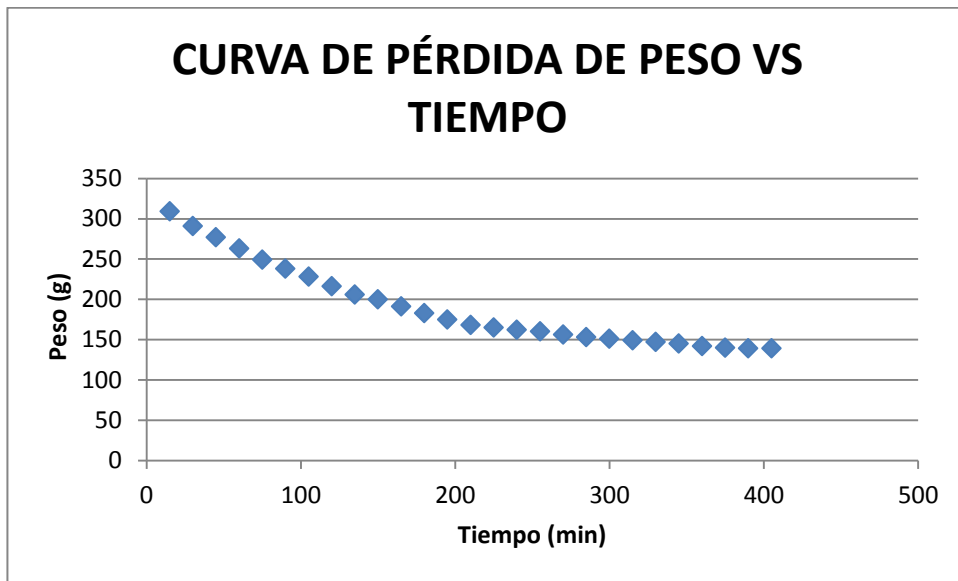


GRAFICO N° 1 CURVA DE PERDIDA DE PESO VS TIEMPO A 65 °C DE LA FORMULACIÓN 1



GRÁFICO N°2 CURVA DE PÉRDIDA DE PESO VS TIEMPO A 65 °C DE LA FORMULACIÓN 2

La deshidratación se realizó a 65 °C, y de acuerdo a la curva de pérdida de peso vs tiempo obtenida para la Formulación 1, se observa que el equilibrio de humedad se alcanza a los 360 minutos de secado y para la Formulación 2 a los 420 minutos; esta diferencia se debe a que la Formulación 2 tiene un mayor contenido de pasas (30%), alimento que según el CODEX ALIMENTARIUS (CODEX STAN 67-1981) tiene 18%

de humedad frente al 14.7 % de humedad que posee el fréjol según lo reporta la tabla de composición de los alimentos ecuatorianos, lo cual provoca que el equilibrio se alcance en un mayor tiempo.

3.4 TABULACIÓN DE DEGUSTACIONES

La tabulación de los resultados de las pruebas para determinar la aceptabilidad de las seis muestras, tres de cada formulación se reportan en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 5 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PARA DETERMINAR LA ACEPTABILIDAD DE LAS SEIS MUESTRAS DE LAS DOS FORMULACIONES

FORMULACIONES	MUESTRAS		SUMATORIA DE PREFERENCIAS
	%	CODIGOS	
F ₁ (80/20)	M ₁ (10g)	20	146
	M ₂ (14g)	35	145
	M ₃ (18g)	49	146
F ₂ (70/30)	M ₄ (10g)	55	80
	M ₅ (14g)	67	109
	M ₆ (18g)	78	109

El grado de preferencia del producto de acuerdo al sabor es inversamente proporcional al valor obtenido en la sumatoria, esto se explica porque se utilizó una escala del 1-6 correspondiéndole al 1 mayor aceptabilidad y al 6 menor aceptabilidad; es decir a menor valor de sumatoria, la aceptabilidad es mayor. Según lo expuesto la Muestra 4 (55) de la formulación F₂ (70/30) es la que obtiene una mayor aceptabilidad con una sumatoria de preferencias de 80.

El porcentaje de cada escala de preferencia para las distintas muestras se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$\%EP_X M_X = \frac{\#P_X M_X}{\# PERSONAS ENCUESTADAS} \times 100$$

Dónde:

- $\%EP_X M_X$ Porcentaje de escala de preferencia X para la muestra X
- $\#P_X M_X$ Numero de preferencias X en la muestra X
- P_X Preferencias (1, 2, 3, 4, 5 y 6)
- M_X Muestras (M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 y M_6)

Los resultados expuestos en el Cuadro N°6 y Gráfico N°3 corresponden a los porcentajes obtenidos en la prueba de preferencia evaluando el sabor de las seis muestras de las dos formulaciones.

CUADRO No. 6 EVALUACIÓN DE LA ESCALA DE PREFERENCIA DEL SABOR DE CADA UNA DE LAS FORMULACIONES DEL SUPLEMENTO.

ESCALA DE PREFERENCIA	ORDEN ASIGNADA A LAS MUESTRAS					
	F ₁ (80/20)			F ₂ (70/30)		
	M ₁ (20)	M ₂ (35)	M ₃ (49)	M ₄ (55)	M ₅ (67)	M ₆ (79)
Primera	5.7%	8.6%	2.9%	42.9%	14.3%	25.7%
Segunda	20%	2.9%	8.6%	22.9%	29%	17.1%
Tercera	11.4%	20%	20%	14.3%	17.1%	17.1%
Cuarta	17.1%	14.3%	25.7%	8.6%	20%	14.3%
Quinta	5.7%	42.9%	22.9%	5.7%	11.4%	11.4%
Sexta	40%	11.4%	20%	5.7%	8.6%	14.3%

El 42.9% de la población tanto hombres como mujeres asignan el primer lugar a la muestra M_4 de la formulación F_2 70/30 ya que su sabor fue de su agrado; corroborando con lo manifestado por Anzaldúa (1994) el sentido de que el sabor es un atributo muy importante de los alimentos ya que en este se combinan tres propiedades el olor, el aroma y el gusto, siendo este la suma de las tres características. En efecto se puede notar que la población prefiere un suplemento alimenticio con sabor ligeramente dulce y agradable ya que las pasas vienen a ser su edulcorante natural además de aportar con sus nutrientes.

