

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo de sopas de alto valor nutritivo hecho a base de ingredientes cultivados en Guatemala

Trabajo de Graduación presentado por Claudia María Villatoro Krische para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Alimentos

Guatemala

2007

Desarrollo de sopas de alto valor nutritivo hecho a
base de ingredientes cultivados en Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Desarrollo de sopas de alto valor nutritivo hecho a
base de ingredientes cultivados en Guatemala

Trabajo de Graduación presentado por Claudia María
Villatoro Krische para optar al grado académico de
Licenciatura en Ingeniería en Alimentos

Guatemala

2007

V.o.B.o.:

(f) _____

(Dr. Ricardo Bressani)

Tribunal Examinador:

(f) _____

(Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz)

(f) _____

(Licenciada Patricia Palacios de Palomo)

(f) _____

(Dr. Ricardo Bressani)

Fecha de aprobación: 03 de diciembre del 2007

DEDICATORIA

A Dios

Porque me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

A mis Padres

Porque me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Por darme una carrera para mi futuro.

A mi Hermano

Por brindarme cada uno de sus valiosos consejos.

A mi Cuñada, Jerusha

Por ayudarme a que yo pudiera culminar mi carrera con éxito. Te quiero mucho.

A mi novio, Julio

Gracias por el apoyo y paciencia que me has brindado.

Al Dr. Bressani

Por compartir todos sus conocimientos conmigo y por su gran ayuda en este trabajo.

A la Lda. Colmenares y Lda. Palomo

Por su gran ayuda y apoyo durante todo mi carrera y elaboración del trabajo de graduación.

A la Universidad del Valle

Por brindarme todos esos conocimientos para la formación de una nueva profesional.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	v
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
II. JUSTIFICACIÓN.....	16
III. OBJETIVOS.....	17
IV. HIPÓTESIS	18
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
VI. RESULTADOS	24
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
VIII. CONCLUSIONES.....	33
IX. RECOMENDACIONES	34
X. BIBLIOGRAFÍA	35
XI. APÉNDICE	38

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del maíz	3
Cuadro 2. Composición química de la arveja china.	4
Cuadro 3. Tipos de sopa marca Maggi.....	8
Cuadro 4. Tipos de sopas marca Knorr.	9
Cuadro 5. Tipos de sopas marca Malher.....	10
Cuadro 6. Prueba de granulometría realizada a las cuatros formulaciones de sopa y a la sopa comercial.	24
Cuadro 7. Densidad de las cuatros formulaciones de sopa y de la sopa comercial.	24
Cuadro 8. Absorción de agua en las sopas formuladas y en la sopa comercial.	24
Cuadro 9. Absorción de aceite en las sopas formuladas y en la sopa comercial.	25
Cuadro 10. Actividad de agua(Aw) en las sopas formuladas y en la sopa comercial.	25
Cuadro 11. Consistencia en las sopas formuladas y en la sopa comercial.	25
Cuadro 12. Análisis químico en sopas.....	26
Cuadro 13. Prueba de aceptación de sopas realizado en el Altiplano (Sólola), a mujeres entre 20 a 45 años de edad..	26
Cuadro 14. Prueba de aceptación de sopas en el campus UVG a los conserjes entre 30 a 54 años de edad.	27
Cuadro 15. Prueba de preferencia de sopas en el altiplano y UVG.....	27
Cuadro 16. Prueba descriptiva de las sopas.	27
Cuadro 17. Digestibilidad aparente y PER en análisis biológico de las sopas realizado con ratas de la raza wistar.	28
Cuadro 18. Medición de granulometría para fórmula 1: arveja china.....	38
Cuadro 19. Medición de granulometría para fórmula 2: arveja dulce.....	38

