


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white dress, likely the Virgin Mary, seated on a throne. Above her is a golden crown with a cross. To the left and right are golden lions. Below the central figure is a landscape with green hills and a white path. A figure in a blue and yellow outfit is riding a white horse along the path. The entire scene is set against a light blue background. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "BIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMAL ENSIS INTER CETERAS".

**ANÁLISIS QUÍMICO, EVALUACIÓN SENSORIAL Y VALOR PROTEICO
DE UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) Y
HARINA DE ARVEJA DULCE (*PISUM SATIVUM*)**

Rita María Godoy Gaitán

Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, noviembre 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a blue and yellow robe, possibly a scholar or saint, holding a staff. Above him is a golden crown or mitre. The background is a landscape with green hills and a blue sky. The Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**ANÁLISIS QUÍMICO, EVALUACIÓN SENSORIAL Y VALOR PROTEICO
DE UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) Y
HARINA DE ARVEJA DULCE (*PISUM SATIVUM*)**

Trabajo de Graduación
Presentado por

Rita María Godoy Gaitán

Para optar al grado de
Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, noviembre 2010

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

OSCAR MANUEL CÓBAR PINTO	DECANO
LIC. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO, M.A.	SECRETARIO
LICDA. LILIAN RAQUEL IRVING ANTILLÓN	VOCAL I
LICDA. LILIANA VIDES DE URIZAR	VOCAL II
LIC. LUIS ANTONIO GÁLVEZ SANCHINELLI	VOCAL III
BR. MARÍA ESTUARDO GUERRA VALLE	VOCAL IV
BR. BERTA ALEJANDRA MORALES MÉRIDA	VOCAL V

CONSEJO ACADÉMICO
ESCUELA ESTUDIOS DE POSTGRADO

OSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D.
LICDA ANNE MARIE LIERE DE GODOY, MSc.
DR. JORGE LUIS DE LEÓN ARANA
DR. JORGE ERWIN LÓPEZ GUTIÉREZ
LIC. FÉLIX RICARDO VÉLIZ FUENTES, MSc.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme las fuerzas para llevar a cabo este proyecto; por no dejarme rendir ante las dificultades y otorgarme la perseverancia para concluirlo satisfactoriamente.

A mi asesor, Dr. Ricardo Bressani; por su sabiduría en la dirección del mismo. A mi revisora, Licenciada Lucía Castellanos, por su guía y acompañamiento constante en la redacción del documento.

A mis papás, por su apoyo incondicional a través todos mis años de estudio.

ÍNDICE

	página
I. RESUMEN EJECUTIVO	4
II. INTRODUCCIÓN.....	6
III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
IV. JUSTIFICACIÓN	9
V. MARCO TEÓRICO	10
A. SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIONAL.....	10
1. Definición	10
2. Situación de SAN en el contexto Guatemalteco.....	11
B. ALIMENTOS Y MEZCLAS COMPLEMENTARIAS DE ALIMENTOS	13
1. Definición	13
2. Características	15
3. Estudios previos de Alimentos Nutricionalmente Mejorados	16
C. ARVEJA DULCE (<i>PISUM SATIVUM</i>)	19
1. Descripción	19
2. Producción en Guatemala de arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>).....	20
3. Características nutricionales de arveja dulce (<i>Pisum sativum</i>)	22
D. TRIGO (<i>TRITICUM AESTIVUM</i>)	23
1. Descripción	23
2. Producción en Guatemala de trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	24
E. PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN A BASE DE ARVEJA DULCE.....	27
1. Características nutricionales del alimento	27
2. Estudios previos.....	27
F. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE PROTEÍNA	27
1. Definición	27
2. Tipos de pruebas	29
G. EVALUACIÓN SENSORIAL.....	31
1. Definición	31
2. Pruebas orientadas al consumidor.....	32
3. Requisitos para una evaluación sensorial de alimentos	35
VI. OBJETIVOS	37
VII. HIPÓTESIS	38
VIII. ÁREAS A INVESTIGAS	39
X. METODOLOGÍA	40

A. MÉTODO EXPERIMENTAL	40
B. ANÁLISIS QUÍMICO	40
1. Métodos	41
2. Materiales	41
3. Equipo	41
C. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE PROTEÍNAS	42
1. Lugar del ensayo	42
2. Animales experimentales	42
3. Tratamiento de las muestras	42
D. FORMULACIÓN DEL PRODUCTO	43
1. Flujo grama del proceso	44
2. Formulación	45
E. EVALUACIÓN SENSORIAL	45
1. Determinación de la muestra	45
2. Prueba hedónica dirigida a consumidores	46
F. COMERCIALIZACIÓN Y SOCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO	48
XI. RESULTADOS	49
A. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE ARVEJA DULCE	49
B. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE MEZCLAS DE HARINA	50
C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE GALLETAS DE ARVEJA	57
D. EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS DE ARVEJA	59
E. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE GALLETAS DE ARVEJA	63
F. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA GALLETA DE ARVEJA	65
G. SOCIALIZACIÓN DE GALLETA DE ARVEJA	68
XII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	70
A. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE ARVEJA DULCE	70
B. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE MEZCLAS DE HARINA	70
C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE GALLETAS DE ARVEJA	72
D. EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS DE ARVEJA	72
E. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE GALLETAS DE ARVEJA	74
F. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE GALLETA DE ARVEJA	76
G. SOCIALIZACIÓN DE GALLETA DE ARVEJA	77
XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
A. CONCLUSIONES	78
B. RECOMENDACIONES	79
XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

XV. ANEXOS	84
A. MÉTODOS OFICIALES DE LA AOAC PARA ANÁLISIS PROXIMAL DEL PRODUCTO	84
B. RECETA Y COSTO DE LA GALLETA FORMULADA	91
C. GUÍA DE DESARROLLO DE PRUEBA CON GRUPO FOCAL	92
D. BOLETA DE RECOLECCIÓN DE RESULTADOS GRUPO FOCAL	98
E. GUÍA DE DESARROLLO DE PRUEBA HEDÓNICA CON CONSUMIDORES	99
F. BOLETA PARA PRUEBA HEDÓNICA CON ESCOLARES	101
G. DATOS INTERMEDIOS	102

I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio es de tipo cuasi experimental cuyo objetivo fue el determinar la calidad proteica de diferentes mezclas de harina de arveja y trigo y posteriormente la de una galleta formulada a base de dichas mezclas.

En un inicio se realizó un análisis bromatológico del grano crudo y de la harina de arveja, para determinar las características nutricionales tanto de la arveja en base natural como en base seca. Posteriormente se llevó a cabo un análisis biológico para determinar la calidad proteica de la harina de trigo, la harina de arveja dulce y tres mezclas de éstas en diferentes proporciones. También se determinó la cantidad proteica de dichas mezclas, por medio de análisis bromatológicos, para la posterior determinación del índice de eficiencia proteica (PER).

En el análisis biológico, se observó que las mezclas con mayor índice de eficiencia proteica eran las que contenían 20 y 30% de arveja dulce, las cuales presentaron un PER de 2.20 y 2.16 respectivamente. Por ello, se formularon dos tipos de galletas con estas proporciones y se llevó a cabo un grupo focal para determinar cuál tenía mayor aceptabilidad; también se realizó un análisis proximal y físico de cada una de los dos tipos de galletas formuladas.

La galleta con un 30% de arveja dulce presentó un aporte proteico del 13.04% y la del 20% de arveja, un 11.88% de proteína; aunque ésta última tenía menor porcentaje de proteína, su calidad proteica fue superior; así como su aceptabilidad. Por lo cual, en la formulación final se utilizó un porcentaje de sustitución de harina arveja dulce del 20%. En un segundo ensayo biológico se evaluó la calidad proteica de la galleta formulada. Se determinó que el PER de la galleta de arveja.

La galleta final formulada con un 20% de harina de arveja, aporta 4.4g de proteína por porción de 37g, y tiene un PER de 2.30. Por ello, se concluye que si cumple con el propósito el brindar alternativas para mejorar la calidad proteica en la alimentación de la población guatemalteca.

II. INTRODUCCIÓN

La población guatemalteca se alimenta principalmente de granos básicos como el maíz, frijol y trigo; los cuales, no aportan proteínas de alto valor biológico. Según la ENSMI 2008-2009, las regiones Central y Nor-Occidental de Guatemala presentan un mayor porcentaje de desnutrición crónica a nivel nacional, con 67.4 y 67.7% respectivamente, como consecuencia de ingesta proteica deficiente en cantidad y calidad (14).

Estudios recientes demuestran el valor nutricional, especialmente proteico de la arveja dulce y la utilización de harina de arveja como sustituta parcial de la harina de trigo en productos de panificación.

El propósito del presente estudio fue desarrollar una galleta nutricionalmente mejorada, teniendo como composición básica una mezcla de harina de trigo y harina de arveja dulce, con un alto valor de eficiencia proteica y características sensoriales atractivas. Se pretende la socialización de esta galleta en las comunidades de la región central y occidental de Guatemala; de manera que pueda elaborarse por las madres del lugar para brindar una refacción escolar nutritiva utilizando sus propios excedentes de exportación.

III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las causas primarias de desnutrición son la inadecuada ingesta de nutrientes y la mala utilización biológica de los mismos. La primera, debido al bajo nivel de ingreso de la población (el salario mínimo en de Q56.00 diarios, y la canasta básica tiene un costo de Q66.80 diarios) y desempleo, que limitan el acceso a alimentos, además de la poca disponibilidad de los mismos, hábitos alimentarios erróneos, etc. La segunda como consecuencia de enfermedades o infecciones concomitantes, y el inadecuado sistema de saneamiento que existe en las áreas rurales y/o pobres del país. La desnutrición es un resultado directo de la inseguridad alimentaria nutricional.

Históricamente, Guatemala ha sido un país azotado por la problemática de la desnutrición. De acuerdo con el Tercer Censo Nacional de Talla en Escolares 2009, el 45.6% de los niños de primer grado primaria, presenta desnutrición crónica. En la actualidad el país atraviesa una situación aún más grave de inseguridad alimentaria nutricional; además de la pobreza y las inadecuadas prácticas de consumo de alimentos. Ésta se ha visto agravada debido al corredor seco, que comprende importantes eventos relacionados con el cambio climático en el oriente, centro y litoral pacífico de Guatemala; disminuyendo aún más la disponibilidad de alimentos.

En los últimos años, en diversas partes de América, se ha incrementado el uso de arveja dulce (*Pisum sativum*) para la elaboración de productos de panificación con elevado aporte proteico, los cuales tienen como finalidad mejorar la calidad proteica en los panes a base de harina de trigo (*Triticum aestivum*) mediante el aporte de aminoácidos que le son deficientes (1).

La arveja es una buena fuente proteica, rica en lisina, hierro y zinc; así como fibra y compuestos fenólicos antioxidantes (1).

Debido a su valor proteico y bajo costo, la arveja dulce, resulta una opción adecuada y económica para la elaboración de alimentos complementarios que podrían contribuir a

mejorar el estado nutricional de los escolares guatemaltecos. En el presente estudio se formuló una galleta con harina de arveja, se cuantificó su aporte proteico, y se evaluó sensorialmente en una muestra de escolares de la ciudad capital.

IV. JUSTIFICACIÓN

La arveja dulce es un grano ampliamente cultivado en diversas zonas de Guatemala, generalmente con fines de exportación; tiene importante valor nutricional y contiene un 24.55% de proteína en base seca, aporte superior al 22% del frijol. Sus excedentes no son aprovechados, y la mayor parte de éstos se desechan o se utilizan como alimento para animales.

Las harinas de cereales son pobres en lisina, aminoácido abundante en las leguminosas como la arveja, cuyo déficit radica en el aminoácido metionina, abundante en cereales como el trigo (*Triticum aestivum*).

Al efectuar una mezcla de harina de trigo con harina de arveja para elaborar productos de panificación podría obtenerse un alimento complementario, de bajo costo, como una alternativa diferente para contribuir, junto con otros alimentos, a mejorar la alimentación de grupos de población, opción que aún no ha sido ampliamente explotada en la elaboración de alimentos.

Muchas comunidades del centro y occidente del país cosechan arveja dulce, y desperdician sus excedentes de exportación; siendo éstas, comunidades con bajo acceso a alimentos y marcados índices de desnutrición; resulta de importancia la socialización del presente producto de manera que pueda elaborarse en éstas comunidades un alimento complementario con los productos que ya tienen disponibles.

V. MARCO TEÓRICO

A. SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIONAL

1. Definición

La seguridad alimentaria nutricional se define como el derecho de toda persona a tener acceso físico, económico y social, oportuno y permanentemente, a una alimentación adecuada en cantidad y calidad, con pertinencia cultural, preferiblemente de origen nacional, así como a su adecuado aprovechamiento biológico, para mantener una vida saludable y activa (22).

Las variables complejas que comprende la seguridad alimentaria son la disponibilidad, acceso, consumo y utilización biológica de alimentos. La disponibilidad se determina por el consumo aparente de alimentos, calculado en base a lo producido y consumido en el país, así como exportaciones e importaciones; el pilar de acceso hace referencia al nivel económico de la población, sus ingresos y egresos, así como su capacidad adquisitiva; el consumo de alimentos abarca los hábitos alimentarios y las prácticas usuales relacionadas con la alimentación; la utilización biológica comprende el estado de salud del individuo, lo que determina su aprovechamiento de nutrientes ingeridos (22).

En cuanto al pilar de consumo, es importante enfatizar que los hábitos alimentarios se relacionan con el nivel de educación de la madre, encargada de proveer alimento a la familia; de sus conocimientos alimentarios y nutricionales derivan las prácticas alimentarias que transmite al hogar. Aquí se encuentran las prácticas adecuadas de ablactación y lactancia materna (22). De estos grupos de variables se pueden determinar algunos factores que inciden en el estado nutricional del individuo. Véase cuadro No. 1.

Cuadro 1.
Factores influyentes de la Seguridad Alimentaria.

Medio ambiente	Atención en salud	Higiene alimentaria	Educación
Vivienda, control de vectores, agua potable, eliminación adecuada de excretas y basura	Inmunizaciones, Enfermedades, atención médica, parasitosis, educación en salud y nutrición	Higiene de alimentos, vivienda, utensilios y personal	Educación formal e informal Cantidad y calidad de alimentos Cuidado de los infantes y madres, creencias y hábitos, forma de preparar los alimentos, influencias en toma de decisiones

Fuente: Rita María Godoy. 2010

2. Situación de SAN en el contexto Guatemalteco

Guatemala es un país multiétnico y pluricultural. Políticamente se divide en ocho regiones 22 departamentos y 331 municipios; siendo estas la región Metropolitana, Norte, Nor-Oriente, Sur-Oriente, Central, Sur-Occidente, Nor-Occidente y Petén. (Página web SESAN).

La Encuesta de Ingresos y Empleo del año 2004 reporta que, el 42.3% de los guatemaltecos/as es menor de 15 años y el 19.9% de la población tiene entre 15 y 24 años, de ellos el 46.8% viven en el área rural del país (9).

Según la ENSMI 2008-2009, la región Central (Departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala) y Nor-Occidental (Departamentos de Huehuetenango y Quiché) presentan un mayor porcentaje de desnutrición crónica a nivel nacional, con un 67.4 y 67.7% respectivamente. Respecto a la mortalidad infantil, la región que presenta la mayor tasa es la Central, con 119 muertes infantiles por cada mil nacidos vivos (14).

De acuerdo al Tercer Censo Nacional de Talla en Escolares 2008, el 45.6% de los niños de primer grado primaria, presenta desnutrición crónica (retardo en talla), siendo

Totonicapán y Sololá los departamentos que presentan el mayor porcentaje con el 69.4% y 65.2%

Este censo, indica que los municipios con mayor prevalencia de desnutrición crónica pertenecen a los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Quiché y Totonicapán (23). Véase en el cuadro No. 2 los municipios con mayor prevalencia de desnutrición.

Cuadro 2.

Municipios con mayor prevalencia de desnutrición crónica

Municipio	Departamento	Porcentaje
San Juan Atitán	Huehuetenango	91.4%
Santiago Chimaltenango	Huehuetenango	82.0%
Concepción Tutuapa	San Marcos	80.9%
San Miguel Acatán	Huehuetenango	80.6%
San Mateo Ixtatán	Huehuetenango	79.7%
San Rafael La Independencia	Huehuetenango	79.2%
Nebaj	Quiché	78.3%
Comitancillo	San Marcos	77.7%
Chajul	Quiché	76.7%
Santa María Chiquimula	Totonicapán	75.5%

Fuente: SESAN y Ministerio de Educación. 2009. Tercer Censo Nacional de Talla en Escolares.

Ningún departamento ni municipio del país puede considerarse sin daño nutricional, pues todos presentan una prevalencia de retardo en talla mayor del 2.5%, esperados para una población normal, según la OMS.

En el caso de la desnutrición aguda; nuevamente, los municipios de Huehuetenango: San Juan Atitán, Santiago Chimaltenango, San Mateo Ixtatán, y San Rafael La Independencia figuran entre los 29 municipios priorizados. También coinciden con los datos del censo de talla, los datos de desnutrición aguda que priorizan a los

departamentos de Quiché y San Marcos, Estos datos sitúan al occidente del país como el cuadrante más afectado de la región (14).

Según la Encuesta de Condiciones de Vida del año 2000, en Guatemala, el 56% de la población se encuentra por debajo de la línea de pobreza general y alrededor del 16% por debajo de la línea de pobreza extrema). A nivel departamental, los resultados indican que aquellos con mayor incidencia de pobreza general son Quiché (84.6%), Alta Verapaz (84.1%) y Huehuetenango (78.3%). A éstos se suman otros departamentos del cinturón de pobreza del norte y noroeste del país, en donde cerca de tres cuartas partes de la población es pobre: Sololá (75.5%), Totonicapán (73.7%), Baja Verapaz (73.2%) y San Marcos (73.1%) (9).

Nuevamente, los departamentos más afectados por la pobreza extrema son Alta Verapaz (41.2%), Quiché (33.2%) y Huehuetenango (30.3%). Generalmente los lugares con las mayores tasas de pobreza general son también los que presentan peores resultados en cuanto a pobreza extrema (*Ibid*).

Los resultados del Mapa de Pobreza 2002, sitúan a los municipios con mayor severidad en la pobreza en los departamentos de Huehuetenango y Alta Verapaz. San Gaspar Ixchil, Santa Bárbara Huehuetenango Cahabón, Colotenango y Lanquín son los lugares con la pobreza más severa.

De acuerdo a estadísticas del ministerio de educación del año 2006, el mayor porcentaje de analfabetismo se encuentra en el departamento de Quiché, con un 45.06%, seguido de Baja Verapaz con un 36.40% y Huehuetenango con 35.33% (20).

B. ALIMENTOS Y MEZCLAS COMPLEMENTARIAS DE ALIMENTOS

1. Definición

Se entiende por alimentos complementarios aquellos que son los primeros en introducirse a la dieta del lactante cuando llega a los seis meses de vida, y durante el

proceso de ablactación hasta adquirir la dieta familiar. Su finalidad consiste en aportar suficientes calorías y proteínas para favorecer al desarrollo del niño/a (16).

Esta definición podría ampliarse un poco de manera que abarque los alimentos ricos en proteína y calorías que se utilizan como complemento dietético de los infantes cuyo estado nutricional está en riesgo, siendo éstos los también llamados Alimentos Nutricionalmente Mejorados (ANM) (7).

En general, las personas se alimentan con mayores cantidades de proteína de origen vegetal; debido a mayor disponibilidad y acceso de la misma. La proteína de origen vegetal es de calidad inferior a la de origen animal, ya que esta última tiene las cantidades y el balance de aminoácidos esenciales necesarios para una utilización eficiente por el organismo, y aquélla carece de ellos. Este balance, sin embargo, puede lograrse combinando adecuadamente las proteínas de origen vegetal, las que son variadas y provienen de semillas oleaginosas, cereales y leguminosas de grano. También pueden obtenerse de hojas, microorganismos y otras fuentes. Se caracterizan por su deficiencia en aminoácidos esenciales, principalmente en metionina y lisina, y por el exceso de algunos otros como leucina y fenilalanina. Combinándolas adecuadamente, dan origen a alimentos de calidad proteínica adecuada (3).

Generalmente los alimentos complementarios fortificados se diseñan como mezclas de diferentes ingredientes en proporciones que aseguren un adecuado aporte de energía y macronutrientes. A esta mezcla se le agregan vitaminas y minerales. Las mezclas usualmente están precocidas para facilitar su preparación en el hogar. Algunos ejemplos de estos alimentos son la Incaparina, el Vitacereal, la Bienestarina y el CSB (PMA, 2009).

La mezcla vegetal es la combinación de una leguminosa y un cereal con el propósito de obtener un alimento rico en proteínas de alto valor biológico, lo cual significa que el alimento es rico en proteína no solo en cantidad sino también en calidad. La mezcla formulada en este estudio es una forma de complementar la proteína de trigo con arveja dulce con el fin de maximizar la calidad proteica.

2. Características

Los alimentos nutricionalmente mejorados son aquellos a los que se les ha mejorado la calidad de su proteína mediante la técnica de complementación y son de alto contenido energético y fuente de micronutrientes. Dentro de las características principales de los ANM están (7):

- Su composición básica es a base de mezclas de ingredientes, especialmente harinas de origen vegetal.
- Sus características sensoriales son adecuadas a los hábitos alimenticios de la población objetivo.
- Son nutricionalmente balanceados.
- Son industrializados, las materias primas se han modificado por procesos de fabricación.

En general, los alimentos complementarios procesados deberían contener cerca de la ración diaria de hierro y zinc; además de tener una densidad calórica de al menos 1Kcal/g después de cocinados. Los ANM deben cumplir con los siguientes requerimientos (7):

- Una calidad proteínica superior al 80% de la calidad proteínica de la leche de vaca.
- Una composición de aminoácidos similar al patrón FAO y la OMS.
- El aporte del micronutrientes será del 75% de la RDD del INCAP en términos de vitamina A, y hierro; y del 50% para zinc y vitaminas del complejo B.