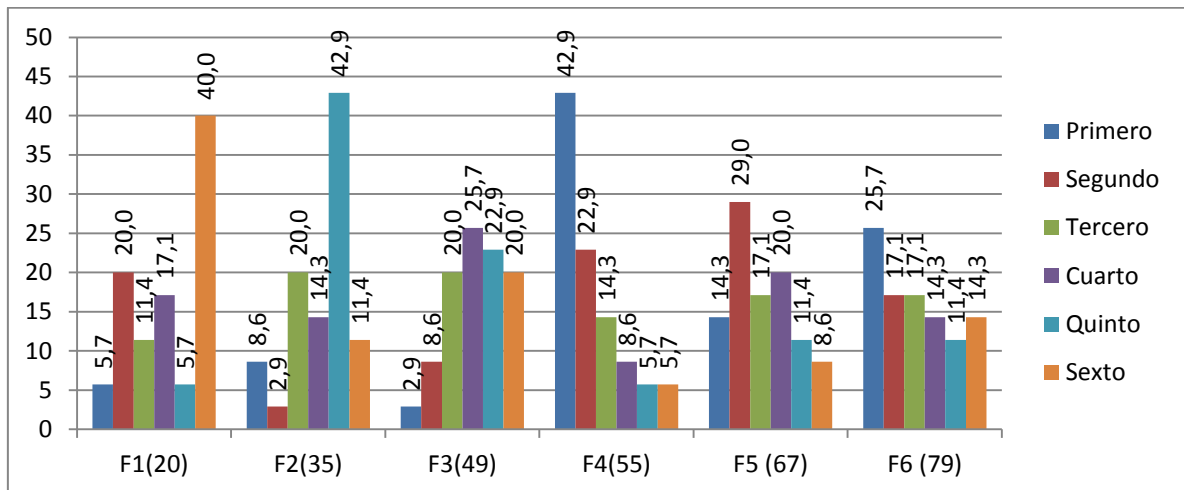


GRÁFICO N° 3 RELACIÓN DE PORCENTAJE DE LA EVALUACIÓN DE LA ESCALA DE PREFERENCIA DE LAS SEIS MUESTRAS DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE FRÉJOL Y PASAS.

3.5 CONTROL DE CALIDAD DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

Mediante la evaluación sensorial se determinó que el suplemento alimenticio con mayor aceptabilidad es la formulación 2 que contiene 70% de fréjol, 30% de pasas, preparada en la proporción de 30g de suplemento y 70 mL de leche pasteurizada. Muestra que al ser diluida en leche adquirió una consistencia adecuada, homogénea y estable.

3.6 PRUEBAS FÍSICAS.

3.6.1 DETERMINACIÓN DE pH

En el CUADRO N° 7 y en el GRÁFICO N° 4 se observan los resultados de la determinación del pH.

CUADRO No. 7 RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DEL pH

ALIMENTO	pH	
	EXPERIMENTAL	BIBLIOGRAFICO
Fréjol seco (<i>phaseolus vulgaris</i>)	6,83	5,7-6,2 (FOOD INFO SINCE 1999)
Fréjol cocido	6,92	-
Fréjol deshidratado	6,64	-
Pasas	4,08	3,8-4 (FOOD INFO SINCE 1999)
Suplemento en polvo	4,85	-
Suplemento rehidratado en leche	6,12	-
Sopa instantánea a base de fréjol	-	6,83 (Herman Sánchez y Miguel López, 2010)
Leche pasteurizada	-	6,6 - 6,8 (FOOD INFO SINCE 1999)

No habiendo en el mercado nacional un suplemento en polvo similar al elaborado en la presente investigación, que nos permita comparar parámetros físicos y químicos se recurre a datos bibliográficos sobre el pH de los ingredientes utilizados en la formulación. Analizando el pH del fréjol seco y de las pasas frente al del suplemento en polvo, se observa que hay una acidificación la misma que se explica por la presencia de las pasas y de los procesos aplicados en la elaboración del nuevo producto alimenticio que provocan la hidrólisis de algunas sales de los ácidos orgánicos propios del fréjol y de las pasas que se reflejan en el pH final.

Si comparamos el pH del suplemento con el de la “sopa instantánea a partir de harina de fréjol” se nota una gran diferencia, la que se debe a la diferente composición de cada uno, en el caso del primero las pasas constituyen uno de sus ingredientes básicos y que contribuyen con un pH ácido de 4,08; mientras que en la sopa están presentes especias, condimentos y leche que son alimentos ligeramente ácidos. (3)

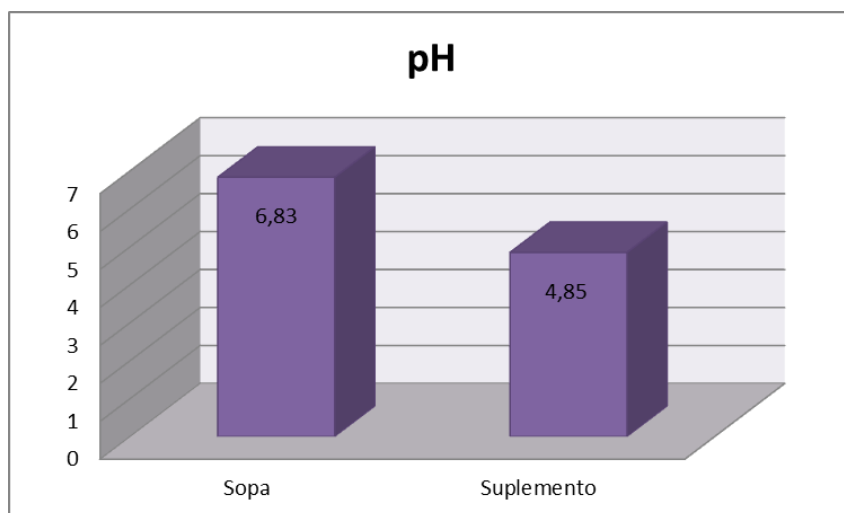


GRÁFICO N° 4 pH DEL SUPLEMENTO A BASE DE FRÉJOL ROJO Y PASAS FRENTE AL pH DE LA SOPA INSTANTANEA A PARTIR DE HARINA DE FRÉJOL

3.7 PRUEBAS QUÍMICAS

3.7.1 PROTEÍNA

En el Gáfico N° 5 se observa el resultado de la determinación de proteína en el suplemento y los valores bibliográficos de la sopa instantánea.