Cuadro 20. Medición de granulometría para fórmula 3: haba tierna.	39
Cuadro 21. Medición de granulometría para fórmula 4: ejote francés.	39
Cuadro 22. Densidad de sopas elaboradas.	40
Cuadro 23. Densidad sopas comerciales.	40
Cuadro 24. Absorción de agua de las sopas elaboradas.	41
Cuadro 25. Absorción de agua en sopas comerciales.	42
Cuadro 26. Absorción de aceite en sopas elaboradas.	42
Cuadro 27. Consistencia de sopas elaboradas.	43
Cuadro 28. Resultados de análisis químico para materia prima.	50
Cuadro 29. Resultados de análisis químico para producto terminado.	51
Cuadro 30. Resultados de proteína y nitrógeno de fórmulas en estudio biológico.	60
Cuadro 31. Digestibilidad aparente de sopas deshidratadas.	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Prueba descriptiva de las sopas.....	28
Figura 2. Boleta de evaluación sensorial.	52
Figura 3. Comparación de sabor en las variedades de sopas.	53
Figura 4. Comparación de olor en las variedades de sopas.	53
Figura 5. Comparación de color en las variedades de sopas.	54
Figura 6. Comparación de espesor en las variedades de sopas.	54
Figura 7. Preferencia de las sopas evaluadas.....	55
Figura 8. Comparación de sabor en las variedades de sopas.	56
Figura 9. Comparación de olor en las variedades de sopas	56
Figura 10. Comparación de color en las variedades de sopas.	57
Figura 11. Comparación de espesor en las variedades de sopas.	57
Figura 12. Comparación de sabor en las variedades de sopas.	58
Figura 13. Boleta de evaluación sensorial de prueba descriptiva.	59
Figura 14. Diagrama de distribución de la planta para elaboración de sopas deshidratadas.....	62

RESUMEN

El objetivo del estudio fue formular sopas deshidratadas con una mezcla de harinas de cereal y legumbres frescas posteriormente deshidratadas con alto valor proteico para obtener un perfil nutricional mejor que los productos existentes en Guatemala.

Se elaboró 4 fórmulas de 4 legumbres, arveja china, arveja dulce, haba tierna y ejote francés para obtener un porcentaje de proteína entre 16-17%. Ésta es una fuente de proteína para las personas que no consumen carne.

Se realizó un análisis proximal a la materia prima y al producto terminado donde se determinó que las sopas elaboradas a base de cereales y legumbres tenían un buen porcentaje de proteína. En lo que respecta al análisis de la calidad proteica se realizó un estudio biológico con un grupo de ratas de la raza Wistar y se determinó que el producto que mejor digestibilidad y PER obtuvo fue la sopa de arveja dulce y haba tierna con respecto a un grupo control de caseína.

Fue necesario verificar la aceptabilidad del producto, por lo que se realizaron dos pruebas sensoriales, una descriptiva y otra de aceptación. La primera se elaboró en el campus Central UVG y la segunda en el Altiplano obteniendo que la sopa que más se prefirió fue la de arveja dulce en el Altiplano y la de haba tierna en el campus de la UVG.

Finalmente se llevaron a cabo pruebas físicas y fisicoquímicas; granulometría, absorción de agua, absorción de aceite, actividad de agua y consistencia para tener un perfil descriptivo de las 4 sopas elaboradas.

I. INTRODUCCIÓN

El grano básico de mayor consumo en la dieta guatemalteca es el maíz. Éste se come principalmente en forma de tortillas. Su importancia radica en que la ingesta de maíz en la región centroamericana representa hasta 59% y 45% del consumo diario de calorías y proteínas respectivamente (Bressani, 1990). Es por ello que se quiso formular sopas para que fuesen de consumo diario en donde se incluyeran cereales como el maíz, vegetales y leguminosas que aporten un valor nutritivo importante en la dieta diaria, en lo que se puede mencionar, la arveja dulce, arveja china, haba tierna, ejote francés, piloy y soya.

<<La sopa ha sido el alimento para varias naciones. Ya desde tiempos muy remotos la sopa ha sido considerada como un plato que jamás debe faltar en la mesa de ningún hogar. La razón de esto es que la sopa es un plato altamente nutritivo y rendidor, características que lo hace muy apreciado en las familias numerosas. Es uno de los primeros alimentos que se comen al inicio de la vida y también es uno de los últimos en el extremo de la vida>> (Juttelstad, 1999).

Seguramente, la sopa surgió en tiempos muy primitivos como un medio que permitió ablandar la dura carne de algunos animales y que sin pasar por este proceso hubiese sido imposible consumir. Entonces, probar el caldo remanente fue sin duda irresistible, dando como origen a este peculiar plato. Más tarde se añadirían condimentos que le agregarían un sabor más apetecible. Durante el transcurrir de la historia se hacen repetidas menciones de este alimento.

Conociendo el alto grado de desnutrición en Guatemala surgió la idea de formular la sopa de alto valor nutritivo; este producto es una sopa deshidratada para su cocción posterior, las posibles limitaciones que se podrían presentar en el desarrollo de este estudio es que las características organolépticas del producto pudiesen verse afectadas por la deshidratación a la que se someterá.