También es imprescindible un perfil adecuado de macronutrientes con respecto a las densidades de proteínas, carbohidratos y grasas, evitando los excesos de grasas y azúcares. Los alimentos complementarios formulados en los años setenta-ochenta son de mayor contenido proteico y menos contenido graso que los formulados en épocas más recientes (16). Es importante que estos alimentos sean de bajo costo y aceptados culturalmente.

La biodisponibilidad de ciertos nutrientes en los alimentos complementarios, especialmente hierro y cinc, se ve algunas veces comprometida por la utilización de maíz u otros productos vegetales, cuyos fitatos disminuyen la biodisponibilidad de dichos minerales. Es importante realizar ensayos clínicos con estos alimentos para determinar su biodisponibilidad y efectos en el crecimiento (16).

El logro de la nutrición óptima durante las primeras etapas de la vida es un proceso continuo que varía a cada edad de los infantes. Una manera de asegurar que los niños reciban un régimen alimentario completo es a través del uso de alimentos procesados, fortificados con cinc, hierro, proteínas y otros nutrientes. Aunque estos alimentos han sido frecuentemente de un valor nutritivo completo, poca atención se ha dado a su aceptabilidad cultural y a las prácticas asociadas con su uso, los alimentos complementarios procesados no han tenido el éxito de llegar a la población más vulnerables. (16)

Por ello; las galletas que se formularán en este estudio, tienen como finalidad el aporte de proteína vegetal de alta calidad, producto de la complementación de un cereal y una leguminosa; además que aportarán grasa y carbohidratos en cantidades moderadas y serán fortificadas con minerales.

3. Estudios previos de Alimentos Nutricionalmente Mejorados

El desarrollo de mezclas de productos vegetales con alto contenido nutritivo y de bajo costo, o de alimentos complementarios apropiados para la alimentación de niños/as y otros grupos vulnerables es una actividad del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) que comenzó desde el inicio de los años cincuenta (16).

Estos alimentos se formularon de manera que sus ingredientes, en forma de harinas, se puedan obtener a partir de productos disponibles localmente que garantizaran un balance de proteínas y aminoácidos comparables a las proteínas de origen animal (16).

Las mezclas de cereales y leguminosas pretenden crear una mezcla similar a la proteína ideal, cuyo valor biológico radica en el contenido de aminoácidos de la misma.

La proteína ideal contiene un 5.5% de lisina, 4.0% de treonina, 1.0% de triptófano, y 7.0% de leucina (11).

Durante los años 70, en Guatemala se elaboraron iniciaron estudios para la elaboración de mezclas vegetales. Se recopilaron todos los datos disponibles sobre los diversos ingredientes potenciales, y con base en el cálculo de su valor nutritivo, posibilidades económicas y sabor agradable se determinó la fórmula de la Incaparina, llamada mezcla vegetal Incap 8, a base de harina de maíz, ajonjolí y algodón. Posteriormente la mezcla fue modificada y la Incaparina se lanzó en el año de 1959 bajo el nombre de INCAP No.9. Su fórmula original estaba compuesta de harina de algodón y harina de maíz, mezcla que le proporcionaba su sabor y olor característico, enriquecida con vitamina A, calcio y riboflavina. Actualmente la fórmula ha sufrido una serie de variaciones, la principal es la sustitución de la harina de algodón por la harina de soya. Esto debido a que en antaño el país era un gran productor de algodón (16).

La harina de maíz aún continua como su base; el maíz y sus derivados es el alimento más aceptado, consumido y utilizado por la población chapina, pero incompleto de los nutrientes indispensables para los requerimientos nutricionales recomendados. Es por esta razón que aún cuenta con la combinación de otros cereales como la harina de soya, reforzada con micronutrientes como el hierro, ácido fólico, zinc, tiamina, riboflavina, niacina, B6, B12 y calcio. Aporta 80 calorías por vaso, (18.75g) y un 9% de proteína.

En INCAP también se han realizado estudios de complementación entre las proteínas de la harina de semilla de algodón y las de tres semillas leguminosas: el caupí (*Vigna sinensis*), el gandul (*Cajanus cajan*) y el frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), harina conocida como Incap 17, mezclas que resultaron deficientes en metionina, treonina y triptófano (Elías, *et al*; 1969).

En 1970, en Colombia se iniciaron los primeros pasos para desarrollar una mezcla vegetal bautizada como Colombiharina. Ésta consistía en una mezcla de soya y arroz

en una proporción de 30:70, para lograr una combinación correcta de aminoácidos esenciales; pues, la soya aportaba la lisina, y el arroz metionina y cisteína. Mediante un ensayo biológico fue demostrado que el índice de eficiencia proteica de la Colombiharina era de 3.3%, porcentaje elevado comparada con el 3.5% de la proteína de la clara del huevo y la leche materna. Ésta se enriqueció con vitaminas y minerales deficitarios en la población colombiana, tales como complejo B, hierro, calcio, fósforo, zinc, vitamina C y D. Por ser elaborada con arroz, resulta menos alergénica que otras mezclas de cereales, además que incrementa su digestibilidad. Dicha harina, aporta 384 calorías por 100g del producto, y un 21.5% de proteínas (PMA, 2008).

Recientemente, estudiantes de las carreras de nutrición e ingeniería de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala han llevado a cabo proyectos de tesis para desarrollar alimentos funcionales y/o nutricionalmente mejorados, tales como un producto de panificación tipo muffin, formulado en el 2005 por Muckay Ixcamparij, el cual está elaborado con 60% de harina de trigo y 40% de harina de maíz opaco 2, el cual tiene una razón proteica neta de 3.82 y pretende mejorar la ingesta proteica de los consumidores, al ser el pan dulce un alimento de consumo masivo en Guatemala.

En el 2007; Aura Regina Matheu y Alejandra Palma, formularon un producto de panificación tipo champurrada a partir de harina de trigo y harina de maíz de alta calidad proteica QPM y de maíz duro y suave, respectivamente. Dicho producto ofrece una proteína de mayor calidad proteica, aunque no mayor cantidad de proteína que la champurrada tradicional, elaborada solamente con harina de trigo.

También en el 2007, Claudia Villatoro formuló cuatro sopas deshidratadas con alto valor nutritivo a partir de ingredientes cultivados en Guatemala; tales como el haba tierna, arveja dulce, arveja china y ejote francés cuyo objetivo es ser una alternativa en alimentos que ayuden a disminuir la desnutrición del país. La sopa de arveja dulce, aporta un 17.78% de proteínas y es la que obtuvo un patrón de crecimiento similar a la caseína según estudio biológico.

La tendencia en el área de formulación de nuevos productos va enfocada a producir alimentos a partir de mezclas vegetales, que ofrezcan una proteína de alta calidad a un bajo costo, de manera de contribuir a mejorar el estado nutricional de los guatemaltecos a partir de cultivos abundantes y de gran aceptabilidad entre la población.

C. ARVEJA DULCE (*PISUM SATIVUM*)

1. Descripción

La arveja dulce (*Pisum sativum*) es una leguminosa originaria de Asia Central, que se cuenta hoy día entre las hortalizas más populares en todo el mundo. La planta de arveja es trepadora, posee un sistema vegetativo poco desarrollado aunque con una raíz pivotante que tiende a profundizar bastante. Esta leguminosa se produce dentro de una vaina de color verde tierno que puede llegar a medir hasta diez centímetros de largo y contiene entre cuatro y diez semillas de menos de un centímetro de diámetro. La arveja dulce es una planta hortícola de clima frío y húmedo, en Guatemala se siembra en climas templados y fríos, con una temperatura ambiental de 7 a 24 grados centígrados. Se produce adecuadamente en alturas de 4,600 a 7,000 pies sobre el nivel del mar y se desarrolla bien en humedades relativas del 60 a 85% (19).

Debe de plantarse cuando el suelo tiene una temperatura de al menos 45 grados Fahrenheit y esté suficientemente seco. Se cosechan aproximadamente 60 días después de su siembra, y las matas llegan a medir entre 20 y 30 pulgadas de altura. La época de la cosecha es durante todo el año, pero presenta un incremento en los meses de octubre a enero (19).

Cuando las arvejas son tiernas, tienen un sabor ligeramente dulce y se pueden consumir crudas. Se comercializa especialmente en su estado crudo, o de semilla inmadura, y puede ser procesada para la obtención de conservas, en forma de producto enlatado o congelado. También se le puede encontrar en estado seco o deshidratado; a partir de cuya molienda se obtiene una harina fina de color verde brillante (*Ibid*).

Las arvejas (*Pisum sativum* L.) "sugar snap" son el resultado de la combinación de al menos seis genes recesivos que controlan características de la vaina y el grano, y otros dos genes se están sumando en variedades modernas. Es un tipo de vaina comestible que, a diferencia de las "sinhilas", tiene vainas de paredes engrosadas. Pueden consumirse en estado fresco o congelado y han tenido gran aceptación en Norteamérica y otros países (13).

2. Producción en Guatemala de arveja dulce (*Pisum sativum*)

La arveja china es uno de los productos no tradicionales de exportación que genera más divisas al país. En los últimos cinco años se han exportado más de 30.68 millones de kilogramos, produciendo un ingreso de divisas alrededor de 43.33 millones de dólares. En 1996 genero aproximadamente 7.51 millones de dólares de divisas por la exportación de 11.43 millones de kilogramos de vainas congeladas (15).

En Guatemala las áreas de siembra y volúmenes de producción muestran una tendencia creciente. El consumo de arveja china es escaso, circunscribiéndose a un sector muy preferente (de la clase media hacia arriba) y que no tiene ninguna incidencia ni con los volúmenes producidos ni con los niveles de precio. Se puede encontrar surtida en los supermercados en bandejas de una libra, aunque su consumo dentro de la población guatemalteca es escaso, su demanda a escala internacional la ha convertido en un cultivo de exportación, capaz de generar gran cantidad de divisas a los países productores (15).

La variedad de arveja china Oregon Sugar Pod II es la preferida en Guatemala, ésta es una variedad de tipo enana, Alcanza una altura de 1 a 1.5 metros. Su ciclo de vida dura aproximadamente 100 días. Dependiendo de la ubicación geográfica, inicia su floración de los 45 a 55 días y 10 a 15 días más tarde se realiza el primer corte, pudiéndose prolongar la cosecha hasta por 8 semanas (15).

El cultivo de arveja china, *Pisum sativum* L., se inició en Guatemala hace más de 17 años y cada vez son más los pequeños y medianos productores que se incorporan a esta actividad, lo que ha permitido mejorar en cierta forma el ingreso económico familiar

(15). La producción de esta galleta, podría ser otra forma de ingreso para dichas familias.

Es considerada como un producto no tradicional de exportación. Del total de las exportaciones, Estados Unidos representa el principal destino ya que un 85% del total de arveja china que se exporta hacia el mundo tiene ése como principal mercado de destino, le sigue Gran Bretaña con el 10% y los Países Bajos y Canadá con el 5% (15).

Según el Censo Nacional de Arveja para 1998, los departamentos productores en Guatemala son: Chimaltenango, Sacatepéquez, Quiché, Guatemala, Jalapa y Sololá. El consumo interno de arveja asciende a un 15% de la producción nacional, lo cual es aceptable si se parte de un estudio anterior que tiene como base el 10% de la producción nacional. Aún así, se estima que una gran cantidad de la arveja es desperdiciada.

La empresa agroexportadora San Juan Agro Export se formó como una empresa agrícola familiar en 1,985, en una planta localizada en San Juan Sacatepéquez. Con los años, se especializó en el cultivo, producción y exportación de arveja con el fin de tener un mejor control sobre los agricultores así como economías a escala que le permitieran ser competitiva. Actualmente exporta vegetales frescos bajo estándares de calidad hacia los países de Holanda, Francia, Inglaterra, Suiza, Alemania, Estados Unidos y Canadá para el año 2006 (21).

En el año 2,001 la Compañía hace una alianza estratégica con la Cooperativa Cuatro Pinos para exportar conjuntamente y enfrentar el reto de la globalización. Actualmente se cuenta con centros de acopio del producto en las principales regiones de siembra y con una planta adicional localizada en el Altiplano del país. La mayor parte de la producción proviene de grupos de agricultores seleccionados cuidadosamente, supervisados y asesorados por la empresa, para poder de esa forma, cumplir con las normas nacionales e internacionales. La Compañía está considerada actualmente como la empresa líder en la exportación de arveja (21).

En abril de 2002, la empresa Frutas Tropicales de Guatemala, S.A. (Frutesa) les otorgó un contrato para sembrar arveja dulce para la temporada de septiembre a enero de 2003 a los agricultores de la finca Potrerillos, Zaragoza, Chimaltenango, que cansados de sembrar maíz, trigo y frijol, cuya cosecha lejos de generarles ganancias les terminaban causando pérdidas, decidieron en 2002 incursionar en la siembra de arveja china y dulce. Desde entonces, Frutesa les compra su producción de arveja china y dulce y la exporta al continente europeo (21).

Estados Unidos es el principal mercado de destino de las exportaciones guatemaltecas, el mercado se caracteriza por ser en fresco, la ventana de exportación para Guatemala es entre noviembre y mayo, esto significa que son casi treinta semanas de exportación, que finaliza quince días después de las primeras lluvias debido a que la calidad del producto se reduce considerablemente (21).

3. Características nutricionales de arveja dulce (*Pisum sativum*)

La arveja es una de las hortalizas que contiene mayor cantidad de carbohidratos y proteínas, por lo que se destaca como una fuente importante de sacarosa y aminoácidos. Además, es un alimento con un contenido significativo de minerales (fósforo y hierro) y de vitaminas, especialmente B1. Como todas las leguminosas, es una importante fuente de fibra soluble e insoluble (1).

La arveja es una fuente relativamente barata de proteínas y fácil de producir siendo además un alimento que no está muy explotado en el mercado. Tiene un alto contenido de proteínas y ha sido sugerida como una fuente alternativa de proteínas, sobre todo en circunstancias donde la soya no se puede usar por intolerancias o reacciones alérgicas. Las arvejas, como la mayoría de las leguminosas, son deficientes en metionina y ricas en lisina, al contrario de los cereales. Estas carencias se pueden superar realizando mezclas apropiadas con productos de legumbres, a fin de aumentar la calidad proteica de los productos panificados (1).

Cuadro 3.

Composición química de la arveja en base seca (cruda) y natural (cocida)

	Grano crudo	Grano cocido	Harina del grano
Energía (Kcal)	341	118	351
Agua	11.27%	69.49 %	10%
Proteína	24.55%	8.34%	23.40%
Carbohidratos	60.37%	21.10%	62.00%
Fibra	25.50%	8.30%	-
Grasa	1.16%	0.39%	2.10%
Hierro	4.43mg	1.29mg	6.00mg
Zinc	3.01mg	1.00mg	-

Fuente: Incap, 2007. Tabla de Composición de alimentos

Cuadro 4.

Comparación nutricional de la arveja, maíz, frijol, trigo y ramón en base seca por 100g del producto

Grano	Arveja	Maíz	Frijol	Trigo	Ramón
Energía (Kcal)	341	365	343	360	362
Agua	11.27%	10.37%	10.40%	11.12%	6.5%
Proteína	24.55%	9.4%	22.7%	23.15%	13%
Carbohidratos	60.37%	74.26%	61.60%	51.81%	20.55%
Grasa	-	4.74%	1.60%	9.72%	1.57%
Fibra	25.50%	-	18.37%	13.20%	
Cenizas		1.20%	3.70%	4.21%	

Fuente: Incap, 2007. Tabla de Composición de alimentos

D. TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*)

1. Descripción

El trigo es el primer grano en producción mundial el cual se utiliza principalmente en la alimentación humana. Por ello, la información publicada disponible está orientada, en su gran mayoría, hacia aspectos de calidad industrial en la elaboración de alimentos

para humanos; el contenido de proteína cruda en el endospermo es un indicador muy importante de la calidad industrial de los trigos (5).

Existen dos divisiones de las harinas de trigo de acuerdo al tipo de grano del que provienen: harinas duras y harinas blandas o suaves. La harina de trigo duro posee un elevado grado de proteínas glutínicas, en comparación con la harina suave; además de un gran poder de absorción y un bajo contenido de cenizas, lo que la hace una mejor opción para un producto de panificación nutricionalmente mejorado. Uno de los componentes más importantes de la harina de trigo es el almidón, del cual depende la blandura de la miga, que al entrar en contacto con el agua, hidrata la masa para el amasado y provee un sustrato para la fermentación, dando solidez y adhesión (5).

2. Producción en Guatemala de trigo (*Triticum aestivum*)

La producción total y el rendimiento por hectárea de trigo en el país se presentan en el cuadro 4. De estas se puede concluir que la producción de trigo en Guatemala ha disminuido significativamente debido principalmente a la disminución de la superficie dedicada a este cultivo.

Cuadro 5.

Área, producción y rendimiento de trigo en Guatemala desde 1990 hasta 2001

Año agrícola (dic-nov)	Área cosechada (hectáreas)	Producción (toneladas)	Importación (toneladas)	Rendimiento (Ton/he)
1990-91	11249	22680	162985	2.02
1991-92	11319	22707	196868	2.01
1992-93	12158	24285	187075	2.00
1993-94	11249	22680	390515	2.02
1994-95	12367	25642	356260	2.07
1995-96	11249	23360	232802	2.08
1996-97	8385	16783	349139	2.00
1997-98	8524	15944	259173	1.87
1998-99	7406	14429	70697	1.95
1999-00	4192	8246	336914	1.97

Fuente: International Plant Nutrition Institute. Consultado en: <http://www.ipni.net/>

La disminución en la superficie cosechada inició al final de la década de los 80's y continuó durante toda la década de los 90's. Es importante mencionar que es durante este periodo cuando el precio de los granos a nivel mundial se ve mas afectado, reflejando así, muy bajas o nulas utilidades a los agricultores de esta región agrícola. El rendimiento promedio durante 15 años se ha mantenido en alrededor de 2 t/ha y actualmente la superficie cultivada apenas supera las 5,000 hectáreas. La importación se ha incrementado casi 3 veces en los últimos 10 años en comparación a los niveles de 1984/85.

El altiplano es la región del país donde existen los mayores cultivos de trigo, hace 20 años Guatemala alcanzó su mayor producción de trigo de la historia. La cosecha superó ese año los 1.2 millones de quintales; a partir de entonces, el cultivo empezó a decaer frente al trigo más barato y de mejor calidad importado de EE.UU., y con la derogación del Decreto 14-90, que eliminó los precios mínimos y la obligación por parte de los molinos de comprar la producción nacional, se vislumbraba su desaparición. Dos décadas después, los altos precios del trigo a nivel mundial han provocado que algunos productores vislumbren el resurgimiento del cultivo del grano.

3. Características nutricionales de trigo (*Triticum aestivum*)

El grano maduro del trigo está formado por carbohidratos, proteínas: Albúmina, globulina, prolamina, y gluteínas), lípidos (ácidos grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooleico, oléico, linoléico, linoléico), minerales (potasio, fósforo, selenio y cloro), además de vitaminas del complejo B (10).

El trigo se usa fundamentalmente en la fabricación de derivados de panificación, debido a que durante su fermentación produce esponjamiento, esta capacidad de esponjamiento se debe principalmente a las proteínas. Los azúcares al fermentar producen anhídrido carbónico que hace aumentar el volumen. La harina de trigo contiene entre el 10 y el 12% de proteínas (2).

Cuadro 6.
Principales Proteínas del trigo

Proteína	%	Función
Glutelinas (llamadas Gluteninas)	85.0	Forman el gluten
Prolaminas (llamadas Gliadinas)		
Albúminas	15%	Forman costra del pan, por reacciones de oscurecimiento no enzimático
Globulinas		

Fuente: Badui, 2006. Química de los Alimentos

El gluten es el responsable de las propiedades de cohesividad y viscosidad de la masa de panificación. Las gliadinas forman los enlaces disulfuro intramoleculares, y las gluteninas los intermoleculares para crear la red. Los principales aminoácidos del gluten son la prolina y la glutamina (2).

Un exceso de gliadinas hace que la masa se vuelva débil, y al no retener anhídrido carbónico se colapsa. Al adicionar leche sin tratamiento térmico previo al gluten, la B-lactoalbúmina causa una reducción en el volumen final de la masa, debido a que sus grupos sulfhidrilo rompen los enlaces disulfuro del gluten (2).

Tanto las gliadinas como las gluteninas contienen una cantidad muy baja de lisina. La gliadina es la porción del trigo que provoca enfermedad celiaca, al atrofiar las vellosidades del intestino delgado (2).

El trigo, como todos los cereales, es deficiente en lisina, histidina, metionina, treonina y triptófano. La literatura señala que el PER de la harina de trigo 0.54 es de aproximadamente. (10).

E. PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN A BASE DE ARVEJA DULCE

1. Características nutricionales del alimento

Las harinas de cereales son relativamente bajas en proteínas totales y deficitarias en lisina. La arveja tiene un alto contenido de proteínas y ha sido sugerida como una fuente alternativa de proteínas, sobre todo en circunstancias donde la soja no se puede usar por intolerancias o reacciones alérgicas. Por otro lado, las legumbres son deficientes en metionina, al contrario de los cereales. Estas carencias se pueden superar realizando mezclas apropiadas con productos de legumbres, a fin de aumentar la calidad proteica de los productos panificados.

Así; por ejemplo, al combinar harina de trigo con harina de arveja se logra complementar sus aminoácidos y además se obtiene un alimento más rico en fibra (1).

2. Estudios previos.

En el año 2008, se realizaron estudios en la Universidad Nacional del Litoral, Argentina, con diferentes porcentajes de sustitución de harina de arveja en panes. El efecto que se aprecia respecto del nivel de incorporación de harina de arveja en la formulación es que todas las muestras con 5% presentan los mayores puntajes en todos los atributos sensoriales, los cuales van disminuyendo al aumentar el nivel de sustitución (10% y 15%). Al 15% de sustitución se producía un alto grado de deterioro de las características sensoriales de productos elaborados con leudantes químicos, sobretodo en el sabor residual, sugiriendo la necesidad de utilizar saborizantes apropiados para lograr un producto aceptable (1).

F. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE PROTEÍNA

1. Definición

La función primaria de la proteína en la dieta es suministrar al organismo una mezcla de aminoácidos cuyo balance sea apropiado para la síntesis y el mantenimiento de las proteínas de los tejidos. La adecuación relativa de una proteína en cuanto a suplir el

patrón de aminoácidos requerido a un organismo dado, es el factor determinante de la magnitud de las respuestas biológicas que se observan. Por ello, todos los métodos para valorar la calidad nutricional de las proteínas, están relacionados con la evaluación de la eficiencia relativa de las diferentes proteínas para satisfacer los requerimientos de aminoácidos esenciales (3).

El valor real nutricional de las proteínas no se refleja en su alto porcentaje de las mismas, sino en su adecuada composición de aminoácidos, la cual incide en su mejor utilización por el organismo. Es por ello, que la evaluación biológica es más deseable que un análisis químico proximal de los alimentos proteicos (11).

Todos los métodos utilizados comúnmente para evaluar la calidad de proteína en animales de experimentación, tratan de medir el cambio de la proteína corporal asociado con la ingesta de una proteína específica. A pesar de que no se ha demostrado que la composición corporal de ratas jóvenes alimentadas por varias dietas en un período limitado de tiempo sea consistente, es seguro que el porcentaje de la proteína corporal no sufre grandes variaciones y, por tanto, los cambios significativos en el peso total generalmente reflejan los cambios en la proteína corporal. La razón agua proteína en el cuerpo es probablemente una medida más constante que la proteína corporal expresada como porcentaje del peso corporal. Estimaciones de la proteína, del agua y del peso corporales, pueden por lo general, considerarse como medidas de los mismos cambios, y pueden usarse más o menos alternadamente, aunque existen argumentos sobre la validez o utilidad de estas tres mediciones (17).

No debe confundirse el valor biológico y el valor nutritivo de la proteína. El primero evalúa únicamente la cantidad de aminoácidos esenciales disponibles; el segundo concepto es la aplicación de los resultados del primero, y sirve para evaluar la capacidad de la proteína de inducir cambios en el estado nutricional. El valor nutritivo es el mismo, o muy similar para diferentes especies de animales, así como para el hombre (3).

El resultado obtenido en los métodos de análisis biológico, sólo depende de los aminoácidos limitantes y no suministra información de acerca de otros aminoácidos esenciales y no esenciales de la proteína (17).

Para asegurarse que el consumo de proteína es menor que las necesidades diarias, se utilizan dietas que contengan un 10% de la proteína en términos de peso seco. En estas condiciones las proteínas de la dieta son utilizadas al máximo para el crecimiento (18).

2. Tipos de pruebas

Los métodos biológicos de análisis de proteínas se basan en la ganancia en peso o en la retención de nitrógeno en ensayos con animales experimentales, que son alimentados con dietas que contengan la proteína a analizar. Los resultados obtenidos se extrapolan de los animales al hombre (11).

La calidad de una proteína se determina por su composición de aminoácidos esenciales y su digestibilidad, factores que son mejor evidenciada en los ensayos biológicos que en los análisis químicos de la misma (3).

a. Métodos basados en cambios de peso corporal.

El método más simple para determinar el valor nutritivo de una proteína es medir la tasa de crecimiento de animales jóvenes alimentados con la dieta sometida a prueba. Osborne, Mendel y Ferri tradujeron este concepto en una base cuantitativa, relacionando la ganancia de peso con la cantidad de proteína consumida; el índice de eficiencia proteica (PER). Dichos autores demostraron que el PER variaba con el nivel de proteína en la dieta y recomendaron que cada proteína fuera estudiada a su nivel óptimo (10).

El Índice de Incidencia Proteica (PER), conocido como PER por sus siglas del inglés (Protein Efficiency Ratio), se refiere específicamente a la eficacia nitrogenada, la

ganancia de peso del animal se debe a este único factor en las condiciones experimentales establecidas.

$$\text{PER} = \text{Incremento de peso (g)}/\text{Proteína ingerida (g)}$$

La tasa de crecimiento de un animal bajo condiciones definidas, proporciona entonces, un sistema sencillo para medir el valor nutritivo de las proteínas de la dieta. Existe una tasa de ingesta proteica que da un porcentaje máximo de utilización para crecimiento (3). El PER no estipula ningún margen de tolerancia en lo referente a la proteína para mantenimiento, y en consecuencia los valores obtenidos no son proporcionales. Un valor de PER de 2, no es dos veces mejor que un PER de 1. Por ello, no es utilizable en un sistema de clasificación, donde el múltiplo de cantidad por calidad se considera como proteína utilizable. Se conoce que el resultado es dependiente de la dosis, pero no se puede aplicar ninguna corrección porque es un método que utiliza un solo nivel, y no se puede utilizar ninguna prueba interna para rectificar su validez (17).

b. Métodos basados en retención de nitrógeno

Son varios los métodos que usan la retención de nitrógeno como variable dependiente en un ensayo de evaluación de la calidad proteica. El más simple de ellos es la Utilización Proteica Neta (NPU), el cual mide la diferencia entre el nitrógeno de las heces de ratas alimentadas con una proteína de prueba y aquellas alimentadas con una dieta libre de proteína. Éste método ha sido abreviado, determinando el contenido de agua corporal y derivando la cantidad de nitrógeno a partir de la razón nitrógeno/agua de los animales previamente determinada (10).

Los ensayos también pueden basarse en los métodos de balance de nitrógeno, en los que se determina el nitrógeno ingerido y excretado por ratas alimentadas con dietas que contienen una proteína de prueba o dieta libre de proteína, de manera que la retención de nitrógeno se estima indirectamente. El balance de nitrógeno mide las ganancias netas o pérdidas que ocurren en la utilización del mismo. La determinación

de nitrógeno en el alimento y en las excreciones proporciona una medida cuantitativa del metabolismo proteínico (3).

Esto también permite determinar la excreción de nitrógeno fecal y urinario de origen endógeno y metabólico. Por lo tanto permite la determinación de la Digestibilidad aparente (DA), Digestibilidad Verdadera (DV), Utilización Proteínica Neta (NPU) y Valor Biológico (VB) (17).

De éstos, cabe resaltar que el valor biológico indica el porcentaje de nitrógeno absorbido que es retenido por el organismo, factor que se ve afectado por la concentración de la proteína en la dieta (3).

La Razón Proteica Neta (NPR), representa una mejora sobre el PER, pues se usa un grupo control alimentado con una dieta libre de proteína. En la práctica el NPR es comparable a la Utilización Proteica Neta (NPU), método basado en la retención de nitrógeno, y mide los cambios en nitrógeno corporal. (17).

$$\text{NPR} = \frac{\text{Incremento de peso grupo de prueba (g)} - \text{Pérdida de peso grupo control (g)}}{\text{Proteína ingerida (g)}}$$

G. EVALUACIÓN SENSORIAL

1. Definición

Quien quiera diseñar productos alimenticios con fines de conquistar déficit nutricionales, prevenir la malnutrición y satisfacer los apetitos del consumidor, deberá poner especial atención a la evaluación sensorial (Wittig, 1999). La evaluación sensorial ha existido desde que existe el hombre, las personas siempre están indagando si la comida que se llevan a la boca, sabe bien o huele bien (4).

Ésta es una disciplina que se usa para evocar, medir, analizar e interpretar lo relativo a aquellas características de los alimentos y otras sustancias que son percibidas por los

sentidos (4). Trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos como herramienta de trabajo (24).

Medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de éstas con el fin de poder predecir la aceptabilidad del consumidor, representa el mayor compromiso de la evaluación sensorial para la industria. La evaluación sensorial proporciona información de las expectativas de aceptabilidad por parte del consumidor (24).

La importancia tecnológica y económica de la evaluación sensorial resulta evidente, ya que, puede condicionar el éxito o el fracaso de los avances e innovaciones que se producen en la tecnología de alimentos. La industria alimentaria moderna aprovecha la información obtenida mediante el análisis sensorial para el diseño y desarrollo de nuevos productos, reformulación por reducción de costos o cambio de ingredientes o equipo y control de calidad (4).

Existen dos divisiones de pruebas sensoriales. Las primeras son las pruebas utilizadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos y de las actitudes de los consumidores hacia los alimentos (Pruebas orientadas al consumidor). Las segundas son las pruebas analíticas se utilizan para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales (Pruebas orientadas al producto) (4).

En este estudio solamente se profundizarán en las pruebas orientadas al consumidor que son las que se llevarán a cabo para determinar la aceptabilidad del producto.

2. Pruebas orientadas al consumidor

El principal propósito de las pruebas afectivas es valorar la respuesta personal de preferencia y aceptabilidad del consumidor hacia un producto. Las razones por las cuales se realizan estas pruebas son el mantenimiento del producto, mejorar el producto, desarrollar productos nuevos y valorar el mercado potencial (12).

Dependiendo de los resultados de las pruebas durante cada etapa se realizarán modificaciones al producto para satisfacer las necesidades de los consumidores (12).

a. Pruebas afectivas cualitativas

Estas pruebas se refieren a aquellas que miden subjetivamente las respuestas de una muestra de consumidores hacia las propiedades sensoriales de un producto. Las pruebas cualitativas son utilizadas para descubrir y entender las necesidades de los consumidores y valorar la respuesta inicial de éstos hacia un producto nuevo. (12).

También se utilizan para conocer la terminología de los consumidores para describir atributos sensoriales de un producto comercial y conocer acerca del conocimiento de los consumidores referente al uso particular de un producto. (12).

En muchos de los proyectos de formulación de alimentos nutricionalmente mejorados mencionados anteriormente, se utilizaron pruebas afectivas cualitativas como el grupo focal, con 10-12 panelistas seleccionados por sus habilidades en la evaluación sensorial, para obtener la percepción y creencias que el grupo tiene sobre determinado producto, en todos estos se utilizó una muestra control además de las muestras experimentales.

Los objetivos más comunes de dichos grupos focales fueron:

- Establecer cuáles propiedades sensoriales de los productos, no satisfacen las necesidades del consumidor.
- Determinar las propiedades sensoriales que el consumidor desea encontrar en los productos.
- Conocer la aceptabilidad de los consumidores hacia los productos.

b. Pruebas afectivas cuantitativas

Estas pruebas determinan la respuesta de un grupo grande, 50 ó cientos de consumidores para un grupo de preguntas con respecto a preferencia y atributos sensoriales de un producto. Se utilizan para determinar la preferencia global para un producto por una muestra de consumidores que representan la población a la cual el producto es enfocado y pretenden determinar la preferencia de varios aspectos sensoriales y medir la respuesta del consumidor hacia un atributo específico del producto (12).

Estas pruebas pueden ser de diferentes tipos:

1) Pruebas de preferencia

Las pruebas de preferencia permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una sobre la otra, o si no tienen preferencia. Se pueden utilizar pruebas de preferencia pareada o de ordenamiento. Una de las ventajas de estas pruebas consiste en que permite al panelista degustar la muestra varias veces. Los resultados son analizados mediante una prueba binomial de dos extremos (4).

2) Pruebas de aceptabilidad

Se usan para determinar la aceptación de un producto por parte de los consumidores. Se pueden utilizar pruebas de comparación pareada similares a las de preferencia pareada y de ordenamiento y ordenamiento con escalas. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo) (4).

Las muestras se pueden presentar todas al mismo tiempo o de una en una. La presentación simultanea de las muestras es preferible ya que es más fácil de administrar y le permite a los panelistas volver a evaluar las muestra hacer comparaciones (4).

En las pruebas de aceptabilidad, el producto es comparado con uno semejante o el producto de la competencia, y se utiliza una escala hedónica para indicar el grado de aceptabilidad o inaceptabilidad, gusto o disgusto. La muestra con calificación más alta es la preferida. Los mejores resultados se obtienen con escalas que son balanceadas (12).

3) Pruebas hedónicas

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuanto agrada o desagrada un producto. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana (24). Se diferencian de las pruebas de aceptabilidad en que miden el grado en que agrada o desagrada un producto (generalmente se utiliza una escala hedónica de 9 puntos), no solamente si es aceptable o no (10). Se utilizan para estudiar en el laboratorio la posible aceptación del alimento. En ellas, se pide al panelista que luego de su primera impresión responda cuánto le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal numérica que se encuentra impresa en la ficha. La escala consta de 9 puntos, sin embargo, a veces es demasiado extensa por lo que se acorta a 7 ó 5 puntos (12).

En los proyectos de formulación de alimentos nutricionalmente mejorados; también, se utilizaron pruebas afectivas cuantitativas como las pruebas de aceptabilidad en las que sólo estaban las categorías de si y no para la aceptación de las características sensoriales, aunadas a pruebas de preferencia donde tenían que escoger entre una de las muestras evaluadas.

Lo más común para la evaluación sensorial fueron las pruebas hedónicas con escalas de 9 puntos y con una escala reducida de 7 puntos.

3. Requisitos para una evaluación sensorial de alimentos

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- Laboratorio de pruebas

- Muestras
- Panel de degustadores
- Métodos de evaluación
- Análisis estadístico de los datos obtenidos

La razón de contar con un laboratorio de degustación es poder controlar todas las condiciones de la investigación, eliminando al máximo las variables que interfieran en los juicios. Está prohibido conversar durante la degustación de las muestras, de manera de no influir sobre los juicios de los demás (24).

Las muestras, es el nombre con el que se designa al producto que será entregado a los jueces para su evaluación. Cada producto tiene una técnica de preparación que debe de ser reproducida cada vez que el panel vaya a degustarlo. No deben evaluarse muchas muestras a la vez; aquí se debe considerar el producto, la intensidad de sabor, capacidad e interés de los jueces (24).

El análisis sistemático de las propiedades sensoriales de los alimentos requiere el uso de personas que los deguste. El instrumento de trabajo de esta metodología son los sentidos de los jueces; por lo que la validez de los resultados está influenciada por la sensibilidad individual de los jueces. Para seleccionar al personal que trabajará en paneles de degustación, deben de considerarse como factores necesarios la habilidad innata, la aptitud, el interés, el deseo de cooperar en la prueba, capacidad, salud y tiempo disponible (24).

VI. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

1. Formular un producto de panificación tipo galleta de alto valor proteico hecho a base de harina de arveja dulce (*Pisum sativum*) y trigo (*Triticum aestivum*).

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar, por medio de un análisis químico proximal, el valor nutricional de la harina de arveja dulce, especialmente su composición proteica.
2. Determinar el índice de eficiencia proteica (PER) de varias mezclas de harina de trigo y harina de arveja dulce en diferentes proporciones, mediante un ensayo biológico con un grupo control de ratas.
3. Formular un producto de panificación tipo galleta con base en la mezcla de harina trigo con harina de arveja dulce que haya mostrado un mayor índice de eficiencia proteica en el ensayo biológico.
4. Determinar, por medio de un análisis químico proximal el valor nutricional de la galleta elaborada.
5. Realizar una prueba de aceptabilidad de la galleta con énfasis en las características de sabor, olor y color en una muestra de escolares guatemaltecos.

VII. HIPÓTESIS

Ho. La mezcla de harina de arveja dulce (*Pisum sativum*) y trigo (*Triticum aestivum*) tiene un índice de eficiencia proteica mayor o igual a 2.3, lo cual evidencia que dicha proteína tiene un alto valor biológico.

Ha. La mezcla de harina de arveja dulce (*Pisum sativum*) y trigo (*Triticum aestivum*) tiene un índice de eficiencia proteica menor a 2.3.

Ho. El producto de panificación elaborado con harina de arveja dulce (*Pisum sativum*) y trigo (*Triticum aestivum*) presentó en la prueba sensorial un valor mayor o igual al valor crítico mínimo de 3.6, lo cual indica que es aceptado en relación a las características sensoriales de apariencia, olor y sabor.

Ha. El producto de panificación elaborado con harina de arveja dulce (*Pisum sativum*) y trigo (*Triticum aestivum*) presentó en la prueba sensorial un valor menor al valor crítico mínimo de 3.6, lo cual indica que no es aceptado en relación a las características sensoriales de apariencia, olor y sabor.

Ho. El producto de panificación elaborado con harina de arveja dulce (*Pisum sativum*) y trigo (*Triticum aestivum*) tiene un aporte proteico mayor o igual al 16%.

Ha. El producto de panificación elaborado con harina de arveja dulce (*Pisum sativum*) y trigo (*Triticum aestivum*) tiene un aporte proteico menor al 16%.

VIII. ÁREAS A INVESTIGAR

Las áreas a investigar se limitarán a analizar:

- Bromatología de alimentos para cuantificar macronutrientes de harina de arveja y de la galleta de trigo y arveja.
- Análisis biológico de proteínas utilizando animales experimentales.
- Análisis Sensorial de un producto alimenticio en escolares.
- Tecnología de Alimentos en la producción de productos de panificación.
- Nutrición Humana y sus necesidades proteicas para un adecuado estado nutricional.
- Nutrición Aplicada y la utilización de mezclas vegetales en alimentos complementarios para poblaciones vulnerables.

X. METODOLOGÍA

A. MÉTODO EXPERIMENTAL

- Tipo: Cuasi experimental
- Variable dependiente: calidad proteica
- Variable independiente: porcentaje de harina de arveja dulce que sustituye a harina de trigo
- Objeto de estudio: galleta de harina de trigo parcialmente sustituida con un porcentaje de harina de arveja dulce
- Parámetros de medición:
 - Físicos: forma, diámetro, altura, peso.
 - Químicos: proteína, grasa, carbohidratos, humedad, cenizas, fibra,
 - Nutricionales o biológicos: Índice de eficiencia proteica
 - Sensoriales: olor, color, sabor, textura

B. ANÁLISIS QUÍMICO

Inicialmente, se determinó el valor nutricional de la arveja cruda (grano fresco) y la harina de arveja deshidratada mediante un análisis proximal de los productos, en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad del Valle; siguiendo los Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos, AOAC por sus siglas en inglés.

Siguiendo lo indicado en estudios anteriores, se inactivó la lipooxigenasa de la arveja deshidratada antes de proceder a deshidratar y analizar. El proceso se llevó a cabo por inmersión en agua a 100°C durante un minuto y medio, para reducir la actividad enzimática hasta un 2.1%.

Los análisis químicos se realizaron en triplicado para cada muestra. Para la arveja cruda, y la harina de arveja así como posteriormente para la galleta, se determinó:

- Proteína
- Lípidos
- Carbohidratos totales
- Humedad
- Cenizas
- Fibra

Todo ello con la finalidad de comprobar sus características nutricionales y determinar si el aporte proteico de la galleta era superior al 16%.

1. Métodos

Los métodos de análisis utilizados fueron los siguientes:

- Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de humedad;
- Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de cenizas;
- Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de grasa;
- Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de fibra;
- Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de proteína;
- Método para determinación del porcentaje de carbohidratos por diferencia;

2. Materiales

Se inició trabajando con muestras de 5 lb de arveja dulce, para la realización de los análisis iniciales, durante todo el estudio se utilizó un total del 20 lb de arveja dulce para los análisis químicos, las dietas del ensayo biológico y la elaboración de las galletas para las pruebas sensoriales.

3. Equipo

Para la realización de los análisis bromatológicos se utilizó el equipo del Laboratorio de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala:

- Balanza manual en gramos marca LABCONCO
- Deshidratadora de alimentos marca NESCO
- Extractor Soxhlet para determinación de grasas
- Equipo Kjeldahl para determinación de proteínas
- Horno de convección marca FISHER para determinación de cenizas
- Determinador de fibra cruda marca LABCONCO

C. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE PROTEÍNAS

1. Lugar del ensayo.

La evaluación biológica de proteínas se llevó a cabo en el bioterio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), sede Guatemala.

2. Animales experimentales

Se trabajó con 6 grupos de 8 ratas cada uno. Un grupo fue alimentado con proteína de arveja, el siguiente con proteína de trigo y tres grupos con la mezcla de harina de arveja y trigo en diferentes proporciones. También se contó con un grupo que estuvo alimentado con una dieta libre de nitrógeno, a manera de monitorear su pérdida de peso y compararla con la ganancia de peso de los otros grupos.

El estudio se llevó a cabo durante 28 días, en los cuales, las ratas se mantuvieron en jaulas individuales de acero inoxidable designadas para la recolección por separado de heces y orina. Las jaulas se situaron en habitación ventilada con una temperatura de 24° C y humedad relativa de 48 HR, estuvieron expuestas a un período de 12 horas de luz seguidas de 12 horas de obscuridad.

3. Tratamiento de las muestras

Las dietas consistieron en un porcentaje variable harina de arveja dulce y trigo, y el resto de almidón de maíz, para asegurar que el consumo de proteína era menor que las necesidades diarias; y que así ocurrió un aprovechamiento máximo de la misma.

Se pesó a las ratas semanalmente, determinando los gramos de ganancia de peso. Así mismo se cuantificó los gramos de ingesta proteica diaria. Para ello, se determinó el porcentaje proteína que aportaba la mezcla de cada una de las dietas experimentales. Con dichos datos se determinó el índice de eficiencia proteica (PER) y el PER ajustado (NPR).

4. Índices biológicos

Se determinó el índice de eficiencia proteica (PER) para cada grupo con el fin de determinar la calidad proteica en función del aumento de peso del animal.

$$\text{PER} = \text{Incremento de peso (g)}/\text{Proteína ingerida (g)}$$

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA de una sola vía, acoplado a la prueba de rango múltiple de Duncan. De esta manera se determinó si hay diferencia significativa entre los PER de cada dieta y entre el grupo experimental y cada grupo control.