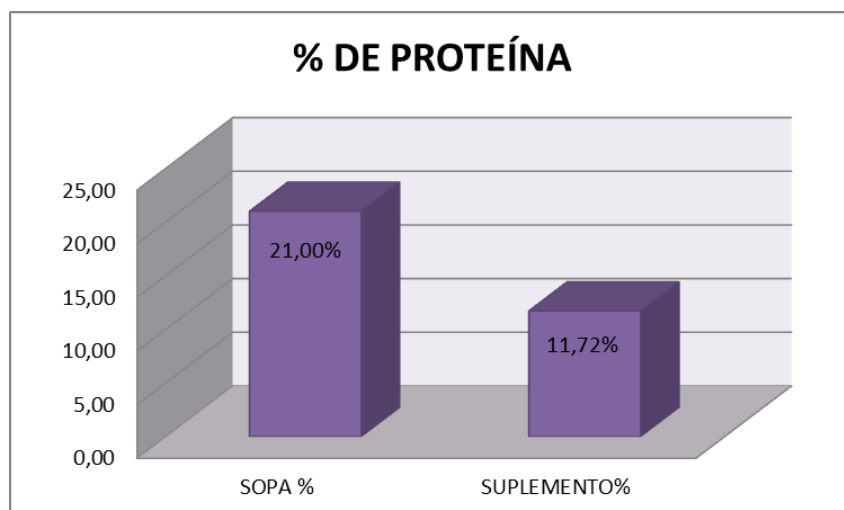


GRÁFICO N° 5 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA DE LA SOPA INSTANTÁNEA A BASE DE HARINA DE FRÉJOL, CON EL PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

Hay una gran diferencia en el porcentaje de proteína del suplemento y de la sopa instantánea esto se debe en primer lugar a su diferente composición, en efecto el primero tiene una proporción de 70% de fréjol y 30% de pasas mientras la segunda tiene 70 % de fréjol, 20% de leche y el 10% corresponde al almidón, especias y condimentos; en segundo lugar al aporte de proteína de los ingredientes utilizados, mientras las pasas según VITALIMENTOS (2011) poseen apenas 2,4%, la leche en polvo contiene 34% según NTEINEN 298:201.1

3.7.2 HUMEDAD

En el Gráfico N° 6 se observa el resultado de la determinación de humedad en el suplemento y los valores bibliográficos de la sopa instantánea.

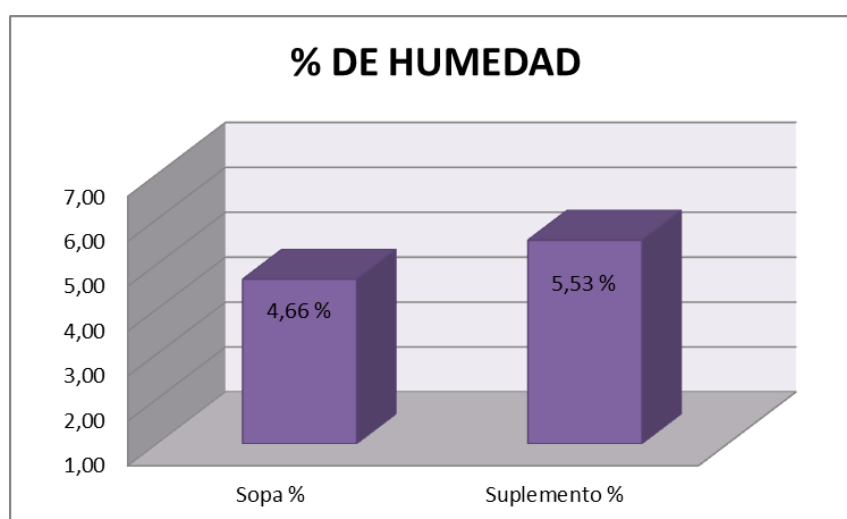


GRÁFICO N° 6 RELACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA SOPA INSTANTÁNEA, LAS PASAS Y EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.

Existe una pequeña diferencia en el porcentaje de humedad del suplemento y de la sopa instantánea esto se debe en primer lugar a su diferente composición, en efecto el primero tiene una proporción de 70% de fréjol y 30% de pasas mientras la segunda tiene 70 % de fréjol, 20% de leche y el 10% corresponde al almidón, especias y condimentos; en segundo lugar al aporte de humedad de los ingredientes utilizados, mientras las pasas según el CODEX ALIMENTARIUS (CODEX STAN 67-1981) y el resultado

experimental tienen 18%, la leche en polvo contiene apenas 5% según NTEINEN 298:2011.

3.7.3 CENIZAS

En el Gráfico N° 7 se observa el resultado de la determinación de ceniza en el suplemento y los valores bibliográficos de la sopa instantánea.

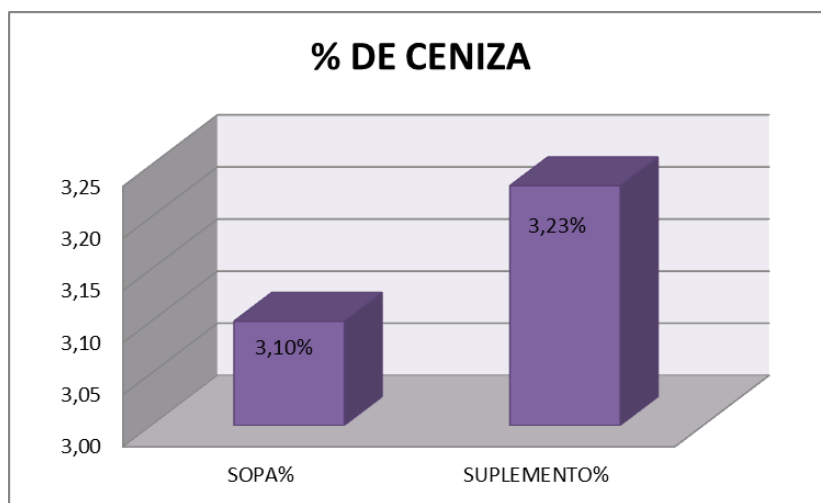


GRÁFICO N° 7 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE CENIZAS EN LA SOPA INSTANTÁNEA, CON EL PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO.

Existe una mínima diferencia en el porcentaje de ceniza del suplemento con respecto a la sopa instantánea, esto se debe a que según la tabla de composición de los alimentos ecuatorianos el porcentaje de minerales cambia en función de la variedad del fréjol que es el ingrediente mayoritario en los dos productos. (3)

3.7.4 FIBRA

En el Gráfico N° 8 se observa el resultado de la determinación de fibra en el suplemento y los valores bibliográficos de la sopa instantánea.

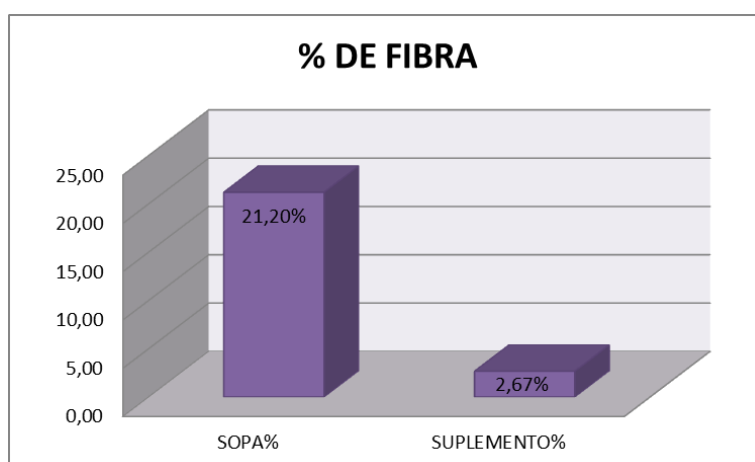


GRÁFICO N° 8 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE FIBRA EN LA SOPA INSTANTÁNEA CON EL PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.