Por medio de este estudio se ampliarán los conocimientos sobre el proceso de elaboración de sopas deshidratadas, variándose las proporciones de cada ingrediente y lograr así la combinación que posea mayor valor nutritivo.

II. ANTECEDENTES

A. Ingredientes para la elaboración de sopas deshidratadas

1. **Maíz.** El maíz tiene una importancia fundamental en la cultura de Guatemala ya que fue y sigue siendo un alimento básico para sus habitantes. El desarrollo de la tecnología sofisticada y una industria relacionada con el maíz ha creado diversos productos tales como bebidas fermentadas, mantequillas, jarabes alimenticios, harinas y se puede incluir sopas. La región centroamericana representa aproximadamente un mercado de 30 millones de habitantes los cuales utilizan el maíz para elaborar diferentes alimentos (Baldizón, 2000).

La población guatemalteca consume el maíz en forma de tortilla siendo mas alto el consumo en el área rural que en el área urbana. Las tortillas contribuyen de un 39 a un 65% de las calorías ingeridas diariamente y de un 27 a un 53% de la proteínas ingeridas especialmente en el área rural de los países de Centroamérica (Baldizón, 2000).

La harina de maíz es fina, seca, blanca o algo amarillenta. Esta harina al mezclarse con agua forma una masa que se usa para la preparación de tortillas, tamales, atoles y otras estructuras para comer (Bressani, 1990).

a. **Importancia nutricional.** La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas en todo el mundo es ampliamente reconocida, porque forma parte de la dieta en varios países, los cereales no se pueden considerar únicamente como una fuente de energía, ya que proveen cantidades muy significativas de proteína. Se conoce que los cereales tienen concentración baja de proteínas y que la calidad proteica está limitada por deficiencias en algunos aminoácidos esenciales como es el caso de la lisina y triptófano (Bressani, 1990). Ver cuadro 1.

2. **Arveja china.** La arveja china (*Pisum sativum* L) es uno de los cultivos más antiguos. Es nativa del Asia Occidental, del mar mediterráneo y de las montañas del Himalaya. La arveja fue llevada a China desde Persia cerca del año 400 a. C, y en América fueron llevadas desde tiempos coloniales (Lapedes, 1977).

La arveja china es una planta hortícola propia de clima templado fresco. En Guatemala se siembra en climas templados y fríos, con una temperatura ambiental de 7 a 24 °C. Se produce adecuadamente en alturas de 4600 a 7000 pies sobre el nivel del mar y se desarrolla bien en humedades relativas de 60 a 85% (Saravia, 1998).

Cuadro 1. Composición química del maíz

Composición química de maíz	
Componente	Cantidad (g/100g)
Humedad	10.6%
Energía	361 cal
Proteína	9.4 g
Grasa	4.3 g
Carbohidratos	74.4 g
Cenizas	1.3 g
Calcio	9 mg
Fósforo	290 mg
Hierro	2.5 mg
Tiamina	0.43 mg
Riboflavina	---
Niacina	1.9 mg
Vitamina C	--
Retinol Equiv.	--

(INCAP, 1996)

La época de cosecha de las arveja china es durante todo el año, pero presenta un incremento en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero (Hernández, 1990).

a. Importancia nutricional

Cuadro 2. Composición química de la arveja china.

Composición química de arveja china	
Componente	Cantidad (g/100g)
Humedad	88.0
Energía	42 kcal
Proteína	2.8g
Grasa	0.2g
Carbohidratos	7.6 g
Cenizas	0.6 g
Calcio	43mg
Fósforo	53 mg
Hierro	2.1 mg
Tiamina	0.15 mg
Riboflavina	0.08 mg
Niacina	0.60 mg
Vitamina C	60 mg
Retinol Equiv.	14 meq

(INCAP, 1996)

b. Preparación de arveja china para deshidratación. La preparación de las arvejas chinas para la deshidratación se deben escaldar por 10 minutos en agua y se deshidratan a 60°C hasta alcanzar entre un 10-12% de humedad. En la deshidratación se elimina el agua presente en la arveja china. Para ello se puede utilizar un deshidratador de bandejas con un flujo de aire a 70°C. En estudios anteriores se han necesitado tres horas y veinte minutos para lograr que la arveja tuviese consistencia de hojuela (Urizar, 1998).

Debido que la temperatura a la cual se deshidrata la arveja no es muy alta, 70°C y un flujo moderado de aire, permite que no se dañen otros componentes nutricionales como la proteína, al aplicar este proceso.