D. FORMULACIÓN DEL PRODUCTO

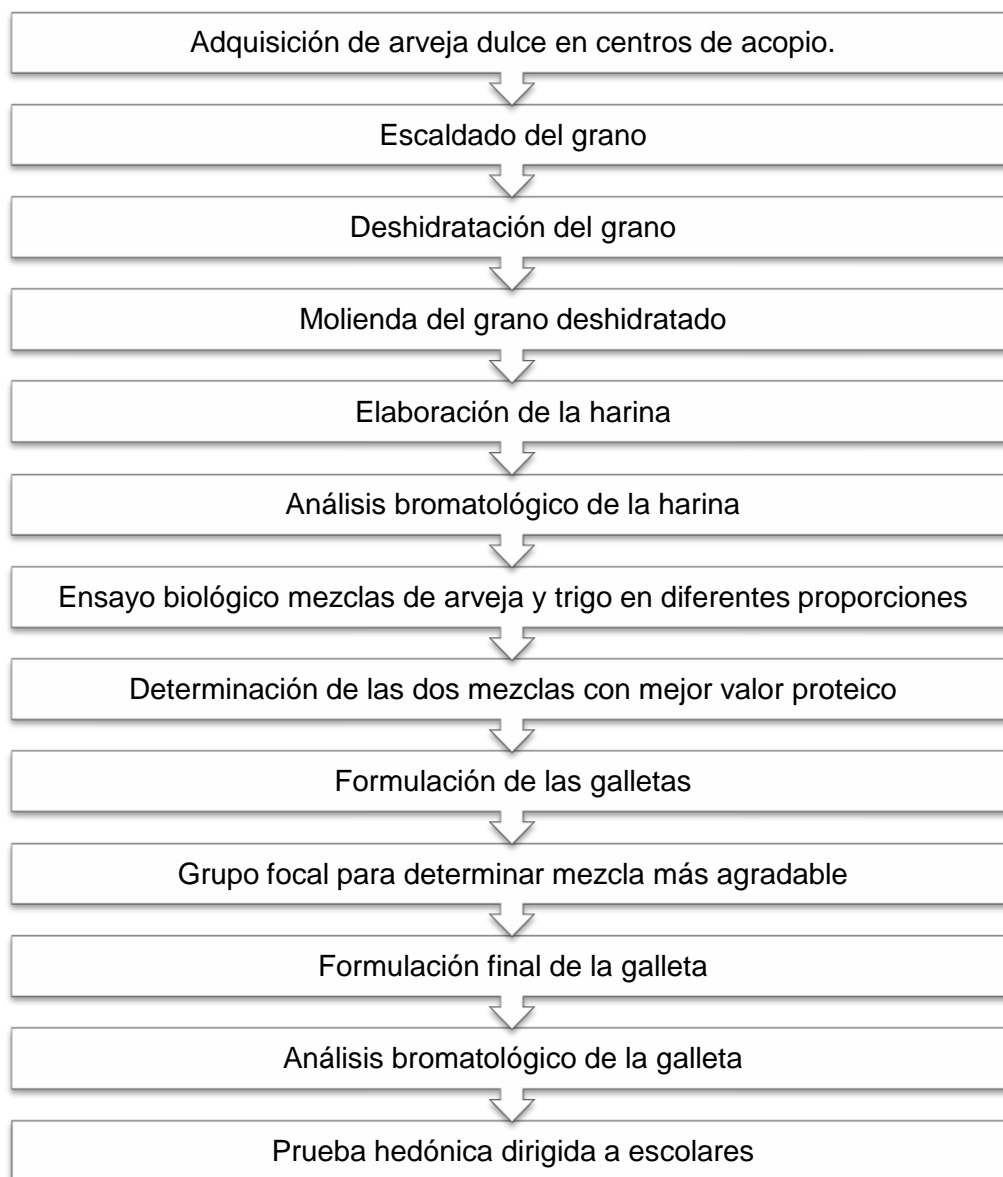
Se escogieron las dos dietas que presentaron una mayor puntuación en el estudio biológico para la elaboración de la galleta; y posterior a la evaluación sensorial de la misma, con un grupo focal, se escogió la proporción definitiva de arveja dulce a utilizar en la formulación de las galletas.

Partiendo de arveja cruda, se procedió a escaldar el grano para inactivar la lipooxigenasa, y posteriormente éste fue deshidratado y molido hasta formar la harina.

La harina de arveja se mezcló con harina de trigo ya procesada industrialmente para elaborar la galleta. Se realizó una mezcla de arveja y trigo en una proporción previamente determinada por el análisis biológico de proteína, del cual se seleccionaron

las dos mezclas más efectivas. Tras la evaluación sensorial con un grupo focal, se determinó cual sería la mezcla final. A continuación se presenta el flujograma del proceso.

1. Flujograma del proceso



2. Formulación

Se creó una formulación en base a las preparaciones tradicionales de galletas y champurradas características de Guatemala. Los ingredientes y el costo de la misma se describen en el Anexo B.

a. Ingredientes

Los ingredientes para la formulación estándar de galletas de trigo tipo champurrada se muestran en el Anexo B junto con las cantidades en gramos de manera que sean fácilmente reproducibles.

La formulación debe contener unidades numéricas reproducibles para poder replicarse en forma exacta. La harina de trigo fue sustituida por un porcentaje de arveja dulce, el cual se determinó por los resultados del ensayo biológico, a partir del cual se escogió la combinación con mayor índice de eficiencia proteica.

b. Preparación

- Ablandar la mantequilla y agregar el azúcar, batiendo un poco.
- Cernir los ingredientes secos (harina de trigo, arveja y ajonjolí, azúcar, canela y polvo de hornear) y agregarlos a la grasa alternando con los huevos.
- Mezclar bien hasta que la mezcla esté homogénea.
- Extender la masa sobre una tabla enharinada y cortar las galletas.
- Colocarlas en moldes sin engrasar y poner a hornear a 350 ° F por 25 minutos.

E. EVALUACIÓN SENSORIAL

1. Determinación de la muestra

Antes de llevar a cabo las pruebas sensoriales dirigidas a consumidores; se llevó a cabo la evaluación sensorial con un grupo focal de 20 panelistas entrenados en el curso

de Análisis Sensorial que se imparte en la Universidad del Valle de Guatemala. Se realizó el grupo focal para determinar cuál de las dos combinaciones de harina de trigo con harina de arveja tenían mayor aceptabilidad en los consumidores, se evaluó la preferencia entre las galletas con los dos porcentajes de sustitución que obtuvieron un mayor PER en el estudio biológico.

Se evaluaron las características de color, olor, sabor y textura con el fin de identificar los atributos que pudieran modificarse para mejorar el producto.

Posteriormente, se llevó a cabo un prueba hedónica para determinar la aceptabilidad de la galleta que obtuvo mayor aceptabilidad según el grupo focal; ésta segunda prueba se llevó a cabo con un grupo de 385 escolares de entre 7 y 12 años. Se llevó a cabo la evaluación sensorial con escolares; debido a que, la galleta de arveja pretende ser una alternativa para una refacción escolar nutritiva para los niños de las comunidades donde se cultiva.

Se evaluaron en dicha ocasión; solamente, las características de color, olor y sabor, siendo éstos los atributos más concretos que pueden ser comprendidos por niños pequeños.

Participaron niños de entre 7 y 12 años, con proporciones similares por edades. Las pruebas se realizaron en un establecimiento educativo público de nivel primario.

El tamaño de muestra fue calculado estadísticamente utilizando una desviación estándar de 1.96, con un nivel de significancia del 0.05% y un error estimado del 5%.

2. Prueba hedónica dirigida a consumidores.

Cada muestra se codificó previamente con números de tres dígitos, utilizando la tabla de números aleatorios y cada participante debió olfatear y probar cada una de las muestras, que se presentaron.

Las pruebas se llevaron a cabo en aulas escolares bien iluminadas, durante las primeras horas de la mañana; los niños debían estar sentados en pupitres individuales en donde recibieron la muestra y la boleta para evaluar; fueron guiados por la evaluadora y auxiliares para el correcto llenado de la boleta.

Las galletas fueron presentadas en bolsitas plásticas individuales, cuidadosamente cerradas para evitar cambios en las características organolépticas del producto en estudio. A cada escolar se le dio a degustar una muestra de la galleta y se le entregó una boleta para calificar los atributos de olor, sabor y color de ésta. La boleta fue llenada por los participantes del panel de acuerdo a las instrucciones, también anotaron si les agradaba o no el producto en general. Para evaluar la aceptabilidad de los atributos de la muestra, se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, siendo 1 la puntuación más baja y 5 la mejor puntuación. Se pidió a los panelistas que calificaran cada característica marcando una x en el cuadro que corresponda a su opinión. Los niños más pequeños fueron ayudados por la evaluadora y los auxiliares para el llenado de la boleta. También se incluyó un espacio para comentarios y sugerencias.

Los materiales utilizados para llevar a cabo las pruebas sensoriales se presentan en los anexos que se indican a continuación:

- Guía de Desarrollo Grupo Focal (Ver Anexo C y D)
- Guía de Desarrollo de Prueba Hedónica (Ver Anexo E)
- Boleta para Prueba Hedónica con Escolares (Ver Anexo F)

Para el análisis de datos, la escala categorizada se convirtió en puntaje numérico con lo cual se obtiene el promedio de resultados; con estos datos se determinó el grado de aceptabilidad. Por lo general se utiliza una escala de 9 puntos, de la cual el valor crítico mínimo es de 6.5; como en el presente estudio se utilizó una escala de 5 puntos; el valor crítico mínimo determinado por medio de una conversión fue de 3.6.

Se sumó el número de panelistas con la misma respuesta para cada atributo evaluado, y el resultado se multiplicó por el puntaje numérico asignado a cada categoría; la suma

de éstos resultados dividida entre el total de panelistas, dio como resultado el valor de aceptabilidad para cada característica de la galleta.

F. COMERCIALIZACIÓN Y SOCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

Se llevó a cabo una reunión con la Junta Directiva de la agroexportadora Frutesa, en donde se elaboró un plan piloto para la realización de un taller de educación alimentaria nutricional con agricultores que cosechan arveja dulce, en donde se les habló de las mezclas vegetales y sus beneficios. Posteriormente se les capacitará para que puedan elaborar galletas con los excedentes de su cosecha de arveja dulce que no pueden ser exportados. De manera de aprovecharla para mejorar su consumo alimentario o su acceso a alimentos.

XI. RESULTADOS

A. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE ARVEJA DULCE

Se inició realizando el análisis proximal del grano crudo y seco, el cual se deshidrató y molió para la elaboración de la harina. El valor nutricional del grano seco de arveja dulce se muestra en el cuadro No. 7.

Cuadro 7.

Composición química de la arveja dulce
en base seca, determinada por análisis proximal.

Guatemala, 2010.

Energía (Kcal)	314
Humedad	13.00+/- 0.00%
Proteína	23.4 +/- 0.28%
Carbohidratos	48.9%
Fibra	7.05 +/- 1.41%
Grasa	3.1 +/- 0.04%
Cenizas	4.50 +/- 0.06%

Los valores obtenidos en base seca fueron similares a lo indicado por la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP en lo referente a humedad, proteína y energía; sin embargo, la cantidad de fibra fue mucho más baja que lo esperado (25.50%) y la grasa un poco mayor que lo indicado en la literatura (1.16%)

Cuadro 8.

Composición química del grano crudo de arveja dulce,
en base natural, determinada por análisis proximal.

Guatemala, 2010.

Energía (Kcal)	87
Humedad	75.87+/- 1.14%
Proteína	6.5%
Carbohidratos	13.6%
Fibra	1.95%
Grasa	0.9%
Cenizas	1.25%

B. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE MEZCLAS DE HARINA

En el bioterio del INCAP se procedió a pesar los ingredientes para la elaboración de las dietas que consumieron los animales experimentales durante la evaluación biológica, que duró 28 días. Las dietas elaboradas estaban constituidas de la siguiente manera:

Cuadro 9.

Componentes de los diferentes tipos de dietas elaboradas, según porcentajes.

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Harina de trigo	90.0	67.5	45.0	22.5	-
Harina de arveja	-	10.3	19.9	29.8	39.3
Caseína	-	-	-	-	-
Minerales	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Vitaminas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Aceite	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Almidón de maíz	-	12.2	25.1	37.7	56.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Inicialmente se elaboraron dos kilos de cada una de las dietas, que servirían para alimentar a 8 ratas durante 28 días; posteriormente se elaboró un kilo más para las dietas 3 y 4; las cuales fueron de las que más comieron las ratas. A las mezclas se le adicionaron vitaminas y minerales: calcio, fósforo, sodio, magnesio, zinc, manganeso, hierro, cobre, yodo, cobalto, selenio, vitamina A, D y E; además de la proteína, grasa y carbohidratos para garantizar una alimentación balanceada.

Se realizó un análisis bromatológico de cada una de las dietas del ensayo biológico para determinar el porcentaje humedad y proteína de cada una de ellas. Véase cuadro No. 10.

Cuadro 10.

Resultados análisis bromatológico dietas ensayo biológico

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Proteína	12.42	13.54	13.57	13.09	13.00
Humedad	9.40	8.40	8.26	7.68	7.70

Cuadro 11.

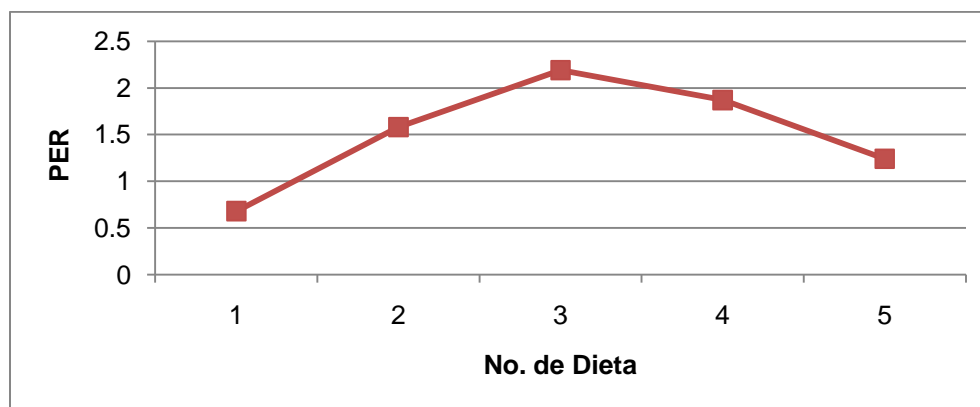
Datos de evolución de grupos de ratas durante la semana 1

Tipo de Dieta	Promedio Peso ganado (g)	Promedio Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
Dieta 1	3.87	45.75	5.68	0.68
Dieta 2	11.00	51.50	6.97	1.58
Dieta 3	16.50	55.50	7.53	2.19
Dieta 4	12.37	50.49	6.61	1.87
Dieta 5	6.87	42.75	5.56	1.24

Después de la primera semana, el grupo que más aumentó de peso fue el correspondiente a la dieta No. 3, la cual tenía un 20% de harina de arveja dulce. En promedio, las ratas aumentaron 16.50 gramos. Las dietas 2 y 4 también obtuvieron un

buen incremento de peso, con 11.00 y 12.37 gramos respectivamente, tal como lo muestra el cuadro No.11.

Gráfica 1. PER según tipo de dieta durante la semana 1



Se puede observar en la gráfica anterior que el mayor índice de eficiencia proteica lo tienen la dieta 3, la cual contiene un 20% de harina de arveja aproximadamente; seguida de la dieta 4, la cual tiene casi un 30% de harina de arveja dulce.

En el cuadro No. 12 se puede observar que después de la segunda semana, el grupo que más aumentó de peso fue nuevamente el correspondiente a la dieta No. 3; cuyo grupo experimental muestra un incremento de peso promedio de 24.25 gramos. También los grupos que recibieron la dieta 2 y 4 presentaron un incremento de peso; con 17.75 y 18.50 gramos respectivamente.

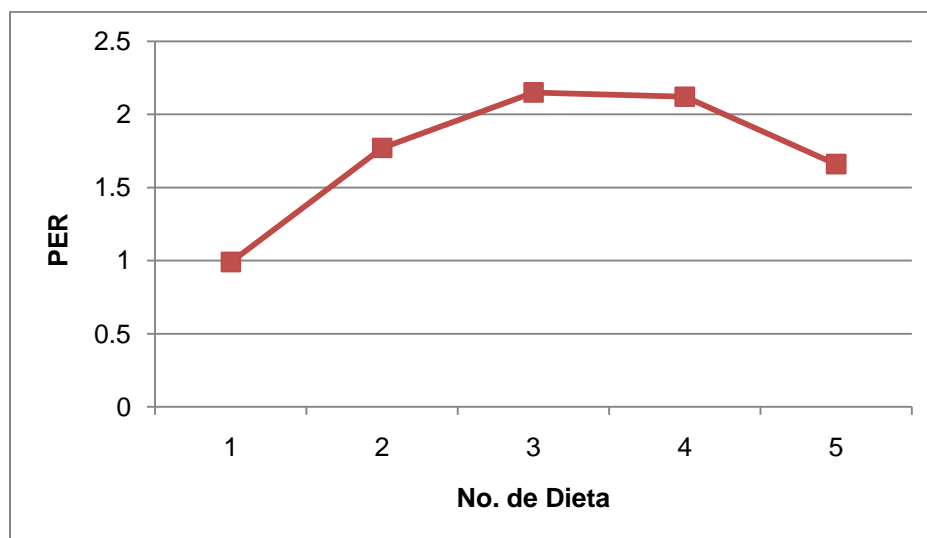
Cuadro 12.

Datos de evolución de grupos de ratas durante la semana 2

Tipo de Dieta	Promedio Peso ganado (g)	Promedio Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
Dieta 1	6.88	56.00	6.95	0.99
Dieta 2	17.75	74.00	10.01	1.77
Dieta 3	24.25	83.25	11.30	2.15
Dieta 4	18.50	66.75	8.74	2.12
Dieta 5	12.5	57.88	7.52	1.66

En la gráfica No. 2 puede observarse el PER de cada dieta durante la segunda semana del estudio:

Gráfica 2. PER según tipo de dieta durante la semana 2



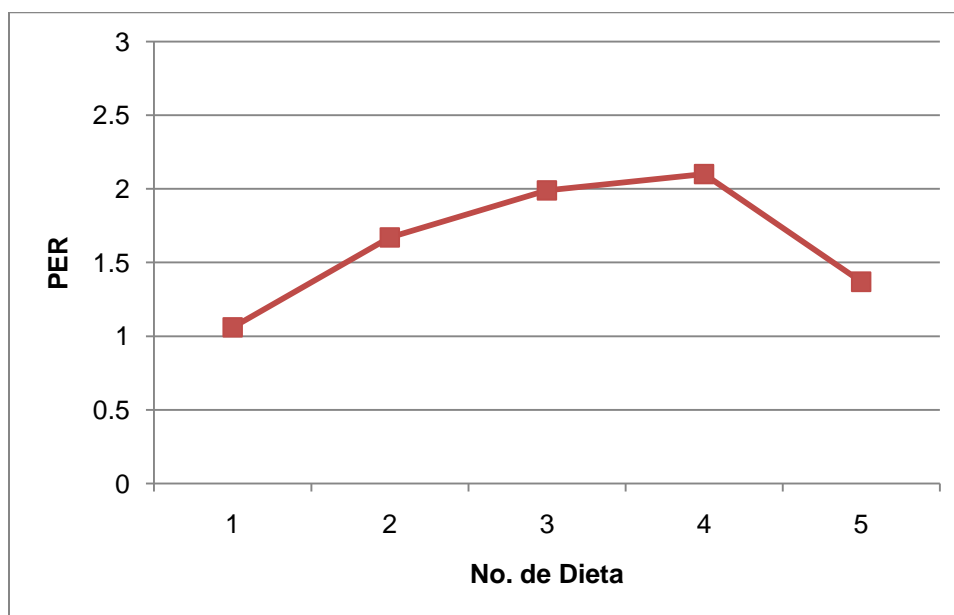
Cuadro 13.

Datos de evolución de grupos de ratas durante la semana 3

Tipo de Dieta	Promedio Peso ganado (g)	Promedio Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
Dieta 1	7.25	55.25	6.86	1.06
Dieta 2	18.37	81.00	10.97	1.67
Dieta 3	25.75	95.00	12.89	1.99
Dieta 4	22.12	80.37	10.52	2.10
Dieta 5	11.75	66.00	8.58	1.37

En el cuadro No. 13 se observa que durante la tercera semana, el grupo que más aumentó de peso fue nuevamente el correspondiente a la dieta No. 3; con un incremento de peso promedio de 25.75 gramos. Sin embargo, ésta dieta ya no presentó el mayor PER; sino la dieta 4; en la cual los animales aumentaron un promedio de 22.12 gramos.

Gráfica 3. PER según tipo de dieta durante la semana 3



Para la tercera semana se pudo observar que el mayor índice de eficiencia proteica lo presentó la dieta 4, le siguió en valor la dieta 3.

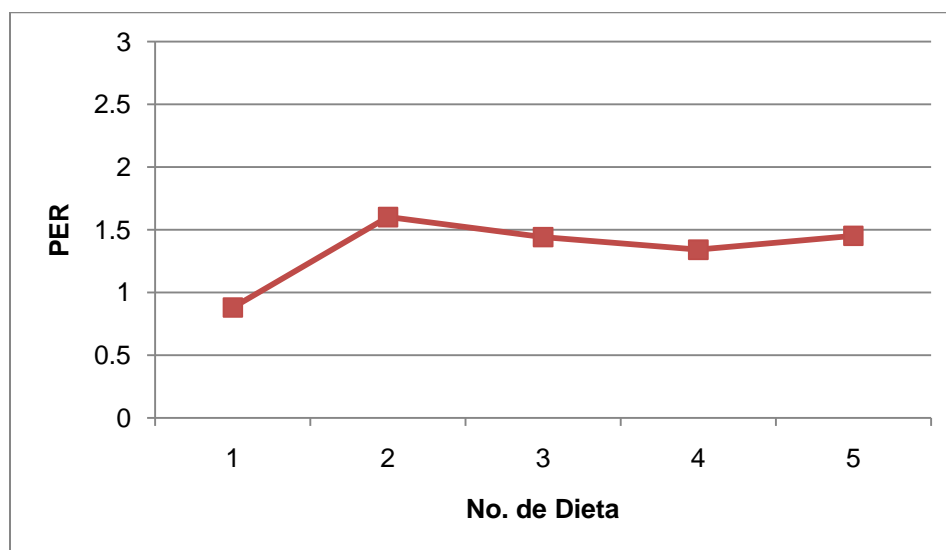
Cuadro 14.