El porcentaje de fibra del suplemento es ostensiblemente inferior al de la sopa instantánea, esto se debe a que un apreciable contenido de fibra se eliminó en el proceso de tamizado, sin embargo esto resulta favorable para la preparación de la bebida en leche ya que contribuye a su solubilidad garantizando homogeneidad. (3)

3.7.5 EXTRACTO ETÉREO

En el Gráfico N° 9 se observa el resultado de la determinación de grasa en el suplemento y los valores bibliográficos de la sopa instantánea.

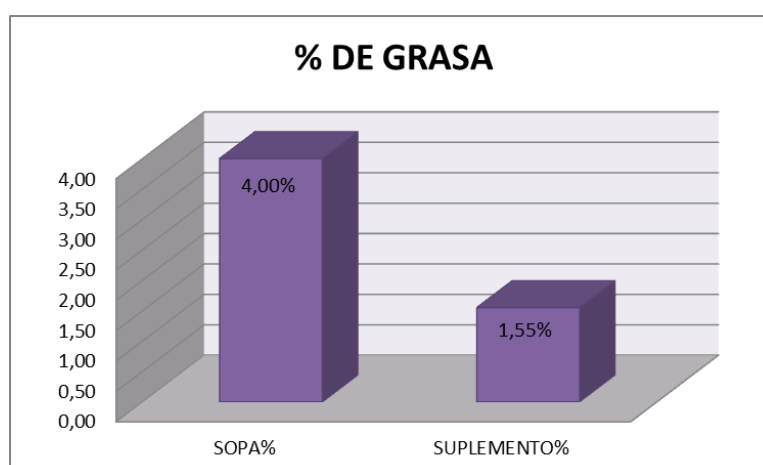


GRÁFICO N° 9 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE EXTRACTO ETÉREO EN LA SOPA INSTANTÁNEA, CON EL PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.

Existe una diferencia en el porcentaje de grasa del suplemento y de la sopa instantánea esto se debe en primer lugar a su diferente composición, en efecto el primero tiene una proporción de 70% de fréjol y 30% de pasas mientras la segunda tiene 70 % de fréjol, 20% de leche y el 10% corresponde al almidón, especias y condimentos; en segundo lugar al aporte de grasa de los ingredientes utilizados, mientras las pasas según el VITALIMENTOS (2011) tienen 0.5%, la leche en polvo contiene 25% como mínimo según NTEINEN 298:2011.

3.7.6 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO

En el Gráfico N° 10 se observa el resultado de la determinación de extracto libre no nitrogenado en el suplemento y los valores bibliográficos de la sopa instantánea.

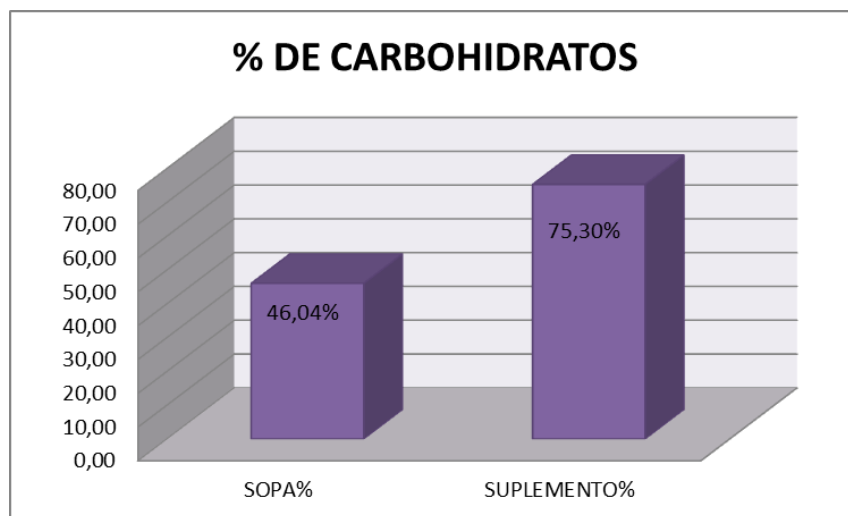


GRÁFICO N° 10 RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE CARBOHIDRATOS EN LA SOPA INSTANTÁNEA, CON EL PORCENTAJE OBTENIDO EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO.

Existe una gran diferencia en el porcentaje de extracto libre no nitrogenado del suplemento y de la sopa instantánea esto se debe en primer lugar a su diferente composición, en efecto el primero tiene una proporción de 70% de fréjol y 30% de pasas mientras la segunda tiene 70 % de fréjol, 20% de leche y el 10% corresponde al almidón, especias y condimentos; en segundo lugar al aporte de carbohidratos digeribles (almidón, mono y disacáridos) de los ingredientes utilizados, mientras las pasas según EROSKI

CONSUMER (2008) tienen 66.5%, la leche en polvo contiene 49% según NTEINEN 298:2011.

3.7.7 ÁCIDO FÓLICO

En el Gráfico N° 11 se observa el resultado de la determinación de ácido fólico en la materia prima, en las pasas, en el suplemento tostado y sin tostar

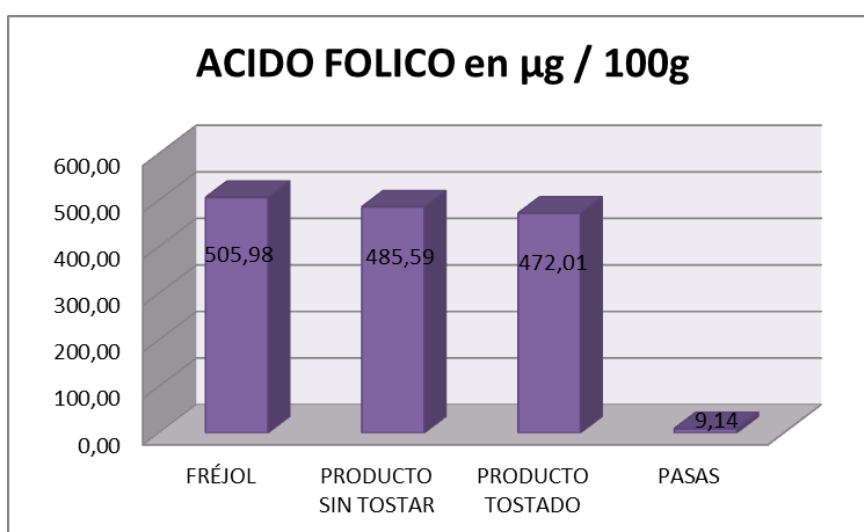


GRÁFICO N° 11 RELACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDO FÓLICO EN EL FRÉJOL (MATERIA PRIMA), EN EL PRODUCTO SIN TOSTAR, EN EL PRODUCTO TOSTADO (PRODUCTO TERMINADO) Y LAS PASAS.