Datos de evolución de grupos de ratas durante la semana 4

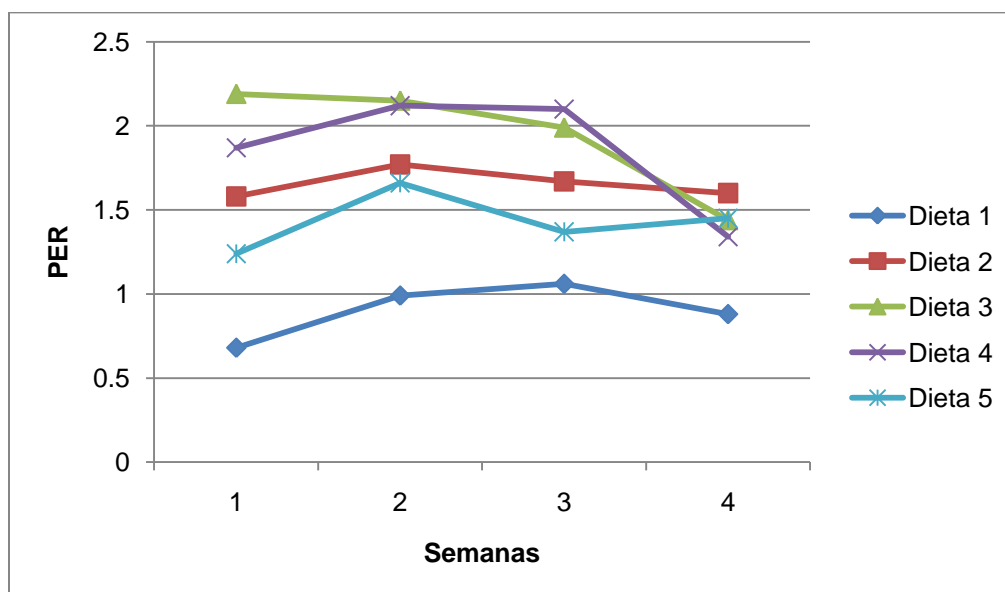
Tipo de Dieta	Promedio Peso ganado (g)	Promedio Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
Dieta 1	6.12	56.12	6.97	0.88
Dieta 2	19.62	90.88	12.30	1.60
Dieta 3	19.75	101.25	13.74	1.44
Dieta 4	15.25	86.87	11.37	1.34
Dieta 5	13.75	72.87	9.47	1.45

Para la cuarta y última semana del estudio, el grupo que más aumentó de peso fue nuevamente el correspondiente a la dieta No. 3. Al calcular el PER, el de la dieta No.3 no fue el grupo con mayor índice. El PER más alto de la semana lo obtuvo la dieta 2, seguido de la dieta 5 y 3.

Gráfica 4. PER según tipo de dieta durante la semana 4



Gráfica 5. Evolución del PER de cada tipo de dieta durante las 4 semanas de estudio



Durante la primera semana del estudio, el PER del grupo de la dieta 3 fue el mayor (2.19); durante la semana 2, el PER del grupo de la dieta 4 (2.12) casi lo alcanzó, pues éste se incrementó y el del grupo 3 (2.15) disminuyó ligeramente. Para la tercera semana, el PER de todas las dietas presentaba una tendencia al decremento. A partir de este momento, la dieta 4 fue la que presentó un mayor PER (2.10), seguida de la dieta 3 (1.99). En la cuarta semana todos los PER disminuyeron, siendo el de la dieta 2

(10% de harina de arveja) el que presentó el mayor valor, seguido de la dieta 5 (40% de arveja dulce aproximadamente). Estos valores fueron muy diferentes a lo esperado según la evolución de las semanas previas.

Se contó también con un grupo de animales experimentales que estuvieron sometidos a una dieta libre de nitrógeno, con el fin de cuantificar la pérdida de peso y poder determinar la razón proteica neta (NPR). Las ratas de este grupo perdieron un promedio de 14 gramos de peso durante el estudio.

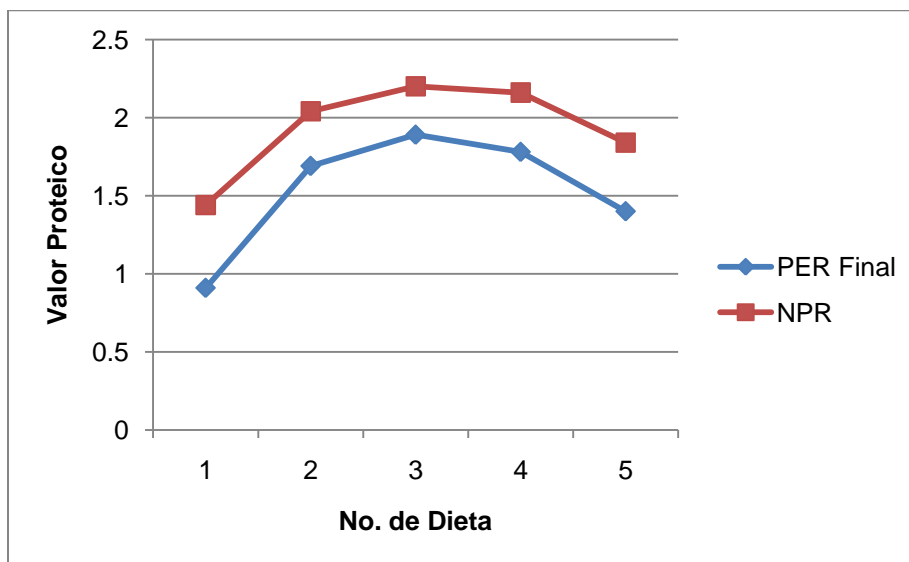
Cuadro 15.

Datos de evolución de grupos de ratas durante todo el estudio

Tipo de Dieta	Promedio Peso ganado (g)	Promedio Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER	NPR
Dieta 1	24.12	213.12	26.47	0.91	1.44
Dieta 2	68.25	297.38	40.26	1.68	2.04
Dieta 3	86.25	335.00	45.46	1.90	2.20
Dieta 4	66.25	284.50	37.24	1.78	2.16
Dieta 5	43.38	239.25	31.10	1.45	1.84

La hipótesis nula fue rechazada, debido a que se esperaba un PER de 2.3 y en la semana más alta sólo se llegó a obtener un PER de 2.19 con la dieta 3 (20% de harina de arveja). El NPR tampoco superó el valor esperado de 2.3; la dieta 3 mostró también el máximo NPR, el cual fue de 2.20.

Gráfica 5. PER final y NPR de cada tipo de dieta dada



Por medio de un análisis de varianza de un solo factor se determinó que sí hay diferencia significativa entre los valores del PER de las dietas, ya que se obtuvo un valor P de $6.519E-17$, el cual es menor al alfa crítico 0.05.

Utilizando la prueba de Duncan se determinó que no hay diferencia significativa entre el PER de las dietas 3-4 y entre el de las dietas 4-2; lo cual muestra que los cambios en el porcentaje de arveja no hacen mayor diferencia en la eficiencia proteica; sino que lo importante es que haya un porcentaje de harina de trigo sustituida por harina de arveja; el rebasar el 20% no garantiza una mayor eficiencia proteica. Si hubo diferencia significativa entre las demás dietas, lo cual enfatiza la importancia de la complementación de trigo con arveja.

C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE GALLETAS DE ARVEJA

Como el análisis biológico determinó que las dietas 3 y 4 con un 20% y 30% de sustitución de harina de arveja dulce presentaron un mayor PER, se procedió a elaborar una muestra de galletas con cada uno de estos porcentajes de sustitución. Dichas muestras fueron evaluadas en sus características físicas para determinar si

presentaban diferencia al compararse contra un grupo de galletas control elaboradas solamente con harina de trigo. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 16.

Comparación de las características físicas de las galletas elaboradas.

Tipo de galleta (ingrediente)	Promedio Peso (g)	Promedio diámetro (cm)	Promedio altura (cm)
Trigo	19.86	6.17	0.74
Arveja (20%)	18.48	6.09	0.74
Arveja (30%)	18.63	6.13	0.80

Los promedios de peso, diámetro y altura de las galletas de cada grupo se compararon con los de la galleta control, elaborada solamente con harina de trigo, por medio de una prueba de hipótesis, para conocer si había diferencias significativas.

Cuadro 17.

Prueba de hipótesis de la comparación de las características físicas de las galletas elaboradas.

Estadístico	Promedio Peso (g)	Promedio diámetro (cm.)	Promedio altura (cm.)
Valor p	0.060	0.1495	0.1777
Interpretación	No hay diferencia significativa	No hay diferencia significativa	No hay diferencia significativa

No se encontró diferencia significativa entre las características físicas de peso, diámetro y altura de las galletas con la sustitución de harina de arveja y la galleta control de harina de trigo. Ya que éste producto de panificación no se caracteriza por ser esponjoso, no fue determinante el reducir la cantidad de proteínas de trigo responsables de dicha característica sensorial.

D. EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS DE ARVEJA

Se llevó a cabo el panel sensorial en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad del Valle de Guatemala con 20 alumnos de las carreras de Nutrición e Ingeniería de Alimentos, el promedio de edad de los panelistas oscilaba en los 21 años; cuatro de ellos eran de sexo masculino y 16 de sexo femenino.

Los comentarios de los panelistas respecto a las características sensoriales de las galletas se muestra a continuación.

Cuadro 18.

Comentarios del grupo focal respecto a galleta con el 20% de arveja dulce

Características	Color	F	Olor	F	Sabor	F	Textura	F
Característica 1	Verde	8	No huele a arveja	8	Insípida	2	Suave	8
Característica 2	Con moho	8	Olor característico a galleta	8	Poca dulzura	7	Arenosa	5
Característica 3	Más agradable si fuera temática	7	Similar a galleta navideña	3	Bien sazonado	2	Mantequillosa	3
Característica 4	Más amarilla que verde	7	Agradable	7	Necesita más dulzura	7	Suavidad mediana, adecuada	7
Característica 5	Uniforme	7	Dulce	8	Amargo residual	1	Grasosa	7
Característica 6	Agradable	5	Recuerda al de la avena	3	Salado en algunas partes	5	-	-
Característica 7	-	-	A mantequilla	3	-	-	-	-
Característica 8	-	-	Recuerda al de la calabaza	1	-	-	-	-

En relación a la galleta con el 20% de arveja, la mayoría de los panelistas estuvo de acuerdo en que les agradaría más el color verde de la galleta si tuviera una figura relacionada, como un árbol o personaje de caricatura infantil. El olor fue el atributo que más gustó, debido a que olía a canela y mantequilla, ingredientes ampliamente

aceptados. Debido a la dulzura del aroma, los panelistas esperaban un sabor similar; sin embargo, reportaron percibir poca dulzura, lo cual no fue de su agrado, además de un sabor ligeramente salado. La textura fue bastante aceptada; a pesar de la arenosidad.

Cuadro 19.

Comentarios del grupo focal respecto a galleta con el 30% de arveja dulce

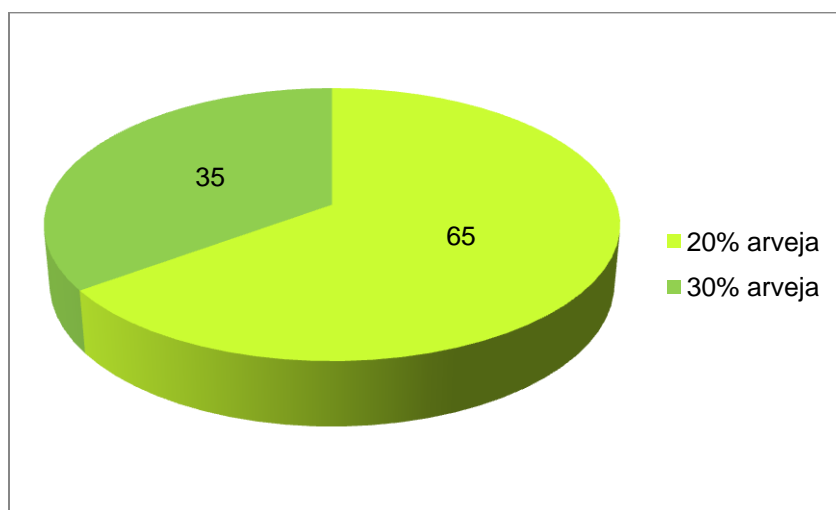
Características	Color	F	Olor	F	Sabor	F	Textura	F
Característica 1	Más verde que la otra	20	Menos dulce que la otra	11	Sabor más intenso que la otra	7	Más masuda que la otra	6
Característica 2	Parece quemado/tostada	2	A producto integral	3	Más seca que la otra	7	Más polvorosa que la otra	8
Característica 3	Color musgo	2	Similar a la avena/integral	8	Se relaciona el sabor a arveja	5	Arenosa	7
Característica 4	Color más agradable que la otra	7	Más dulce que la otra	4	Sabor dulce leve	8	Más húmeda	7
Característica 5	Color de grama	2	Suave	3	Más dulce que la otra	7	-	-
Característica 6	Color a hierbas	7	Fuerte/intenso	4	No relacionan sabor con ingrediente	7	-	-
Característica 7	-	-	Si huele a arveja	1	-	-	-	-

En relación a la galleta con el 30% de arveja, el color era de un verde más brillante e intenso, lo cual no les agradó a los panelistas, a menos que se cambiara la forma, según lo mencionado con anterioridad. El aroma ya no se percibió tan agradable pues ya se sentía el olor a arveja, aunque no pudiera ser identificado como tal, se percibía que era de un producto nutricional. El sabor fue desagradable para la mayoría de panelistas, disminuyó aún más la dulzura y se incrementó la percepción al sabor de la arveja. La textura se volvió más porosa y grasosa al incrementarse el porcentaje de arveja en la galleta, lo cual no fue muy agradable para los participantes.

De veinte panelistas, solamente siete prefirieron la galleta con el 30% de arveja dulce, y trece escogieron a la galleta del 20% como a la muestra de su preferencia.

Con base en las opiniones del grupo focal, se realizarán cambios a la fórmula de la galleta, agregándole más azúcar para aumentar la dulzura y homogenizando más la mezcla para evitar la percepción a salado. Además se realizó un cambio en la figura de la galleta de manera de justificar el color verde de la misma; el cual también se incrementó utilizando un colorante vegetal.

Gráfica 6. Preferencia de las muestras de las galletas con 20 y 30% de harina de arveja dulce



Se preguntó acerca de la aceptabilidad de cada uno de los atributos sensoriales evaluados de las dos muestras, los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 20.

Aceptabilidad de los atributos de las galletas según grupo focal

Atributos	Galleta 20% de arveja		Galleta 30% de arveja	
	f	%	f	%
Color	18	90	11	55
Olor	20	100	20	100
Sabor	11	55	8	40
Textura	20	100	15	75

Para ambas galletas, en general, el olor fue la característica que más agradó a los panelistas, seguido de la textura, que fue descrita como suave, arenosa y mantequillosa. El sabor fue lo que menos les gustó; ya que necesitaba mayor dulzura.

Tras realizar los cambios indicados por el grupo focal, y con base a la formulación del 20% de arveja dulce, se llevó a cabo una segunda evaluación sensorial; esta vez con escolares de la ciudad de Guatemala. Utilizando una escala hedónica de cinco puntos, se les pidió a los participantes que evaluaran a la galleta en cuanto a las características de color, olor y sabor.

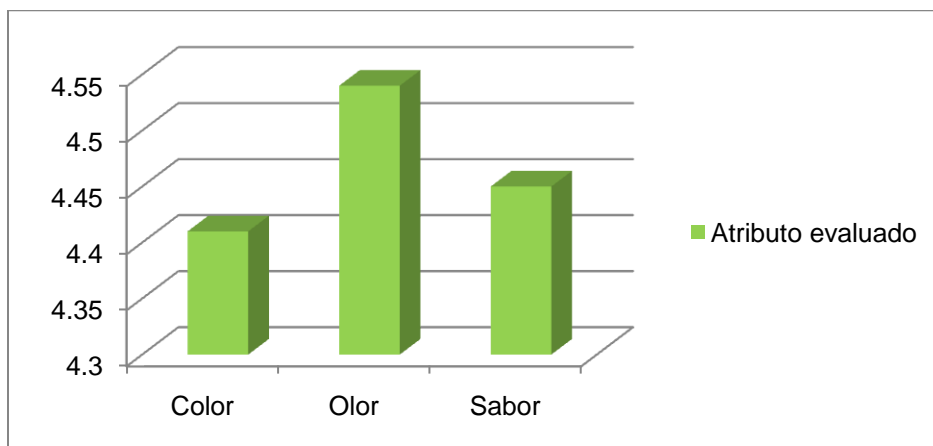
Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 21.

Puntajes prueba hedónica en escolares, con un n = 93

Escala	Color	Olor	Sabor
5	$60 \cdot 5 = 300$	$62 \cdot 5 = 310$	$62 \cdot 5 = 310$
4	$20 \cdot 4 = 80$	$24 \cdot 4 = 96$	$17 \cdot 4 = 68$
3	$6 \cdot 3 = 18$	$2 \cdot 3 = 6$	$10 \cdot 3 = 30$
2	$5 \cdot 2 = 10$	$5 \cdot 2 = 10$	$2 \cdot 2 = 4$
1	$2 \cdot 1 = 2$	0	$2 \cdot 1 = 2$
Total	410	422	414
Valor	$410 / 93 = 4.41$	$422 / 93 = 4.54$	$414 / 93 = 4.45$

Gráfica 7. Puntajes prueba hedónica en escolares para cada atributo evaluado



Se aceptó la hipótesis nula; pues los tres atributos evaluados obtuvieron un valor mayor a 3.6, el cual se había determinado como puntaje crítico. El color fue la característica que menos les gustó a los escolares. Esto puede apreciarse en la gráfica No. 7.

E. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE GALLETAS DE ARVEJA

Después de las recomendaciones del grupo focal, se realizó un análisis proximal de las dos galletas evaluadas para determinar su valor nutricional y qué variaciones originaba un 10% de diferencia en la cantidad de arveja dulce. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 22.

Composición química de las galletas de arveja
en base seca, determinada por análisis proximal.

Guatemala, 2010.

	20% de arveja	30% de arveja
Energía (Kcal)	471,00	471,00
Humedad	6.04 +/- 0.03%	6.19 +/- 0.17%
Proteína	11.88 +/- 0.32%	13.04 +/- 0.27%
Carbohidratos	52.75%	51.02%
Fibra	1.59 +/-0.39%	2.36 +/- 0.74%
Grasa	26.56 +/-0.53%	25.77 +/- 0.20%
Cenizas	1.18 +/-0.01%	1.62 +/-0.05%

La hipótesis nula fue rechazada; debido a que ninguna de las galletas obtuvo el porcentaje de proteína esperado, del 16%. El 10% de diferencia en la cantidad de arveja dulce originó una variación del 1% aproximadamente en la cantidad de proteína del producto final.

Ya que ésta fue la formulación escogida, se calculó el aporte nutricional de dicha galleta en base a una porción de 37 gramos (dos galletas):

Cuadro 23.

Valor nutricional de la galleta con 20% de arveja por porción de 37g

	Galleta de arveja	% de la RDD
Proteína (g)	4.4	8.8%
Grasa (g)	9.8	15.00%
Carbohidratos (g)	19.5	6.50%
Fibra (g)	0.6	2.40%
Calorías	174	8.70%

En el siguiente cuadro se muestra una comparación del precio y valor nutricional de la galleta de arveja con respecto a otros dos productos nutritivos ampliamente consumidos en Guatemala.

Cuadro 24.

Comparación Galleta de arveja con productos comerciales similares

	Galleta de arveja	Bebida formulada por INCAP	Galletas surtidas
Porción	2 galletas (37g)	200mL	16-37-48g
Costo	Q. 2.46*	Q.1.90**	Q.1.82
Proteína (g)	4.4	3.0	1.0
Grasa (g)	9.8	0.5	5.0
Carbohidratos (g)	19.5	25	12 a 16
Fibra (g)	0.6	1	2 a 3
Calorías	174	120	100-143

*Estimado según costo y rendimiento de ingredientes

**Costo real en expendio.

F. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA GALLETA DE ARVEJA

Se llevó a cabo un segundo ensayo biológico con duración de 14 días para determinar el índice de eficiencia proteica de la galleta formulada, cuya composición final consistió en 20% de harina de arveja dulce sustituyendo a harina de trigo. A continuación se muestra la formulación de las dietas elaboradas.

Cuadro 25.

Composición de la dieta para ensayo biológico con el producto formulado

Ingredientes	Dieta Galleta	Dieta Caseína	Dieta Libre de N
Galleta de arveja	95.0	-	-
Caseína	-	12.0	-
Minerales	4.0	4.0	4.0
Vitaminas	1.0	1.0	1.0
Aceite	-	5.0	5.0
Almidón de maíz	-	78.0	90.0
Total	100.0	100.0	100.0

Por medio de análisis proximal se determinó que la galleta con 20% de arveja dulce tenía un 11.88% de proteína, y la dieta de caseína un 11.50%. Con estos datos, se procedió a calcular el PER de las dietas estudiadas.

Cuadro 26.

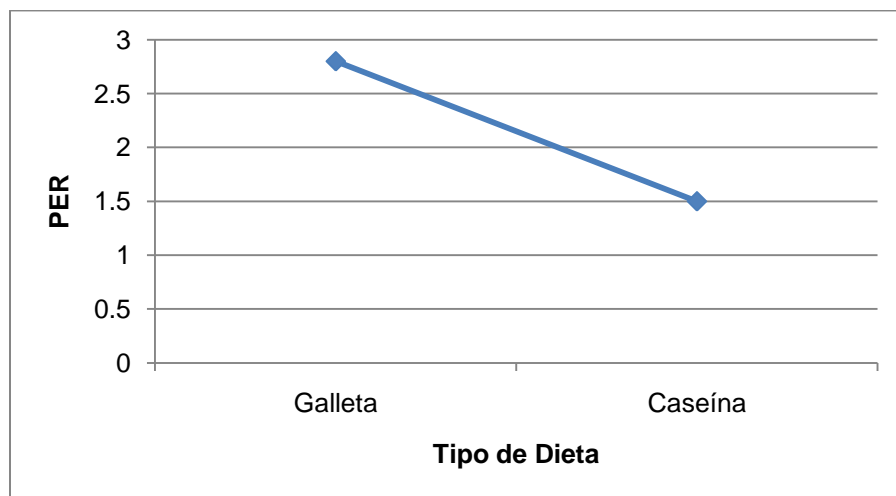
Datos de evolución de grupos de ratas durante la semana 1

Tipo de Dieta	Promedio Peso ganado (g)	Promedio Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
Dieta Galleta	22.75	67.88	8.06	2.80
Dieta Caseína	9.10	52.30	6.00	1.50

La dieta a base de galleta de arveja obtuvo un PER de 2.80, lo cual es muy alto si se toma en cuenta que indica la calidad de una mezcla de harina que ya ha sido horneada.

La dieta de caseína presentó un valor muy bajo según lo esperado. Se le realizó un análisis químico para evidenciar que esté en buen estado; y presentó un porcentaje proteico de 11.50%; sin embargo, no se descarta que haya algún factor que afecte su valor nutricional.

Gráfica 8. PER según tipo de dieta durante la semana 1



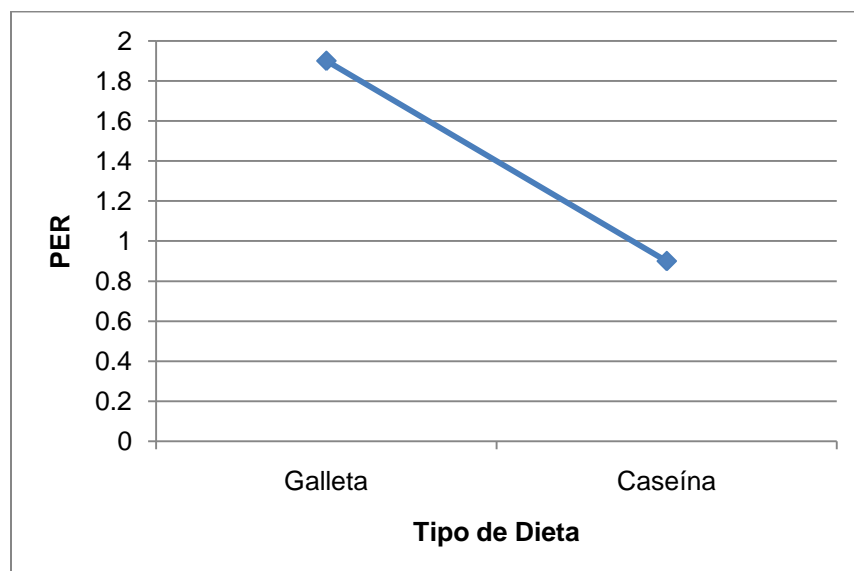
Puede observarse en la gráfica No. 8 que el grupo de ratas alimentado con la galleta de arveja presentaron un elevado PER, de casi de 3 puntos, algo que es característico de las dietas de caseína, y no de dietas vegetales.

Cuadro 27.

Datos de evolución de grupos de ratas durante la semana 2

Tipo de Dieta	Promedio Peso ganado (g)	Promedio Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
Dieta Galleta	17.30	78.60	9.30	1.90
Dieta Caseína	5.00	46.00	5.30	0.90

Gráfica 9. PER según tipo de dieta durante la semana 2



Según la gráfica No. 9; durante la segunda semana, los PER de ambas dietas disminuyeron, debido a la fase de crecimiento más lento en la que entraron las ratas debido a su maduración. Sin embargo, el patrón que se observa es el mismo que la semana anterior. La dieta de la galleta sigue presentando un PER mayor a la dieta de caseína.

Cuadro 28.

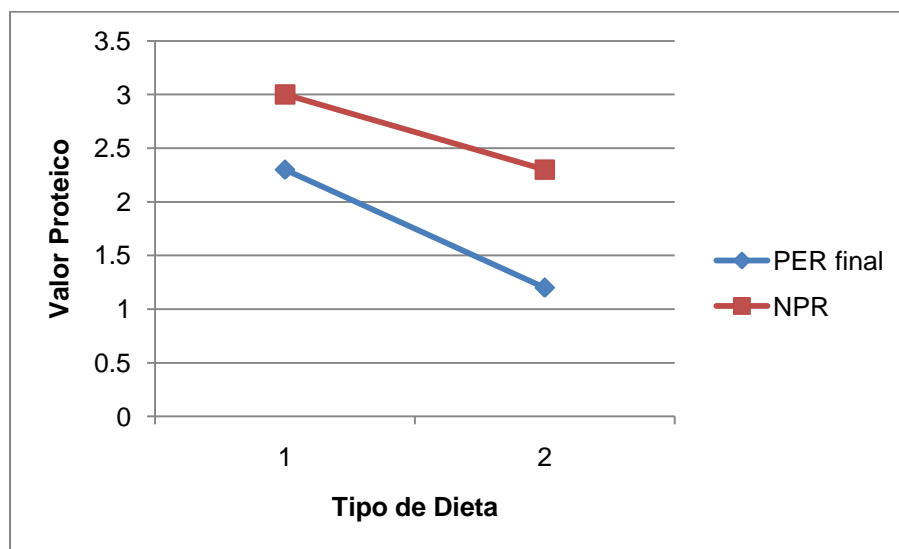
Datos de evolución de grupos de ratas durante todo el estudio

Tipo de Dieta	Promedio Peso ganado (g)	Promedio Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER	NPR
Dieta Galleta	40.00	146.40	17.40	2.30	3.0
Dieta Caseína	14.00	98.30	11.30	1.20	2.3

Se hace evidente en el resultado final, que la galleta obtuvo un mejor puntaje de calidad proteica que la caseína, con un PER final de 2.30 y un NPR de 3.00; calculado tomando

en cuenta que la dieta libre de nitrógeno presentó una pérdida de peso promedio de 11.5 gramos durante las dos semanas del estudio.

Gráfica 10. PER final y NPR de cada tipo de dieta



Siendo 1 la dieta de la galleta y 2 la dieta de caseína, se observa que la mejor calidad proteica la presentó la galleta; lo cual no coincide con los resultados esperados. De acuerdo a revisión de estudios previos, la caseína es su óptima calidad, presenta un PER de 2.6-2.9.

G. SOCIALIZACIÓN DE GALLETA DE ARVEJA

Se llevó a cabo una reunión con la junta directiva de la agroexportadora Frutesa, Frutas Tropicales de Guatemala, S.A. ubicada en el km. 16.5 Carretera a San Juan Sacatepéquez, Condominio Industrial Mixco Norte.

En dicha reunión se realizó una presentación del estudio y se concertó un plan de trabajo para la socialización del producto mediante talleres de educación alimentaria nutricional que aborden el tema de mezclas vegetales, su importancia y utilización, dirigido a las mujeres de las cooperativas que venden arveja dulce a Frutesa, y además laboran en la planta empacadora ubicada en el municipio de Comalapa, Departamento de Chimaltenango.

La agroexportadora expuso la necesidad de reformular la galleta utilizando para la elaboración de harina otra variedad de arveja dulce (*pisum sativum*) conocida como *sugar snap*, que es el producto del cual se tiene mayor excedente. Por ello, se iniciará un nuevo estudio para analizar química, biológica y sensorialmente la harina de esta variedad de arveja y su utilización en la elaboración de estas galletas.

XII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE ARVEJA DULCE

Los valores de proteína obtenidos en el análisis proximal en base seca de arveja dulce (23.40) fueron similares a lo indicado por la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP; al igual que los datos de humedad, y energía. La proteína es el factor de mayor importancia para los objetivos de este estudio; pues se pretende la elaboración de un alimento con un buen aporte proteico en cantidad y calidad. El análisis proximal muestra la cantidad, y el ensayo biológico indica la calidad. De ahí el objetivo de realizar ambos análisis para poder concluir de manera confiable respecto al aporte proteico de la arveja.

La cantidad de fibra (7.05%) fue mucho más baja que lo esperado (25.50%); posiblemente por la dificultad en la realización efectiva del procedimiento de recolección para un investigador poco habituado a recolecciones tan minuciosas, en donde se fue perdiendo muestra en cada lavada y no se limpió completamente la manta ni el equipo utilizado. El dato de grasa también resultó diferente a lo esperado, un poco más alto, seguramente por la higiene inadecuada de los crisoles donde se recolectó.

Los datos de la arveja en base natural (grano crudo) difieren bastante de los obtenidos en base seca; esto concuerda con la literatura consultada e indica que el comer los alimentos deshidratados o como harinas incrementa su aporte proteico respecto al peso del producto de manera proporcional a la pérdida de humedad. La harina de arveja solamente tiene alrededor de un 10% de humedad, y en el grano fresco de la misma la humedad llega a ser de alrededor del 70% de ahí su diferencia en el porcentaje de proteína de dichos productos.

B. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE MEZCLAS DE HARINA

Durante la primera semana del estudio, el PER del grupo de la dieta 3 fue el mayor (2.19); durante la semana 2, el PER del grupo de la dieta 4 (2.12) casi lo alcanzó, pues

éste se incrementó y el del grupo 3 (2.15) disminuyó ligeramente. Para la tercera semana, el PER de todas las dietas presentaba una tendencia al decremento. A partir de este momento, la dieta 4 fue la que presentó un mayor PER (2.10), seguida de la dieta 3 (1.99). En la cuarta semana todos los PER disminuyeron, siendo el de la dieta 2 (10% de harina de arveja) el que presentó el mayor valor, seguido de la dieta 5 (40% de arveja dulce aproximadamente). Estos valores fueron muy diferentes a lo esperado según la evolución de las semanas previas.

Al avanzar el estudio, el incremento de peso no era tan marcado como al inicio; pues, al llegar la rata a un período de adultez, disminuye su eficiencia de conversión de alimento en energía, independientemente del tipo de dieta.

Por medio de un análisis de varianza de un solo factor se determinó que hay diferencia significativa entre los valores del PER de las dietas, y utilizando la prueba de Duncan se determinó que no hay diferencia significativa entre el PER de las dietas 3-4 y entre el de las dietas 4-2; lo cual muestra que los cambios en el porcentaje de arveja no hacen mayor diferencia en la eficiencia proteica; sino que lo importante es la existencia de un porcentaje de harina de trigo sustituida por harina de arveja; el rebasar el 20% no garantiza mayor eficiencia proteica. Hubo diferencia significativa entre las demás dietas, lo cual enfatiza la importancia de la complementación de trigo con arveja.

La mezcla de harinas de trigo y arveja que tenía el 20% de arveja obtuvo el mayor de los PER durante el ensayo biológico, siendo este de 2.20. En base a esto se concluyó que dicho porcentaje era el mejor para una sustitución de trigo con arveja dulce. La cantidad de proteína de esta mezcla fue también la mayor de todas las mezclas con un 13.57%.

Por otro lado, El contenido de proteína de la harina de arveja dulce (13.00%) fue mayor que el de la harina de trigo (12.42%). Los PER de ambas harinas fueron menores que los de la mezcla; siendo estos de 1.44 para la dieta que sólo contenía trigo y 1.84 para la dieta de arveja dulce únicamente.

Sin embargo, la calidad de una proteína no depende sólo de la cantidad de proteína sino de la calidad de la misma, basada en la proporción de aminoácidos esenciales que contiene. Esta mezcla de harina presentó un índice de eficiencia proteica ajustado de 2.20. Con respecto a ello, los estudios sustentan que la mezcla de arveja y trigo se complementa para crear una proteína de mejor calidad.

C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE GALLETAS DE ARVEJA

Las mezclas de 20% y 30% de sustitución de harina de trigo por harina de arveja dulce presentaron los mayores índices de eficiencia proteica, por lo que se procedió a elaborar muestras experimentales de galletas a partir de dichas mezclas. Las muestras de galletas fueron evaluadas en sus características físicas para determinar si presentaban diferencia al compararse contra un grupo de galletas control elaboradas solamente con harina de trigo.

No se encontró diferencia significativa entre las características físicas de peso, diámetro y altura de las galletas con la sustitución de harina de arveja y la galleta control de harina de trigo. Ya que éste producto de panificación no se caracteriza por ser esponjoso, no fue determinante el reducir la cantidad de proteínas de trigo responsables de dicha característica sensorial.

D. EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS DE ARVEJA

Para determinar la mejor aceptabilidad de las muestras de galletas se llevó a cabo un grupo focal. Durante el desarrollo del mismo, la mayoría de los panelistas estuvo de acuerdo en que les agradaría más el color verde de la galleta si tuviera una figura relacionada, como un árbol o personaje de caricatura infantil. El olor fue el atributo que más gustó, debido a que olía a canela y mantequilla, ingredientes ampliamente aceptados. Debido a la dulzura del aroma, los panelistas esperaban un sabor similar; sin embargo, reportaron percibir poca dulzura, lo cual no fue de su agrado, además de un sabor ligeramente salado. La textura fue bastante aceptada; a pesar de la arenosidad.

El color de esta galleta fue de un verde más brillante e intenso, lo cual no les agradó a los panelistas, a menos que se cambiara la forma, según lo mencionado con anterioridad. El aroma ya no se percibió tan agradable pues ya se sentía el olor a arveja, aunque no pudo ser identificado como tal, se percibió que era de un producto nutricional. El sabor fue desagradable para la mayoría de panelistas, disminuyó aún más la dulzura y se incrementó la percepción al sabor de la arveja. La textura se volvió más porosa y grasosa al incrementarse el porcentaje de arveja en la galleta, lo cual no fue muy agradable para los participantes.

Solamente siete panelistas prefirieron la galleta con el 30% de arveja dulce, trece escogieron a la del 20% como a la muestra de su preferencia. En general, el olor fue la característica que más agradó a los panelistas, seguido de la textura, que fue descrita como suave, arenosa y mantequillosa. El sabor fue lo que menos les gustó; ya que necesitaba mayor dulzura.

Tras modificar la fórmula de la galleta con el 20% de arveja, que fue la más aceptada por el grupo focal, se llevó a cabo una prueba hedónica con escolares. Se tomó a los escolares como el grupo de consumidores potenciales; debido a que, la galleta de arveja pretende ser una alternativa para una refacción escolar nutritiva para los niños de las comunidades donde se cultiva.

En general, a la mayoría de los niños les agradó la galleta, las puntuaciones estuvieron entre 4 (me gusta) y 5 (me gusta mucho) para todos los atributos evaluados (color, olor, sabor).

Los tres atributos evaluados obtuvieron un valor mayor a 3.6, el cual se había determinado como puntaje crítico. El color fue la característica que menos les gustó a los escolares, algunos niños opinaron que preferirían una galleta de color amarillo, como son la mayoría de las galletas, o el contar con varios colores.

Al igual que el grupo focal, los niños comentaron especialmente respecto al rico olor de la galleta debido a la canela. En cuanto al sabor, algunos dijeron que estaban un poco desabridas y necesitaban más azúcar, a pesar de que se había incrementado la dulzura tras las recomendaciones del grupo focal. Otras opiniones respecto al sabor fueron su similitud con el pan tostado por lo crujiente y su sabor a cereal integral; dos niños indicaron que sabía a concentrado de mascota. Entre las sugerencias también estaba el contar con más figuras de animales y una textura más crujiente.

E. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE GALLETAS DE ARVEJA

Ninguna de las galletas (20% y 30% de arveja) obtuvo el porcentaje de proteína esperado, del 16%. El 10% de diferencia en la cantidad de arveja dulce originó una variación del 1% aproximadamente en la cantidad de proteína del producto final.

Enfocándonos en la galleta elaborada con el 20% de arveja dulce, cuya formulación se aceptó como la definitiva según los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, puede verse un aporte proteico importante (11.88%). Una galleta de 18.5 gramos contiene 2.20 gramos de proteína. Para una porción de dos galletas, el aporte proteico sería de 4.40 gramos, es decir un 8.8% de los 50 gramos diarios de proteína recomendada para una dieta de 2000 calorías. Aún mejor que la cajita de incaparina instantánea (200mL) que aporta solamente 3 gramos.

El costo de una galleta de arveja es de Q1.23, es decir la porción de dos galletas tendría un costo de Q.2.46. La cajita de incaparina instantánea tiene un costo de Q.2.35, solamente 10 centavos menos que la galleta formulada, cuyos costos aún podrían disminuirse; ya que, para el presente estudio se compraron los ingredientes al por menor en supermercados de prestigio.

El contenido de grasa de dicha galleta es del 26.56%, es decir 4.9 gramos de grasa por galleta. La ingesta diaria recomendada de grasa de acuerdo al CODEX alimentarius es de 50 gramos de grasa, es decir que la galleta cubriría un 9.8% de la ingesta de grasa recomendada. Sin embargo, las recomendaciones dietéticas diarias del Incap indican

que deben consumirse 65 gramos de grasa al día (30% del aporte calórico de una dieta de 2000 calorías). Tomando esta recomendación, la galleta aportaría el 7.5% de la grasa diaria recomendada, y la ración de dos galletas el 15% del total de grasa requerido al día.

La galleta de 18.5 gramos aporta 9.8 gramos de carbohidratos, la porción de dos galletas aporta 19.5 gramos lo cual equivale al 6.5% de la cantidad de carbohidratos diarios recomendados (300g) para una dieta del 2000 calorías.

Solamente el resultado encontrado en el aporte de grasa resulta negativo para la finalidad del producto formulado. Por lo que debe disminuirse dicho porcentaje.

La galleta de arveja producida aporta 174kcal por porción (2 galletas) de 37 gramos. La galleta integral del paquete de galletas surtidas aporta 100 calorías por porción de 48 gramos y la galleta de afrecho 100 calorías por porción de 16 gramos y la galleta de soya 143 calorías por porción de 27 gramos.

Las tres galletas surtidas aportan un gramo de proteína por porción, mientras que la galleta de arveja aporta 4.40 gramos. De modo que aunque es más costosa, su elevado aporte proteico podría influir en la elección del consumidor. Las tres galletas surtidas aportan 5 gramos de grasa por porción, mientras que la galleta de arveja aporta 9.8 gramos de grasa por porción. El aporte de fibra dietética varía entre 2-3 gramos para las galletas surtidas. En el caso de la galleta de arveja, el aporte de fibra es solamente de 0.6 gramos por porción.

Resulta un poco confuso que tanto para la galleta de soya como para la de afrecho la porción sea de 1 galleta y para la galleta integral sea de 2 galletas, y sin embargo casi todas las porciones aportan alrededor de 100 calorías, sin importar las variaciones del peso neto; por lo que no se podría decir con certeza si los datos nutricionales aplican individualmente para la galleta o se promedia el valor nutritivo de todos los productos de la misma empresa.

La galleta de arveja tiene un costo de Q.2.46 la porción de dos galletas (37g), éste calculado en base al precio y rendimiento de los ingredientes. Comparando la galleta de arveja con otras similares que hay en el mercado, puede verse que el costo de un paquete de galletas surtidas de soya, afrecho e integral cuesta Q.10.95; es decir, Q.1.82 cada paquete de dos galletas. La galleta de arveja tiene un precio 35% más alto. Una bebida nutritiva formulada por INCAP tiene un costo real en expendio de Q.1.90; aún más bajo que los dos primeros productos. Sin embargo, el valor proteico de la galleta es superior a los productos nutritivos antes mencionados.

En Guatemala, se tiene un estimado de Q.1.40 (por individuo) destinados a la refacción escolar; dado que, la galleta tiene un costo de producción de Q. 2.46 por porción; no resultaría una alternativa económicamente viable, el proponerla para la refacción de los escolares de todos los departamentos y comunidades del país. Por ello, el objetivo del producto formulado es su elaboración y consumo en las regiones que ya se dedican a su cultivo y que desechan los excedentes de la misma; de manera de aprovechar un recurso que se tiene a disposición.

F. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE GALLETA DE ARVEJA

Se llevó a cabo un segundo ensayo biológico con duración de 14 días para determinar el índice de eficiencia proteica de la galleta formulada, cuya composición final consistió en 20% de harina de arveja dulce sustituyendo a harina de trigo.

Por medio de análisis proximal se determinó que la galleta con 20% de arveja dulce tenía un 11.88% de proteína, y la dieta de caseína un 11.50%. El PER de la galleta era mayor pero se esperaba una mejor calidad proteica en la dieta de caseína, por ser esta una proteína completa en su patrón de aminoácidos.

Durante la primera semana, la dieta a base de galleta de arveja obtuvo un PER de 2.80, lo cual es muy alto tomando en cuenta que indica la calidad de una mezcla de harina que ya ha sido horneada. La dieta de caseína obtuvo un valor muy bajo. En la segunda semana, los PER de ambas dietas disminuyeron, debido a la fase de crecimiento más lento en la que entraron las ratas, como parte del proceso normal del crecimiento. Sin

embargo, el patrón que se observa es el mismo que la semana anterior. La dieta de la galleta siguió presentando un PER mayor a la dieta de caseína.

Se determinó un PER final de 2.30 y un NPR de 3.00; éstos no pudieron contrastarse con los datos obtenidos en la dieta de caseína; por el déficit en la efectividad de la misma; sin embargo, de acuerdo a revisión de estudios previos, la caseína es su óptima calidad, presenta un PER de 2.6-2.9. Puede decirse entonces que el PER de la galleta es mayor al 80% de la calidad de una proteína completa como la caseína. Siendo su costo mucho menor, por tratarse de una proteína de origen vegetal.

G. SOCIALIZACIÓN DE GALLETA DE ARVEJA

La época de producción de arveja dulce inicia a mediados del mes de noviembre y es entonces que empieza a laborar en forma masiva la planta empacadora de Frutesa; por ello, los talleres de educación alimentaria se llevarán a cabo en esas fechas para la socialización de la galleta.