El porcentaje de ácido fólico del suplemento cubre más del 100% del VDR (400 µg) según ALIMENSURAS (2010), dato que constituye un valor agregado en su aporte nutricional. Sin embargo es importante resaltar que su contenido puede verse afectado por procesos térmicos como la tostación, exposición a la luz, al oxígeno y la luz ultravioleta la inactiva en solución (Cosmos on-line).

3.7.8 ÁCIDO FÍTICO

En el Gráfico N° 12 se observa el resultado de la determinación de ácido fítico en el suplemento y en el fréjol seco.

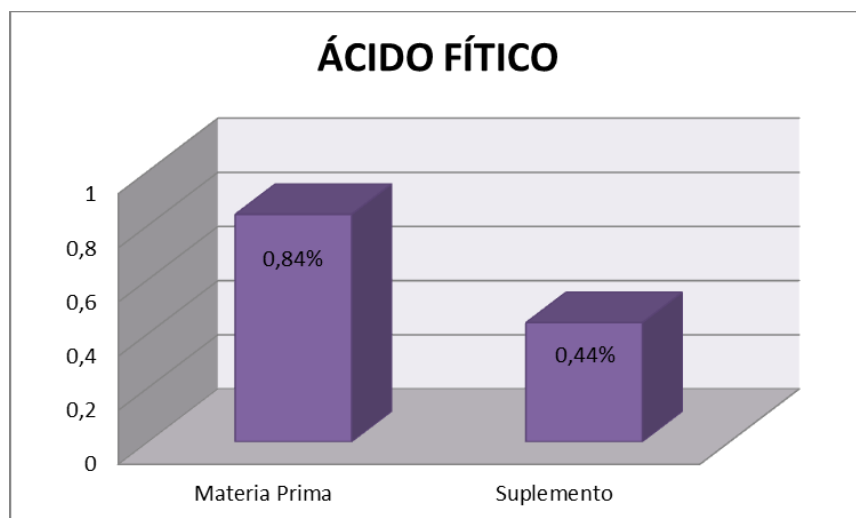


GRÁFICO N° 12 RELACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDO FÍTICO EN EL FRÉJOL (MATERIA PRIMA), EN EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

El contenido de ácido fítico del suplemento se reduce en un 50% con respecto al del fréjol seco esto ratifica lo expuesto por ALIMENSURAS (2010), sobre que “este compuesto se ve afectado negativamente por métodos físicos (como la molienda o triturado) utilizados en el procesamiento industrial de este grano, aunque también el remojo y la germinación de las semillas, así como los procesos de fermentación han demostrado ser más eficaces en su eliminación”.

En efecto los cereales y leguminosas sometidos a tratamientos térmicos experimentan una reducción en el contenido de fitatos que, a su vez, está en función de una serie de factores como el tipo de tratamiento térmico, la temperatura utilizada, el pH y la presencia de proteínas y cationes asociados al ácido fítico. (13)

Esta disminución del contenido de ácido fítico desde el punto de vista de la inocuidad resulta beneficioso ya que según AGENDA QUÍMICA VIRTUAL (2011) “cuando es ingerido, produce efectos fisiológicos y bioquímicos adversos, ya que obstaculiza el aprovechamiento nutricional de minerales, llegando a ser tóxico en algunos casos y es considerado el principal antinutriente de cereales y legumbres. Puede inhibir la absorción de minerales de interés nutricional, al formar con ellos compuestos insolubles,

impidiendo su absorción. Así, los iones metálicos como: calcio (Ca^{2+}), cobre (Cu^{2+}), hierro (Fe^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), manganeso (Mn^{2+}) y zinc (Zn^{2+}), reaccionan con el ácido fítico, integrando los fitatos que no son aprovechados nutricionalmente por el hombre”.

Sin embargo, estudios recientes indican que, en proporciones adecuadas, el ácido fítico puede tener un papel beneficioso para la salud. Numerosos estudios han demostrado sus propiedades antiinflamatorias y antitumorales debidas a su capacidad para inhibir la proliferación celular, inducir la muerte celular programada, así como de regular la expresión de determinados genes que originan el cáncer. El ácido fítico ha sido también reconocido por su capacidad para estimular el sistema inmune, prevenir la formación de cálculos renales y reducir el riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares. (13)

3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO

En el Cuadro N° 8 y en el Gráfico N° 13 se observan los resultados del análisis microbiológico del suplemento.

CUADRO No. 8 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR REFERENCIAL*	VALOR ENCONTRADO
Mohos y levaduras UFC/g	Extensión en superficie	< 500	< 1
*NTE INEN 616:2006			

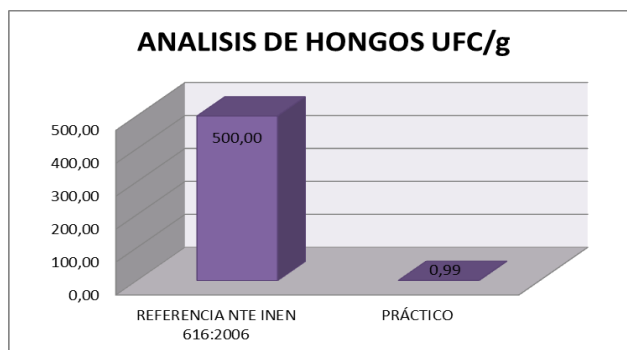


GRÁFICO N° 13 RELACIÓN DE CONTENIDO DE MOHOS Y LEVADURAS DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON RELACIÓN A LA NTE INEN 616:2006

De acuerdo a los resultados del análisis de mohos y levaduras, el suplemento alimenticio, cumple con los requisitos establecidos en la NTE INEN 616:2006 para harinas, garantizando así su calidad e inocuidad, ya que la presencia en gran cantidad de estos microorganismos puede provocar cambios en el producto como: modificaciones en las características organolépticas, pérdida de valor nutricional y producción de toxinas. Los resultados ratifican la aplicación de las BPM y BPH en la elaboración del producto.