Se pretende continuar con el proyecto; realizando nuevamente el estudio químico, biológico y sensorial de la harina y re formulación de una galleta utilizando la variedad de arveja dulce conocida como *sugar snap*; pues, es de ésta que se tienen los mayores excedentes en las comunidades agrícolas, y podría de esta manera contribuirse a mejorar la alimentación de estas personas.

XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES

Con base en los objetivos planteados al inicio de la investigación, al considerar la información obtenida en una amplia bibliografía y los resultados obtenidos al aplicar la metodología propuesta, se procede a concluir respecto al análisis químico, evaluación sensorial y valor proteico de una galleta de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de arveja dulce (*Pisum sativum*):

1. La mezcla para galletas en donde la harina de arveja dulce sustituyó a la harina de trigo en un 20% resultó ser la mezcla con mayor calidad proteica, como lo muestra su índice de eficiencia proteica ajustado de 2.20, superior al de todas las demás mezclas elaboradas. Con respecto a ello, los estudios sustentan que la mezcla de arveja y trigo se complementa para crear una proteína de mejor calidad.
2. La primera hipótesis nula fue rechazada, debido a que se esperaba un PER de 2.3 y en la semana más alta sólo se llegó a obtener un PER de 2.19 con la dieta 3 (20% de harina de arveja). El NPR tampoco superó el valor esperado de 2.3; la dieta 3 mostró también el máximo NPR, el cual fue de 2.20.
3. Con un 95% de confianza se determinó que el diámetro, la altura y el peso de la galleta de trigo y las galletas con el 20% y 30% de sustitución de harina de arveja dulce no son significativamente diferentes; debido a que en este producto de panificación no se esperaba su esponjamiento, el disminuir la proteína de trigo no alteró las características organolépticas del producto.
4. La galleta elaborada con el 20% de harina de arveja dulce fue seleccionada por el 65% de los panelistas del grupo focal como la galleta con mejores atributos sensoriales, al aumentar la cantidad de arveja dulce disminuía la aceptabilidad de los consumidores hacia la galleta.

5. La segunda hipótesis nula fue aceptada; pues la galleta final, elaborada con el 20% de harina de arveja dulce fue evaluada en una prueba hedónica con escolares, en donde obtuvo los valores de 4.41 según color, 4.54 según olor, y 4.45 según su sabor. Esto indica que tiene una buena aceptación de parte del consumidor; ya que, todos los tributos evaluados presentaron un valor mayor al valor crítico mínimo de 3.6.
6. La galleta final elaborada con el 20% de harina de arveja dulce, tiene un aporte proteico del 11.88%; para una porción de 37g (dos galletas) aporta 4.4 gramos de proteína de alta calidad, a un costo de Q.2.46.
7. La tercera hipótesis nula fue rechazada; debido a que, ni la galleta elaborada con el 20% de harina de arveja dulce, ni la elaborada con el 30% presentaron el porcentaje de proteína esperado, del 16%.
8. El PER de la galleta elaborada fue de 2.30, siendo éste más del 81% del PER de la caseína obtenido en estudios previos; esto, muestra que el producto formulado tiene una alta calidad proteica.

B. RECOMENDACIONES

1. Debido a que no hubo diferencia significativa entre el valor biológico de las mezclas de 10 y 30% de harina de arveja dulce; elaborar una galleta con el 10% de arveja y determinar su valor nutricional por medio de análisis químico; ya que ésta seguramente tendría mejor aceptabilidad.
2. Reformular nuevamente la receta de la galleta de arveja para lograr disminuir la cantidad de grasa de la misma.

3. Es necesario fomentar la utilización de mezclas vegetales de cereales y leguminosas pues éstas mejoran su calidad proteica, en la formulación de alimentos nutritivos, novedosos y accesibles para la población guatemalteca que sufre de pobreza y desnutrición.

4. Promover mediante talleres de educación nutricional, la elaboración y consumo de productos de panificación a base de arveja dulce, en las regiones del país que se dedican al cultivo de esta leguminosa; de manera de aprovechar los excedentes de exportación de la misma.

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alasino, Maria Celia. *et. al.* 2008. *Panificación con harina de arvejas (Pisum sativum) previamente sometidas a inactivación enzimática.* Archivos Americanos de Nutrición. (VE) 58(4): 397-402.
2. Badui, Salvador Dergal. 2006. *Química de los Alimentos.* 4ª. ed. México, Editorial Alhambra Mexicana. 716 p.
3. Bressani, Ricardo. 1971. *Evaluación Biológica de las Proteínas.* Guatemala, INCAP. 21-52 p. (Publicación INCAP L-1).
4. Castellanos, Lucía. 2003. *Formación de un panel sensorial entrenado.* Guatemala, UVG/INCAP/OPS. 100 p.
5. Charley, Helen. 1987. *Tecnología de Alimentos.* México, Editorial Limusa. 767 p.
6. Davidsson L. *et. al.* 2001. *Iron absorption from experimental infant formulas based on pea (Pisum sativum L.) – protein isolate: the effect of phytic acid and ascorbic acid.* British Journal of Nutrition. (UK) (85): 59-63.
7. INCAP. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, GT). 2001. *Los alimentos nutricionalmente mejorados; una alternativa para los programas de alimentación complementaria.* Guatemala, INCAP. 236 p.
8. INCAP. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, GT). 2007. *Tabla de Composición de Alimentos.* 2da.ed. Guatemala, INCAP. 126 p.
9. INE. (Instituto Nacional de Estadísticas GT). 2006. *Encuesta Condiciones de Vida, ENCOVI.* Consultado en: <http://www.ine.gob.gt/>

10. Ixcamparij, Muckay. 2005. *Desarrollo de panificación tipo muffin "nutricionalmente mejorado" por sustitución parcial con harina de maíz opaco 2*. 97p. Tesis Licenciada en Nutrición. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades. Departamento de Nutrición.
11. López, P. et. al. 2006. *Evaluación biológica de la calidad proteica de diferentes variedades de cebada (*Hordeum sativum* jess) cultivadas en los estados de Hidalgo Tlaxcala, México*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (MX) 21 (2): 230-239.
12. Meilgaard, M. et. al. 1999. *Sensory evaluation technique*. 3a. ed. Estados Unidos, CRC Press. 416 p.
13. Mera, M. et. al. 2006. *Arvejas (*Pisum sativum*) de Vaina Comestible Sugar Snap: Antecedentes y Comportamiento en el Sur de Chile*. Agricultura Técnica. (CL) 67(4):343-352.
14. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 2009. *Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil, ENSMI*. Guatemala, MSPAS. 56 p.
15. Nolasco Sandoval, Johnatan. 2004. *Evaluación de diferentes densidades de siembra de haba (*Vicia faba* L.) como cultivo trampa para Trips (*Triphs* sp.) en el Cultivo de arveja china (*Pisum sativum*)*. 82 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.
16. OPS. (Organización Panamericana de la Salud, US). 2000. *Alimentos Complementarios Procesados en América Latina*. Washington, D.C, EE.UU; OPS. (s.p.)
17. Pellet, Peter. et. al. 1980. *Nutritional evaluation of protein foods*. United States of America, The United Nations University. 175 p.

18. Potter, N. *et. al.* 1998. Cap. 17 In *Food Science*. 5th. Edition. USA, Aspen Publishers Inc. 57 p.
19. Urizar, José Julián. 1998. *Procesamiento de la arveja china (Pisum sativum) por tres métodos, para su utilización agroindustrial*. 44p. Tesis Ingeniero en Alimentos. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades. Departamento de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos.
20. Secretaría General de Planificación de la Presidencia, SEGEPLAN. 2002. *Mapeo de la Pobreza y Desigualdad en Guatemala*. Consultado en:
[http://www.ciesin.columbia.edu/repository/povmap/methods/Mapas de la Pobreza 2 002.pdf](http://www.ciesin.columbia.edu/repository/povmap/methods/Mapas_de_la_Pobreza_2_002.pdf)
21. Sitio Web Cooperativa Integral Agrícola el sembrador. Consultada en:
<http://www.agrisem.org>.
22. Secretaría de Seguridad Alimentaria Nutricional, SESAN. Consultada en
<http://www.sesan.gob.gt/>
23. Secretaría de Seguridad Alimentaria Nutricional, SESAN y Ministerio de Educación. 2009. *Tercer Censo Nacional de Talla en Escolares*. Guatemala, SESAN y ME. 97 p.
24. Wittig de Penna, Emma. 1999. *Evaluación Sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos*. Chile, Universidad de Chile. 134 p.

XV. ANEXOS

A. MÉTODOS OFICIALES DE LA AOAC PARA ANÁLISIS PROXIMAL DEL PRODUCTO

1. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de humedad (No. 14.004, Horno de Aire)

1.1. Equipo:

- Crisoles
- Horno de aire
- Desecadora
- Balanza analítica

1.2 Procedimiento

- Lavar y secar los crisoles en horno o mechero por 30 minutos a 100° C, enfriar en desecadora y tararlos cuando lleguen a temperatura ambiente.
- Pesar 1 gramo de muestra en el crisol previamente tarado.
- Secar el crisol con la muestra en horno a 130° C un mínimo de 2 horas o hasta llegar a masa constante.
- Remover del horno y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
- Pesar crisoles en balanza y calcular el porcentaje de humedad. Reportar el residuo como sólidos totales y la pérdida de peso como humedad.

$$\%H = (\text{pérdida de peso/peso de muestra}) * 100$$

$$\% \text{ sólidos} = 100 - \%H$$

2. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de cenizas (No. 14.0006, Método Directo)

2.1. Equipo:

- Balanza analítica
- Horno de alta temperatura (0-600° C)
- Desecadora

2.2 Procedimiento

- Pesar 3-5 gramos de la muestra bien mezclada en un plato, el cual ha sido calentado y enfriado en desecador y pesado al alcanzar temperatura ambiente.
- Calentar el horno a 550° C (rojo vivo) hasta que se observa una ceniza gris clara.
- Dejar enfriar en la desecadora y pesar cuando la muestra alcanza la temperatura ambiente.

3. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de grasa (No. 14.018, Extracto Etéreo)

3.1. Equipo:

- Beaker de 200 ml
- Embudo con vacío
- Papel filtro

3.2. Reactivos:

- Éter Anhídrido: Se lava el éter con 2-3 porciones de agua, se agrega NaOH o KOH sólido y se deja hasta que la mayoría de agua haya sido extraída del éter. Se decanta a un frasco seco. Se agregan pequeñas piezas de Na metálico y se deja hasta que finalice la ebullición.
- Se deja éter sobre Na metálico en el frasco con el corcho sobrepuesto.

3.3. Procedimiento:

- Armar el extractor Soxhlet con condensador de reflujo y frasco de destilación que ha sido previamente tarado y secado.
- Pesar 2-3 gramos de la muestra y colocarla en el tubo de extracción. Agregar éter hasta la marca en el frasco de extracción.
- Verificar que todo esté ajustado y colocar en el calentador eléctrico ajustando el calor para que el solvente ebulle suavemente. El periodo de extracción es de 4-16 horas.
- Secar el extracto por 30 minutos a 100 °C, enfriar y pesar.

4. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de fibra dietética (No. 45.4.07)

4.1 Equipo:

- Para digestión: colocar en el condensador un beaker de 600 ml, un plato térmico ajustable a una temperatura que lleve 200 ml de H₂O a 25 °C por 15 minutos.
- Plato de Cenizas: silica, vitreosil 70*15 mm, o de porcelana No. 450 tamaño1.
- Desecador
- Filtro de Succión

4.2 Reactivos:

- Solución de Ácido Sulfúrico: 0.255 + 0.005N, 125 g H₂SO₄/100 ml
- Solución de Hidróxido de Sodio: 0.313 + 0.005N, 1.25 g NaOH/100 ml
- Preparación de la fibra cerámica: coloque 60 g de fibra cerámica en la batidora, agregar 800ml. de agua y batir por un minuto a baja velocidad. La determinación en blanco se hace con 2 gramos de fibra cerámica con ácido y álcali. Corregir los resultados de la fibra cruda para cualquier blanco que sea despreciable (aproximadamente 2mg)
- Alcohol al 95%, isopropanol
- Perlas de ebullición

4.3 Procedimiento:

- Se tritura la muestra hasta obtener un polvo fino uniforme.
- Determinación: se extrae 2 gramos de la muestra con éter o éter de petróleo. Se transfiere a un beaker de 600 ml. Se agrega aproximadamente 1.5-2.0 gramos de fibra cerámica seca, 200 ml. de H₂SO₄ 1.25% ebulliendo y 1 gota de antiespumante. Se colocan perlas de ebullición. Se coloca el beaker en frasco de digestión y se calienta con una manta térmica por 30 minutos (se rota el beaker periódicamente para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes). Se remueve el beaker y se filtra con un California Buchner.
- California Buchner: se lava el beaker con 50-75 ml. de agua caliente y se lava a través del buchner. Se repite con 3 porciones de 50 ml. de agua y se deja secar. Se agregan 200 ml de NaOH al 1.25% caliente y se deja ebullición por 30 minutos. Se filtra y luego se lava con porciones de 25 ml. H₂SO₄ al 1.25% caliente, 3 porciones de 50 ml de agua y 25 ml de alcohol.
- Tratamiento del Residuo: se coloca el residuo a 130 °C por 2 horas. Se deja enfriar en el desecador y se pesa. Se coloca en la mufla a 600 °C por 30 minutos. Se deja enfriar y se vuelve a pesar.

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{[(\text{peso crisol muestra seca} - \text{peso crisol muestra calcinada}) / \text{peso inicial}] * 100}{}$$

5. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de proteína (No. 14.026, Kjeldahl)

5.1 Equipo:

- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg.
- Equipo Kjeldahl
- Manto calefactor
- pHmetro
- Frascos Kjeldahl de vidrio moderadamente grueso con capacidad de 500-800 ml para digestión.

- Frascos Kjeldahl de 500-800 ml ajustado con tapón de hule para destilación:
- Bulbo depurador o trampa para prevenir el acarreamiento de NaOH durante la destilación.
- Material usual de laboratorio.

5.2 Reactivos:

- Acido sulfúrico concentrado, p.a.
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio, p.a.
- Sulfato cúprico, p.a.
- Solución de hidróxido de sodio al 15 %. Disolver 150 g de NaOH y completar a 1 litro.
- Solución de ácido sulfúrico 0.1 N. Tomar 2.7 mL de H₂SO₄ conc. y completar a 1 litro, luego estandarizar con Na₂CO₃ anhidro p.a.
- Solución de hidróxido de sodio al 30 %. Disolver 300 g de NaOH y completar a 1 litro.
- Solución indicadora de rojo de metilo al 1 % en etanol. Disolver 1 g de rojo de metilo en 100 mL de etanol (95 %).
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Tomar 4 g de NaOH y enrasar a 1 litro con agua recientemente hervida y enfriada. Valorar con ácido succínico.
- Acido bórico al 3 % . Disolver 30 g de ácido bórico y completar a 1 litro.
- Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1 % y azul de metileno al 0.1 % en relación de 2:1, en alcohol etílico.
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N. Tomar 8.3 mL de HCl conc. y enrasar a 1 litro. Valorar con Na₂CO₃ anhidro.

5.3 Procedimiento:

- Realizar la muestra en duplicado.
- Efectuar un ensayo en blanco usando una sustancia orgánica sin nitrógeno (sacarosa) que sea capaz de provocar la reducción de los derivados nítricos y nitrosos eventualmente presentes en los reactivos.

- Pesar al 0.1 mg. alrededor de 1 g de muestra homogeneizada (m) en un matraz de digestión Kjeldahl.
- Agregar 3 perlas de vidrio, 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.5 g de sulfato cúprico y 20 mL de ácido sulfúrico conc.
- Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 mL de hidróxido de sodio al 15 %. El disco poroso produce la división de los humos en finas burbujas con el fin de facilitar la absorción y para que tenga una duración prolongada debe ser limpiado con regularidad antes del uso. Los depósitos de sulfito sódico se eliminan con ácido clorhídrico.
- Cuando la solución de hidróxido de sodio al 15 % adicionada de fenolftaleína contenida en la trampa de absorción permanece incolora debe ser cambiada (aprox. 3 análisis).
- Calentar en manta calefactora y una vez que la solución esté transparente, dejar en ebullición 5 a 20 min. más. Si la muestra tiende a formar espuma agregar ácido esteárico o gotas de silicona antiespumante y comenzar el calentamiento lentamente.
- Enfriar y agregar 200 mL de agua.
- Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar lentamente 100 mL de NaOH al 30 % por el embudo, y cerrar la llave.
- Destilar no menos de 150 mL en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo colector en:
 - a) 50 mL de una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, 4 a 5 gotas de rojo de metilo y 50 mL de agua destilada. Asegurar un exceso de H_2SO_4 para que se pueda realizar la retrotitulación. Titular el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta color amarillo
 - b) 50 mL de ácido bórico al 3 %. Titular con ácido clorhídrico 0.1 N hasta pH 4.6 mediante un medidor de pH calibrado con soluciones tampón pH 4 y pH 7, o en presencia del indicador de Tashiro hasta pH 4.6.
- Cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación usando 10 mL de una solución de sulfato de amonio 0.1 N (6.6077 g/L), 100 mL de agua destilada y 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30 % para

liberar el amoníaco, así como también verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de L(-)-Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73 %. Debe recuperarse un 99.7 %

1.4 Cálculos y expresión de resultados:

$$14 \times N \times V \times 100$$

$$\% N = \frac{\text{-----}}{m \times 1000}$$

$$14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor}$$

$$\% \text{ Proteína} = \frac{\text{-----}}{m \times 1000}$$

Donde:

V: 50 mL H₂SO₄ 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N

m: masa de la muestra, en gramos

Factor: 6.38 para leche y productos lácteos

Repetibilidad del método: La diferencia entre los resultados de dos determinaciones efectuadas una después de otra, por el mismo analista, no debe exceder 0.06 % de Nitrógeno o 0.38 % de proteína.

En la planilla de resultados se indicará método utilizado, identificación de la muestra, peso de muestra, gastos de titulación, factor utilizado y resultados obtenidos de la muestras en duplicado con 2 decimales.

6. Método para la determinación del porcentaje de carbohidratos totales (Método de Diferencia)

$$\% \text{ carbohidratos} = 100 - \text{porcentaje de proteína} - \text{porcentaje de g}$$

B. FÓRMULA Y COSTO DE LA GALLETA FORMULADA

1. Fórmula final de galletas tipo de arveja dulce

Ingredientes	Gramos	% del peso total de la receta
Harina de trigo	280	31.82
Harina de arveja	80	9.09
Ajonjolí	40	4.54
Mantequilla	180	20.45
Azúcar	200	22.73
Huevos	100	11.36
Canela	Despreciable	
Polvo de hornear	Despreciable	
Total	880	

2. Cálculo de costo de formulación final de la Galleta de Arveja

Tamaño de la porción servida			Galleta de 18.5g y 6cm de diámetro		
Número total de porciones producidas			40		
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Costo por unidad de compra		Costo total
			Costo	Unidad	
Harina de arveja	80	Gramos	Q. 17.00	Libra*	Q.25.50
Harina de trigo	280	Gramos	Q.10.80	907 gramos	Q. 3.33
Ajonjolí	40	Gramos	Q. 4.95	75 gramos	Q.2.64
Azúcar	200	Gramos	Q.15.70	2500 gramos	Q. 1.26
Mantequilla	180	Gramos	Q. 8.35	115 gramos	Q.13.07
Canela	5	Gramos	Q.6.15	26 gramos	Q. 1.18
Polvo de hornear	2	Gramos	Q.7.25	100 gramos	Q.0.14
Huevos	2	Unidades	Q. 13.45	docena	Q.2.24
Costo total de la preparación: Q. 49.36			Costo por porción: Q. 1.23		

La libra de arveja cruda cuesta aproximadamente Q17.00, con ella se producen 53.3 gramos de harina de arveja.

C. GUÍA DE DESARROLLO DE PRUEBA CON GRUPO FOCAL

GRUPO FOCAL

GALLETA A BASE DE HARINA DE TRIGO Y HARINA DE ARVEJA DULCE

I. Introducción

La arveja dulce es un grano ampliamente cultivado en diversas zonas de Guatemala, generalmente con fines de exportación y tiene excelente valor nutricional. Sus excedentes no son aprovechados y la mayor parte de estos se desechan o se utilizan como alimento para animales (Godoy, 2010).

La investigadora pretende formular una mezcla de harina de trigo y harina de arveja con el fin de elaborar una galleta que sea de bajo costo y una alternativa que pueda contribuir a mejorar la alimentación de la población en general.

Esta práctica se realizará como parte de la metodología utilizada en el proyecto de investigación para la formulación de galletas a base de harina de arveja y trigo, donde la harina de trigo será sustituida en una proporción del 20% y 30% de harina de arveja dulce. La investigadora está interesada en conocer la opinión de un grupo focal formado por panelistas entrenados en el curso de Análisis Sensorial de Alimentos que se imparte en la UVG. Los atributos que se evaluarán son: sabor, olor, textura y color.

A continuación se presentan los materiales y métodos que se usarán para desarrollar el grupo focal.

II. Materiales y métodos

A. Materiales

1. Locación: Universidad del Valle de Guatemala, Laboratorio de Análisis Sensorial, salón E-106
2. Iluminación: normal

3. Características de los panelistas:

- Estudiantes de la licenciatura en Ingeniería en alimentos o Nutrición de la Universidad del Valle, del curso que se imparte en el segundo ciclo del 2010.
- Nivel socioeconómico: medio-alto
- Edad: 20-25 años
- Sexo: femenino o masculino

4. Materiales para la prueba

- 20 galletas con 20% de sustitución de harina de arveja dulce
- 20 galletas con 30% de sustitución de harina de arveja dulce
- 40 platos desechables pequeños
- 40 vasos desechables pequeños
- Servilletas
- Agua pura
- Grabadora de audio

5. Equipo

- Cámara de video
- Computadora

B. Métodos

1. Preparación de las muestras

Para preparar la harina de arveja se procederá a escaldar el grano para inactivar la lipoxigenasa y posteriormente éste será deshidratado y molido hasta formar la harina.

La harina de arveja se mezclará con harina de trigo y se elaborarán las muestras con 20 y 30% de sustitución que se seleccionaron de acuerdo a los resultados del ensayo biológico.

2. Presentación de las muestras

Los panelistas se reunirán en tres grupos según las secciones de laboratorio. La sesión se llevará a cabo en el área diseñada para realizar grupos focales,

donde los panelistas serán acomodados en una mesa sin separaciones para facilitar la discusión. A cada panelista se le entregarán las dos muestras de galletas una con sustitución del 20 % de harina de arveja y la otra con una sustitución del 30 % y un vaso de agua. Los platos estarán codificados con los números aleatorios 254 y 018 respectivamente.

Al inicio de la sesión se le dará a conocer a los panelistas el objetivo de la prueba y las instrucciones a seguir. El grupo focal se llevará a cabo a través de la discusión grupal de las preguntas realizadas por el moderador. Las preguntas serán directas y de respuesta abierta.

La responsabilidad del moderador consistirá en realizar las preguntas, facilitar la discusión y aclarar dudas sobre las muestras. Habrá un redactor encargado de captar las opiniones de los panelistas y tomar nota de ellas en la computadora, también se filmará la sesión.

Es importante que tanto el moderador como el redactor eviten interpretar o cambiar las opiniones emitidas por los panelistas ya que si fuera así los resultados no serían confiables.

III. Análisis de datos

1. El redactor tomará nota de todas las respuestas de los panelistas y llevará el conteo de respuestas sobre agrado o desagrado para cada una de las características.
2. Para el análisis de datos las respuestas de los panelistas serán agrupadas y se reportarán en tablas de frecuencia. La tabla debe agrupar las respuestas según las características de sabor, olor, textura y color.
3. También se reportarán todos los comentarios y sugerencias que se hagan para el mejoramiento del producto.
4. De acuerdo a todas las respuestas obtenidas de determinará qué muestra fue la más aceptada por el panel prefirió y se explicará el por qué de esta elección.
5. Se hará una descripción del producto utilizando los datos que dieron los panelistas sobre su sabor, olor, textura y color.

GUIA DE DISCUSION

I. Introducción y presentación del moderador (a).

Se notificará a los panelistas que la reunión será grabada y se les indicará la composición del producto, algunas características sobre su procesamiento y el objetivo de la investigación. Se dará las gracias por su presencia y colaboración.

I. Discusión.

Por cada una de las dos combinaciones de la galleta presentada se realizará la siguiente serie de preguntas, en el mismo orden. El moderador deberá ir indicando cual es la muestra que los panelistas deben probar según los códigos 20 % (254) y 30 % (018).

Para la descripción de las características se preguntará quien desea hacer la descripción y luego se preguntará si todos están de acuerdo o si desean agregar algo más.

Color: Todos los panelistas deben observar detenidamente las muestras con la finalidad de expresar su aceptabilidad por la apariencia y el color del producto. Los panelistas deberán contestar las preguntas para cada muestra.

- ¿Qué piensan acerca de la apariencia y presentación de las galletas?
- ¿Qué piensan acerca del color?
- Describa el color percibido
- ¿Les agrada o desagrada el color?
- ¿Les agrada o desagrada la apariencia?

Olor: Para detectar el olor se debe indicar al panel que olfatee cada una de las muestras y que relacione el olor con los ingredientes del producto. Los panelistas deberán contestar las preguntas para cada muestra.

- ¿Se relaciona el olor percibido con los ingredientes que lleva el producto?
- Describa el olor percibido

- ¿Les agrada o desagrada el olor percibido?

Sabor: Para detectar el sabor se debe indicar al panel que prueben el producto. Se debe probar primero una muestra y responder las preguntas y luego la segunda muestra. Seguidamente se deben comparar las muestras.

- ¿Se relaciona el sabor percibido con los ingredientes que lleva el producto?
- Describa el sabor percibido
- ¿Les agrada o desagrada?

Textura: Se pide al panel que señale la sensación que percibe en la boca después de probar cada muestra.

- ¿La textura del producto les parece agradable o desagradable?
- Describa la textura percibida
- ¿Les agrada o desagrada la textura?

Cierre, agradecimiento por la participación, resumen de la discusión grupal y despedida.

- Se pregunta a los panelistas si tienen algo más que agregar, luego se les agradece su participación.

D. BOLETA DE RECOLECCIÓN DE RESULTADOS GRUPO FOCAL**Estudio de aceptabilidad de consumidores hacia una galleta a base de harina de trigo y harina de arveja dulce**

Fecha: _____

Lugar: _____

No. De asistentes: _____

Moderador: _____

Redactor: _____

Hora de inicio: _____

Hora de finalización: _____

No. de panelista	Edad	Sexo
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

E. GUÍA DE DESARROLLO DE PRUEBA HEDÓNICA CON CONSUMIDORES

Estudio de aceptabilidad de consumidores hacia una galleta a base de harina de trigo y harina de arveja dulce

1. Objetivo

Evaluar el grado de aceptabilidad por atributo (sabor, olor, textura y color) de alimento complementario tipo galleta a base de harina de Arveja dulce utilizando la escala hedónica.

2. Materiales y métodos

a. Lugar de realización y tipo de la prueba:

- Centro escolar público de la ciudad capital
- Evaluación sensorial de aceptabilidad y preferencia con consumidores

3. Características de los panelistas:

- Nivel socioeconómico: bajo
- Edad: 6 a 12 años
- Sexo: femenino o masculino

4. Procedimiento para la preparación y presentación de las muestras:

- Cada muestra se codificará previamente con números tres dígitos, utilizando la tabla de números aleatorios.
- Cada participante deberá probar y olfatear cada una de las muestras.
- Se presentará una boleta para calificar los atributos de olor, sabor, color y textura, la cual deberá ser llenada por los participantes del panel de acuerdo a las instrucciones.

5. Recolección y tabulación de datos

a. Pruebas sensoriales. A cada escolar se le presentará una muestra. Se les proporcionará una boleta donde deberán notar si les agrada o no el producto. Para evaluar la aceptabilidad de los atributos de la muestra por separado, se utilizará una escala numérica de 5 puntos (siendo 5 la mejor puntuación), en donde se les pedirá a los panelistas califiquen a la muestra respecto a su color, olor, textura y sabor, marcando con una x, el cuadro que indique su opinión. Los niños más pequeños serán ayudados por la evaluadora y los auxiliares para el llenado de la boleta. Se incluirá un inciso para comentarios.




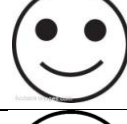

b. Pruebas estadísticas. La tabulación de resultados se llevará a cabo utilizando el programa Excel, Office XP. Se trabajará en base de promedios y porcentajes. Se considera que un atributo es aceptado por los panelistas si su calificación se encuentra entre 4 y 5 puntos, los cuales corresponden a las afirmaciones “me gusta” y “me gusta mucho” respectivamente. Se escogieron estos puntos de corte debido a que equivalen al 80% y 100% de aceptabilidad respectivamente, y dado que el 4 corresponde al porcentaje inferior que supera el establecido por la hipótesis del estudio.

F. BOLETA PARA PRUEBA HEDÓNICA CON ESCOLARES

Código de la muestra: _____

Estudio de aceptabilidad hacia alimento complementario tipo galleta a base de harina de trigo y arveja dulce, en escolares

A continuación se presenta una galleta. Pruebe la muestra y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala		Color	Olor	Sabor
No me gusta en lo absoluto				
No me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me gusta				
Me gusta mucho				

Comentarios sugerencias:

G. DATOS INTERMEDIOS

1. Análisis proximal de arveja dulce

Producto: Grano seco de arveja dulce

Proteína	peso muestra inicial	mL buffer	%	Promedio
A	0,2505	6,3	23.59	23.40%
B	0,2502	7,1	26.56*	
C	0,2507	6,2	23.20	

Grasa	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	5,0001	76,4503	76,6050	3,0939	3.07%
B	5,0017	75,5112	75,6690	3,1549	
C	5,0890	74,3528	74,5030	2,9515	

Cenizas	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + muestra in	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	1,0045	23,2658	24,2703	23,2997	3,37481334*	4.50%
B	1,0004	27,6246	28,625	27,67	4,53818473	
C	1,006	20,1213	21,1273	20,1662	4,46322068	

Fibra	peso muestra inicial	peso cris + muestra seca	peso cris + mues quemada	%	Promedio
A	1,0015	35,0124	34,9518	6,05092361	7.05%
B	1,0062	35,0301	34,0449	97,9129398*	
C	1,0033	34,8382	34,7574	8,0534237	

Humedad	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + muestra in	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	1,00	23,25	24,25	24,12	13	13%
B	1,00	27,62	28,62	28,49	13	
C	1,00	20,12	21,12	20,98	14*	

* Estos valores fueron desechados por ser un registro erróneo.

Macronutriente	Kcal
Proteína	93.58
Grasa	24.53
Carbohidratos (por diferencia)	195.92
Total	314.03

Producto: Grano fresco de arveja dulce

Humedad	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + muestra in	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	1,0093	11,328	12,3373	11,5727	75,7554741	76.53%
B	1,0069	10,4473	11,4542	10,6704	77,8428841	
C	1,0029	11,8918	12,8947	12,1326	75,9896301	

2. Ganancia de peso y alimento ingerido en ratas alimentadas con mezclas de harina de trigo y harina de arveja dulce

Dieta 1	Peso ganado (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
1	21	201	24,96	0,84
2	25	227	28,19	0,89
3	24	197	24,47	0,98
4	23	190	23,60	0,97
5	27	245	30,43	0,89
6	26	243	30,18	0,86
7	21	196	24,34	0,86
8	26	208	25,83	1,01
Promedio				0,91

Dieta 2	Peso ganado (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
1	70	312	42,24	1,66
2	97	379	51,32	1,89
3	42	213	28,84	1,46
4	70	289	39,13	1,79
5	59	284	38,45	1,53
6	72	310	41,97	1,72
7	67	301	40,76	1,64
8	69	291	39,40	1,75
Promedio				1,68

Dieta 3	Peso ganado (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
1	91	325	44,10	2,06
2	68	241	32,70	2,08
3	99	381	51,70	1,91
4	101	353	47,90	2,11
5	91	368	49,94	1,82
6	88	353	47,90	1,84
7	71	313	42,47	1,67
8	81	346	46,95	1,73
Promedio				1,90

Dieta 4	Peso ganado (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
1	80	348	45,55	1,76
2	66	260	34,03	1,94
3	55	233	30,50	1,80
4	54	230	30,11	1,79
5	59	300	39,27	1,50
6	72	284	37,18	1,94
7	85	353	46,21	1,84
8	59	268	35,08	1,68
Promedio				1,78

Dieta 5	Peso ganado (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
1	50	262	34,06	1,47
2	45	235	30,55	1,47
3	42	209	27,17	1,55
4	44	217	28,21	1,56
5	44	249	32,37	1,36
6	39	227	29,51	1,32
7	43	238	30,94	1,39
8	52	277	36,01	1,44
Promedio				1,45

Dieta libre de nitrógeno	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Pérdida de peso (g)
1	48	33	17
2	48	41	7
3	46	34	12
4	46	29	17
5	48	31	17
6	48	32	16
7	46	32	14
8	46	32	14
Promedio			14

3. Análisis de varianza de PER de ratas alimentadas con mezclas de harina de trigo y harina de arveja dulce

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	8	7,30138999	0,91267375	0,00411924
Columna 2	8	13,4372422	1,67965527	0,01935175
Columna 3	8	15,2220684	1,90275855	0,02788311
Columna 4	8	14,2528309	1,78160387	0,0202053
Columna 5	8	11,5612451	1,44515564	0,00718122

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4,89526404	4	1,22381601	77,7118606	6,519E-17	2,64146519
Dentro de los grupos	0,55118434	35	0,01574812			
Total	5,44644837	39				

4. Prueba de Duncan del PER de ratas alimentadas con mezclas de harina de trigo y harina de arveja dulce

Dietas	Media
1	0,91267375
5	1,44515564
2	1,67965527
4	1,78160387
3	1,90275855

Dieta	rp	Varianza	Muestras	Raíz	Rp
2	2,86	0,01574812	8	0,04436796	0,12689235
3	3,02	0,01574812	8	0,04436796	0,13399123
4	3,11	0,01574812	8	0,04436796	0,13798434
5	3,18	0,01574812	8	0,04436796	0,1410901

Xi	xi-xdieta 1	Interpretación
3	0,9900848	Si hay diferencia significativa
4	0,86893012	Si hay diferencia significativa
2	0,76698152	Si hay diferencia significativa
5	0,53248189	Si hay diferencia significativa
Xi	xi-xdieta 5	Interpretación
3	0,4576029	Si hay diferencia significativa
4	0,33644823	Si hay diferencia significativa
2	0,23449963	Si hay diferencia significativa
Xi	xi-xdieta 2	Interpretación
3	0,22310327	Si hay diferencia significativa
4	0,1019486	No hay diferencia significativa
Xi	xi-xdieta 4	Interpretación
3	0,12115468	No hay diferencia significativa

5. Características físicas de las galletas elaboradas

Galleta trigo	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)
1	21,20	6,20	0,70
2	19,38	6,20	0,90
3	23,61	6,20	0,70
4	19,50	6,20	0,50
5	23,38	6,00	0,80
6	18,40	6,30	0,90
7	22,09	6,20	0,40
8	17,28	6,00	0,80
9	20,47	6,00	0,70
10	19,23	6,00	0,60
11	19,43	6,00	0,70
12	24,14	6,00	0,80
13	22,70	6,00	1,00
14	16,53	6,00	0,60
15	20,33	6,50	0,80
16	23,56	6,50	0,80
17	18,23	6,30	0,80
18	14,82	6,30	0,90
19	14,72	6,20	0,70
20	18,23	6,20	0,70
Promedio	19,86	6,17	0,74

Galleta 20% arveja	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)
1	18,39	6,10	0,70
2	18,27	6,30	0,70
3	19,33	6,00	0,70
4	18,03	6,00	0,70
5	18,44	6,20	0,80
6	18,49	6,10	0,70
7	18,02	6,10	0,60
8	20,31	6,00	0,60
9	18,79	6,00	0,80
10	18,80	6,00	0,80
11	17,42	6,30	0,80
12	19,07	6,00	0,80
13	16,50	6,00	0,70
14	19,95	6,00	0,70

Galleta 20% arveja	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)
15	18,71	6,00	0,80
16	18,06	6,00	0,70
17	16,95	6,10	0,90
18	18,62	6,30	0,60
19	18,90	6,10	0,80
20	18,50	6,10	0,90
Promedio	18,48	6,09	0,74

Galleta 30% arveja	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)
1	20,44	6,00	0,70
2	20,22	6,30	0,90
3	18,46	6,20	0,70
4	16,11	6,30	0,90
5	18,08	6,10	0,70
6	16,79	6,00	0,70
7	20,97	6,20	0,70
8	16,60	6,20	0,80
9	17,50	6,10	0,80
10	18,39	6,20	0,90
11	17,08	6,10	0,90
12	18,21	6,00	0,80
13	17,92	6,10	0,80
14	23,06	6,10	0,70
15	17,06	6,20	0,80
16	19,52	6,00	0,80
17	19,80	6,10	0,80
18	18,61	6,10	0,80
19	19,76	6,30	0,90
20	18,03	6,00	0,80
Promedio	18,63	6,13	0,80

6. Análisis de varianza de características físicas de las galletas elaboradas

Análisis de varianza de un factor pesos

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	20	397,23	19,8615	7,99168711		
Columna 2	20	369,55	18,4775	0,79249342		
Columna 3	20	372,61	18,6305	2,93545763		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	23,0281733	2	11,5140867	2,94738281	0,06052294	3,15884272
Dentro de los grupos	222,673125	57	3,90654605			
Total	245,701298	59				

Análisis de varianza de un factor diámetros

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	20	123,3	6,165	0,02660526		
Columna 2	20	121,7	6,085	0,01186842		
Columna 3	20	122,6	6,13	0,01063158		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,06433333	2	0,03216667	1,96516613	0,14951243	3,15884272
Dentro de los grupos	0,933	57	0,01636842			
Total	0,99733333	59				

Análisis de varianza de un factor alturas

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	20	14,8	0,74	0,02042105
Columna 2	20	14,8	0,74	0,00778947
Columna 3	20	15,9	0,795	0,00576316

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,04033333	2	0,02016667	1,78079009	0,17775148	3,15884272
Dentro de los grupos	0,6455	57	0,01132456			
Total	0,68583333	59				

7. Características de los panelistas del grupo focal

No.	Edad	Sexo
1	21	Femenino
2	22	Femenino
3	21	Femenino
4	21	Femenino
5	21	Femenino
6	20	Femenino
7	21	Masculino
8	21	Masculino
9	22	Masculino
10	20	Femenino
11	21	Femenino
12	21	Femenino
13	20	Femenino
14	20	Masculino
15	22	Femenino
16	21	Femenino
17	21	Femenino
18	21	Femenino
19	21	Femenino
20	21	Femenino

8. Resultados prueba hedónica con escolares

Escala	Color	Olor	Sabor
5	$60 \cdot 5 = 300$	$62 \cdot 5 = 310$	$62 \cdot 5 = 310$
4	$20 \cdot 4 = 80$	$24 \cdot 4 = 96$	$17 \cdot 4 = 68$
3	$6 \cdot 3 = 18$	$2 \cdot 3 = 6$	$10 \cdot 3 = 30$
2	$5 \cdot 2 = 10$	$5 \cdot 2 = 10$	$2 \cdot 2 = 4$
1	$2 \cdot 1 = 2$	0	$2 \cdot 1 = 2$
Valor	$410 / 93 = 4.41$	$422 / 93 = 4.54$	$414 / 93 = 4.45$

9. Análisis proximal de arveja dulce y galleta a base de harina de trigo y arveja dulce

Producto: Galleta 20% arveja dulce

Proteína	peso muestra inicial	mL buffer	%	Promedio
A	0,253	3,3	12,23	11,88
B	0,259	3,2	11,59	
C	0,2539	3,2	11,82	

Humedad	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + mues inicial	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	2,0245	11,9904	14,0149	13,8931	6,0163	6,04
B	2,0456	11,7508	13,7964	13,6726	6,0520	
C	2,022	11,4302	13,4522	13,3295	6,0682	

Cenizas	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + mues inicial	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	1,0048	11,1215	12,1263	11,1334	1,1843	1,18
B	1,0254	10,3283	11,3537	10,3404	1,1800	
C	1,0311	9,9387	10,9698	9,9507	1,1638	

Grasa	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + mues inicial	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	4,0074	75,5018	79,5092	76,5812	26,9352	26,56
B	4,0048	76,4517	80,4565	77,6212	29,2025	
C	4,0299	74,9909	79,0208	76,0463	26,1892	

Fibra	peso muestra inicial	peso cris + mues seca	peso cris + mues quemada	%	Promedio
A	1,0142	34,8796	34,8637	1,5677	1,59
B	1,0361	24,6608	24,6482	1,2161	
C	1,1184	35,9298	35,9075	1,9939	

Macronutriente	Kcal
Proteína	47,52
Grasa	212,48
Carbohidratos (por diferencia)	211,00
Total	471,00

Producto: Galleta 30% arveja dulce

Proteína	peso muestra inicial	mL buffer	%	Promedio
A	0,2541	3,5	12,92	13,04
B	0,2530	3,6	13,35	
C	0,2555	3,5	12,85	

Humedad	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + mues inicial	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	2,0477	11,9769	14,0246	13,9018	5,9970	6,19
B	2,0081	11,4729	13,481	13,3552	6,2646	
C	2,0283	10,9029	12,9312	12,803	6,3206	

Cenizas	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + mues inicial	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	1,0165	11,2099	12,2264	11,2012	-0,8559	1,62
B	1,0777	10,9968	12,0745	11,0146	1,6517	
C	1,0355	10,0733	11,1088	10,0897	1,5838	

Grasa	peso muestra inicial	peso crisol vacío	peso cris + mues inicial	peso cris + mues seca	%	Promedio
A	4,0081	76,4057	80,4138	77,4457	25,9475	25,77
B	4,0290	74,3486	78,3776	75,3790	25,5746	
C	4,0871	75,2325	79,3196	76,2800	25,6294	

Fibra	peso muestra inicial	peso cris + mues seca	peso cris + mues quemada	%	Promedio
A	1,0588	34,9814	34,9503	2,9373	2,36
B	1,0236	35,9951	35,9684	2,6084	
C	1,0865	26,4250	26,4085	1,5186	

Macronutriente	Kcal
Proteína	52,16
Grasa	206,16
Carbohidratos (por diferencia)	204,08
Total	462,40


10. Ganancia de peso y alimento ingerido durante análisis biológico de la galleta de arveja.

Galleta de Arveja	Peso ganado (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
1	42	153	18,18	2,31
2	41	157	18,65	2,20
3	41	143	16,99	2,41
4	32	116	13,78	2,32
5	41	164	19,48	2,10
6	34	139	16,51	2,06
7	41	145	17,23	2,38
8	48	154	18,30	2,62
Promedio				2,30

Caseína	Peso ganado (g)	Alimento ingerido (g)	Proteína ingerida (g)	PER
1	13	97	11,52	1,13
2	12	88	10,45	1,15
3	19	116	13,78	1,38
4	11	83	9,86	1,12
5	14	98	11,64	1,20
6	16	106	12,59	1,27
7	14	101	12,00	1,17
8	13	97	11,52	1,13
Promedio				1,19

Dieta libre de Nitrógeno	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Pérdida de peso (g)
1	50	37	13
2	50	45	5
3	50	37	13
4	50	39	11
5	50	35	15
6	50	39	11
7	46	34	12
8	46	34	12
Promedio			11.5


Licda. Rita María Godoy
AUTOR


Ricardo Bressani, Ph.D.
ASESOR


Licda. Lucía Castellanos, M.A.
REVISOR


Licda. Anne Marie Liere de Godoy, MSc.
DIRECTORA


Oscar Manuel Cobar Pinto, Ph.D.
DECANO