CUADRO No. 9 RESULTADOS DEL ANALISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE MAYOR ACEPTABILIDAD

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS/ INCERTIDUMBRE SUPLEMENTO	SOPA INSTANTÁNEA A BASE FRÉJOL	BARRA A BASE DE GRANOLA Y FRÉJOL ROJO
pH		4,87 ± 0,03	8,83 ± 3	-
HUMEDAD	%	5,52 ± 0,02	4,66 ± 0,5	8,07
CENIZAS	%	3,25 ± 0,02	3,1 ± 0,2	1,44
PROTEÍNA	%	11,70 ± 0,03	21	7,68
Ex.ETÉREO	%	1,54 ± 0,02	4	-
FIBRA	%	2,69 ± 0,02	21,2	10,52 ± 0,46
ELnN	%	75,32 ± 0,02	46,04	-
ÁCIDO FÓLICO	µg/100g	471,98 ± 0,04	-	-
ÁCIDO FÍTICO	%	0,43 ± 0,02	-	-
ENSAYO MICROBIOLÓGICO	UFC/g	< 1	-	-

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES

- a) Se diseñó y elaboró dos formulaciones del suplemento alimenticio (F1 80:20 y F2 70:30) a base de fréjol rojo (*phaseolus vulgaris*) y pasas (*vitis vinífera*) previo remojo y cocción del fréjol, licuado junto con las pasas, deshidratación, molienda, tamizado y tostación.
- b) Se evaluó la aceptabilidad de seis muestras de las dos formulaciones preparadas en leche, mediante test de ordenamiento en base al sabor como atributo de calidad. Obteniéndose que la formulación F2 (70:30) es la de mayor aceptabilidad a pesar de no ser esta la de mayor valor nutritivo.
- c) Los resultados del control de calidad del producto final se ajustan por un lado a los requisitos microbiológicos establecidos en la NTE INEN 616:2006 y a los datos físico-químicos reportados en bibliografía ya que no existe en el país una NTE INEN específica para este tipo de producto; garantizando así su calidad e inocuidad.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

- a) Determinar la vida útil del producto a base de la cinética química.
- b) Establecer la rentabilidad del producto mediante indicadores como el TIR y el VAN.
- c) Desarrollar el suplemento alimenticio utilizando otras variedades de fréjol.
- d) Evaluar la aceptabilidad de suplemento con población infantil.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

La presente investigación se la realizó al ver el alto índice de desnutrición en nuestra población, y dado el alto potencial nutricional del frejol

El proyecto utiliza el método experimental, se enfoca en la elaboración y control de calidad de un suplemento alimenticio en polvo a base de frejol rojo (*Phaseolus vulgaris*) y pasas (*Vitis vinífera*). Para esto se diseñó y elaboró dos formulaciones del suplemento alimenticio (F1 80:20 y F2 70:30) previo remojo y cocción del frejol, licuado junto con las pasas, deshidratación a 65 °C, molienda, tamizado en malla 425 μ y tostación a 290 °C; se evaluó la aceptabilidad de las dos formulaciones rehidratadas en leche a través de pruebas de degustación, obteniéndose la mayor aceptabilidad en la formulación F2.

Del control de calidad mediante análisis bromatológico de la formulación F2, se obtienen los siguientes resultados: Proteína (11,72 %), Cenizas (3,23 %), Fibra (6,27 %), Extracto Etéreo (1,55 %), Extracto libre no Nitrogenado (75,30 %), Ácido Fólico (472,04 ug/100g), Ácido fítico (0,44 %), y el Análisis Microbiológico cuyo resultado para mohos y levaduras fue negativo.

En conclusión se obtuvo un producto que garantiza su calidad e inocuidad, al cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la Norma NTE INEN 616:2006 y con los datos físico-químicos reportados en bibliografía ya que no existe en el país una norma específica para este tipo de producto.

Recomiendo a partir de este trabajo que futuros tesisistas realicen investigaciones para mas aplicaciones del frejol rojo (*Phaseolus vulgaris*) como materia prima para la elaboración de alimentos.

SUMMARY

The current study was made after taking into account the increasing malnutrition rate in our population just the same as it has been considered the high nutritional value of beans. The project is carried out by following the experimental method. Furthermore, it focuses on the preparation and quality control of a food powdered supplement based on red beans (*Phaseolus vulgaris*) and raisins (*Vitisvinifera*). In order to carry out this process; two nutritional supplement formulations (F1 80:20 and F2 70:30) were created and prepared prior to soaking and cooking beans to be subsequently liquefied with raisins, then the mixture is put under 65 C of dewatering, milling, sieving 425 μ and roasting at 290 C, in addition to this, the acceptability rate of both, formulations 1 and 2 rehydrated in milk, was evaluated by tasting tests whose outcomes revealed that formulation F2 had more acceptability.

Having made quality control by compositional analysis of the formulation F2, the collected results showed: Protein (11.72%), ash (3.23%), fiber (6.27%), ether extract (1.55%). Nnon nitrogen-free extract (75.30%), folic acid (472.04 μ g/100g), phytic acid (0.44%), and the microbiological analysis whose result evidenced the absence of moulds and yeasts.

To conclude, it was acquired a new product that guarantees its quality and safety, since it complies with the microbiological criteria established in the Standard NTE INEN 616:2006 as well as the physicochemical data reported in the literature since in our country there is not any specific standard for this type of product.

It is recommended to future researchers to take this study as a basis to conduct new researches about other nutritional functions of red beans (*Phaseolus vulgaris*) as raw material for food processing.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

1. **BADUI, S.**, Química de los Alimentos.,4^{ta} ed., México DF-México., [s.edt]., 2006.,
Pp. 119-233.
2. **BELITZ., G.**, Química de los Alimentos., 2^a ed., Zaragoza-España., [s.edt]., 2006.,
Pp. 29.58
3. **TORRES, S.**, Tabla de Composición de Alimentos ecuatorianos., [s.ed]., Riobamba-
Ecuador., [s.edt]., 1995., Pp. 11.
4. **YUFERA, E.**, Química de Alimentos., [s.ed]., Madrid- España., [s.edt]., 1979., Pp. 8-
23.
5. **VOYSEST, O.**, Un Cultivo Ancestral Avanza a la Modernidad., [s.ed]., Cali-
Colombia., [s.edt]., 2000., Pp. 41.48
<http://books.google.com.ec/>

6. **LUCERO, O.**, Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos., [s.ed]., Riobamba-Ecuador., [s.edt]., 2005., Pp. 1-50.

7. **GARCÍA, L.**, Contenido total de taninos condensados en las variedades Pinto Zapata, Azufrado Higuera, Negro 8025 y Bayo Madero de frijol común (*Phaseolusvulgaris L.*) cocidas por calentamiento óhmico., Instituto Politécnico Nacional., Queretaro-México., TESIS., 2009., Pp., 20-40.

8. **LÓPEZ, M., y SÁNCHEZ, H.**, Elaboración de Sopa Instantánea a Partir de Harina de Fréjol., Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción., Escuela Superior Politécnica del Litoral., Guayaquil-Ecuador., TESIS., 2011., Pp., 21-36.

9. **MEDINA, M.**, Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolusvulgaris*)., Honduras-Tegucigalpa., TESIS., 2006., Pp., 12-18.

10. **MIRANDA, P.**, Caracterización Funcional del Almidón de Fríjol Zaragoza (*PhaseolusLunatus L.*) y Cuantificación de su Almidón Resistente., Cartagena- Colombia., TESIS DE POSTGRADO., 2013., Pp 15-20.

11. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab489s/ab489s03.htm>

2013-08-15

12. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL (BARRA ENERGÉTICA)

<http://bdigital.zamorano.edu>

2013-10-01

13. ALIMENTOS DESHIDRATADOS

<http://www.vilher.com.mx/productos/alimentos/deshidratados>

2013-08-24

14. ALIMENTOS DESHIDRATADOS

<http://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/obesidad/consejos-alimenticios/alimentos-deshidratados-opcion-para-mejorar-la-dieta.html>

2013-08-30

15. ALMIDÓN FRÉJOL

www.unicordoba.edu.co

2013-10-01

16. ÁCIDO FÍTICO

<http://agendaquimica.blogspot.com/2011/12/el-acido-fitico-y-los-fitatos.html>

2013-09-05

17. ÁCIDO FÍTICO

http://www.solorzano.com.mx/jesus/naturismo/acido_fitico.html

2013-09-08

18. ÁCIDO FÓLICO

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002408.htm>

2013-09-10

19. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

<http://www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/11-metodos%20analiticos%20generales.htm>

2013-09-13

20. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

[https://cv2.sim.ucm.es/moodle/file.php/21298/Clases de teoria/Tema 8 Microbiologia de los alimentos industrial y ambiental/Tema58AGBN.pdf](https://cv2.sim.ucm.es/moodle/file.php/21298/Clases_de_teor%C3%ADa/Tema_8_Microbiologia_de_los_alimentos_industrial_y_ambiental/Tema58AGBN.pdf)

2013-09-13

21. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.n.te.1529.10.1998.pdf>

2013-09-13

22. ANÁLISIS SENSORIAL

<http://dcfernandezmudc.tripod.com/>

2013-09-15

23. ANÁLISIS SENSORIAL

[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias quimicas y farmaceuticas/wittinge01/capitulo01/02.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/capitulo01/02.html)

2013-09-15

24. ATRIBUTOS SENSORIALES

<http://www.slideshare.net/harold598/atributos-sensoriales>

2013-09-15

25. BENEFICIOS DE LOS SUPLEMENTOS

<http://institutoilpa.com/beneficios-de-consumir-suplementos-alimenticios/>

2013-09-18

26. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS (SOPA INSTANTÁNEA)

<http://www.dspace.espol.edu.ec>

2013-10-01

27. CLASIFICACIÓN SUPLEMENTOS

<http://es.scribd.com/>

2013-09-18

28. CODEX ALIMENTARIO

<http://infoalimentario.com/>

2013-09-19

29. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL FRÉJOL

<http://www.livestrong.com/>

2013-09-19

30. CULTIVOS FRÉJOL

<http://www.lahora.com.ec/>

2013-09-19

31. DATOS FRÉJOL

<http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/>

2013-10-01

32. DESHIDRATACIÓN

[http://www.prama.com.ar/alimentos_saludables/deshidratar_alimentos.ht](http://www.prama.com.ar/alimentos_saludables/deshidratar_alimentos.htm)

[m2013-09-22](#)

33. DESNUTRICIÓN

<http://www.ciem.cu/publicaciones/pub/Informe%20sobre%20la%20Evolu>

[ci%C3%B3n%20de%20la%20Econom%C3%ADa%20Mundial%202008.](#)

[pdf](#)

2013-09-22

34. DESNUTRICIÓN ECUADOR

<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/>

2013-09-22

35. DESNUTRICIÓN, HAMBRE

<http://ww.onu.fr/es/actualidades-/826-la-fao-hace-un-llamamiento-a-erradicar-la-desnutricion>

2013-09-22

36. EFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r46891.PDF>

2013-09-25

37. FRÉJOL ROJO

<http://www.iniap.gob.ec/>

2013-09-25

38. FRÉJOL ROJO

<http://www2.elcomercio.com/>

2013-09-26

39. FUNCIÓN SUPLEMENTOS

<http://pinpao.co/>

2013-09-26

40. LAS PASAS

<http://www.sunmaid.com/>

2013-09-28

41. LAS PASAS

http://www.bedri.es/Comer_y_beber/Vino/Uvas.htm

2013-09-28

42. LEGUMINOSAS

<http://www.iniap.gob.ec/>

2013-09-28

43. LEGUMINOSAS

<http://www.lahora.com.ec/>

2013-09-28

44. LEGUMINOSAS

<http://es.scribd.com/>

2013-09-29

45. PRODUCCIÓN DE FRÉJOL

<http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>

2013-09-29

46. PROPIEDADES DE ÁCIDO FÓLICO

<http://www.zonadiet.com/>

2013-09-30

47. PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/>

2013-09-30

48. PRUEBAS DE ORDENACIÓN

<http://mazinger.sisib.uchile.cl/>

2013-09-30

49. SECADO DE BANDEJAS

<http://www.slideshare.net/>

2013-09-30

50. SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

<http://www.cofepris.gob.mx/>

2013-10-01

51. SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

<http://www.dietametabolica.es/>

2013-10-01

52. TODO SOBRE LAS PASAS

<http://www.rediaf.net.do/>

2013-10-01

53. USOS DEL FRÉJOL

<http://www.lacocinaalternativa.com/>

2013-10-01

54. USOS DEL FRÉJOL

<http://www.esmas.com/>

2013-10-01

CAPÍTULO VIII

55. ANEXOS

8.1 ENCUESTA PARA LAS PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA

Estamos desarrollando un Proyecto de Investigación "Elaboración y control de calidad de un suplemento nutricional instantáneo en polvo a base de FREJOL ROJO (*Phaseolus vulgaris*) y PASAS, necesitamos conocer la aceptabilidad del producto, por lo que solicito la respuesta honesta de cada uno de ustedes cuya evaluación nos permitirá alcanzar los objetivos planteados.

TIPO: Valoración	NOMBRE:
MÉTODO: Test de Ranking	FECHA:
PRODUCTO: Suplemento nutritivo de frejol y pasas	HORA:


Sírvase degustar las muestras cuidadosamente. Señale el orden que usted las prefiera: coloque en primer lugar la más preferida y en el último lugar la menos preferida.

PRIMERA PREFERENCIA	
SEGUNDA PREFERENCIA	
TERCERA PREFERENCIA	
CUARTA PREFERENCIA	
QUINTA PREFERENCIA	
SEXTA PREFERENCIA	

Para su ordenamiento debe basarse en el **SABOR**.

MUCHAS GRACIAS

8.2 ANÁLISIS DE FIBRA, MOHOS Y LEVADURAS

 LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC	LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléf.: (03)2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR
---	--

INFORME DE ENSAYO No: 1364
ST: 13-058 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: NA
Atn. Andrea Santos
Dirección: Oscar Efraín Reyes y Demetrio Aguilera
FECHA: 25 de Julio del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013 / 07 / 17 - 09:40
FECHA DE MUESTREO: 2013 / 07 / 17 - 07:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2013 / 07 / 17 - 2013 / 07 / 25
TIPO DE MUESTRA: Suplemento Alimenticio
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-Alm 132-13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: SFP70/30
PUNTO DE MUESTREO: NA
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico- Microbiológico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Andrea Santos
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

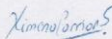
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE
Mohos y Levaduras	PEE/LABCESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	<1	-	-
Fibra	PEE/LABCESTTA/194 AOAC 920.86	%	2,67	-	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio.

RESPONSABLES DEL INFORME:


BQF. Ximena Carrión
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
ESPOCH


Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

8.3 FOTOGRAFÍAS

PREPARACIÓN DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO



FOTOGRAFÍA N°1: PESAJE DE MATERIA PRIMA (FREJOL)



FOTOGRAFÍA N°2: PESAJE DE MATERIA PRIMA (PASAS)



FOTOGRAFÍA N°3: MEZCLA HOMOGÉNEA DE LOS INGREDIENTES BÁSICOS



FOTOGRAFÍA N°4: PREVIO A LA DESHIDRATACIÓN DE LA MEZCLA HOMOGÉNEA



FOTOGRAFÍA N°5: DESHIDRATADO DE LA MEZCLA HOMOGÉNEA



FOTOGRAFÍA N°6: MOLIENDA DE LA MEZCLA HOMOGÉNEA



FOTOGRAFÍA N°7: TUESTE DEL SUPLEMENTO



FOTOGRAFÍA N°8: SUPLEMENTO EN POLVO (PRODUCTO FINAL)

DEGUSTACIÓN EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FOTOGRAFÍA N°9: DEGUSTACIÓN DE LAS SEIS MUESTRAS



FOTOGRAFÍA N°10: INSTRUCCIÓN PARA EMITIR CRITERIOS EN LAS ENCUESTAS

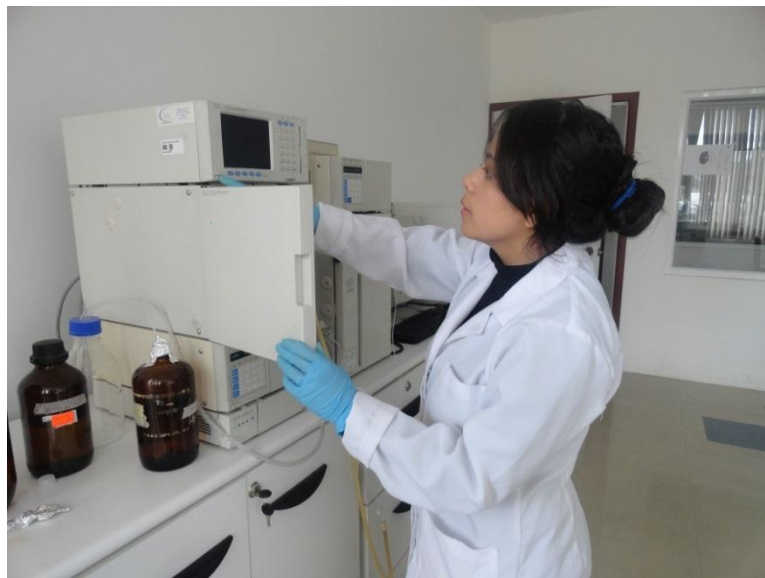


FOTOGRAFÍA N°11: DEGUSTACIÓN DE LAS MUESTRAS

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO



FOTOGRAFÍA N°12: PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA ANÁLISIS EN HPLC



FOTOGRAFÍA N° 13: DETERMINACIÓN DE ÁCIDO FÓLICO POR HPLC



FOTOGRAFÍA N°15: ANÁLISIS DE PROTEÍNA



FOTOGRAFÍA N°16: ANÁLISIS DE GRASA

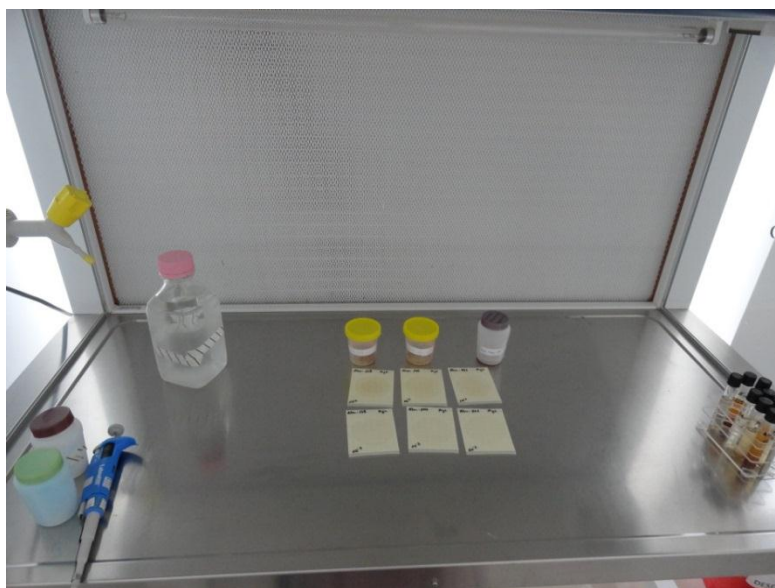


FOTOGRAFÍA N°17: EXTRACCIÓN Y PRECIPITACIÓN DE FITATOS



FOTOGRAFÍA N°18: DETERMINACIÓN VOLUMÉTRICA DE FITATOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



FOTOGRAFÍA N°19: ANÁLISIS MOHOS Y LEVADURAS