El tiempo de deshidratación podría reducirse significativamente pasando la arveja por rodos, a manera de romper la estructura aumentando el área superficial y la facilidad de remoción del agua (Urizar, 1998).

3. **Haba.** El nombre científico del haba es "Vicia faba", pertenece a la familia de las leguminosas. Su valor nutritivo depende si el haba es fresca o seca. Aporta hidratos de carbono, proteínas, fósforo, magnesio y hierro, siendo estos valores más altos en la haba seca que en la fresca. La legumbre seca es una de las de mayor contenido proteico, junto con garbanzos y lentejas, pudiendo superar al de la carne (de 19 a 25 g de cada 100 g), aunque cabe señalar que la calidad nutricional de esta proteína es inferior. Se trata de proteínas incompletas ya que son deficitarias en un aminoácido esencial denominado metionina. Este aminoácido se encuentra en buena proporción en los cereales y tubérculos, por ello, cuando coinciden ambos alimentos como ingrediente de un mismo plato (habas con maíz), aumenta la calidad de la proteína del plato. El aporte de hidratos de carbono oscila entre un 55 ó 60%, siendo normalmente el almidón el componente mayoritario. Además, destaca su elevado aporte de fibra (celulosa, hemicelulosa y pectina). El contenido en grasa (de tipo insaturado "grasa buena") de las habas es bajo (1-6%) (Watson 2001).

Se admite que es buena fuente de vitaminas del complejo B, en concreto de tiamina, niacina y folatos. En cuanto a los minerales, destacan el potasio, fósforo, magnesio y zinc; además de una cantidad apreciable de hierro, aunque se trata de hierro no hemo que se absorbe peor que la forma química del hierro de origen animal. Sin embargo, la vitamina C que contiene y la procedente de otros alimentos ingeridos en la misma comida (pimiento verde, tomate, cítricos&), aumenta la su asimilación.

El valor nutritivo varía ligeramente según el método de conservación aplicado. Así, las habas frescas tienen menor cantidad de hidratos de carbono, por tanto menos calorías. En conserva contienen más sodio debido a la sal añadida como conservante y las congeladas concentran mayor cantidad de vitamina C (Watson, 2001).

a. Ventajas de su consumo. Su importante aporte de fibra, procedente de la piel (hollejos) facilita la movilidad intestinal y evita la retención fecal en el organismo, aunque también favorece, junto a algunos oligosacáridos (rafinosa, estaquiosa) la flatulencia, al ser fermentados por la flora intestinal. Las legumbres tienen un índice glucémico bajo, lo que significa que después de ingerirlas aumenta poco el nivel de glucosa en sangre y gracias al elevado aporte de fibra el paso de la glucosa a sangre es lento, lo que tiene mucho interés para las personas diabéticas (Watson, 2001).

4. Soya. La soja es un alimento muy completo y nutritivo, constituye la legumbre seca de mayor valor energético. Su elevado contenido en proteínas, superior a la de la carne, hace de la soja una fuente proteica vegetal de gran interés dietético y nutricional. Igualmente, es también importante su contenido en fibra. En cuanto a la grasa, aunque se encuentra en una proporción bastante elevada, los ácidos grasos saturados y monoinsaturados son minoritarios en comparación con los ácidos grasos poliinsaturados que presenta. Además, es después del huevo, uno de los alimentos más ricos en lecitina, lo que facilita su aprovechamiento culinario. En comparación con el resto de legumbres, la soja aporta mayor cantidad de calcio, hierro, yodo, magnesio, potasio y fósforo, además de ácido fólico y otras vitaminas como B1, B2, B3 y B6 (Badui 1996).

a. Formas comerciales de la soya. A partir de esta oleaginosa se han elaborado diversos productos comerciales clasificados de acuerdo con su contenido de proteínas; las que contienen menos son las harinas (desgrasadas o enteras); le siguen los concentrados y finalmente, los aislados. Para fabricarlos es preciso romper el arreglo interno ordenado de las células del cotiledón para separar los diferentes constituyentes adecuadamente; cada uno de estos derivados tiene ciertas características y propiedades funcionales que pueden aprovecharse en la producción de otros alimentos más complejos y elaborados (Badui, 1996).

b. Harinas de soya. Las harinas son las formas menos refinadas de la soya; se pueden fabricar con toda su grasa o desgrasadas, ya sea como hojuelas, gránulos o polvo; contienen de 40 a 50% de proteínas y durante su manufacturas se deben someter a un calentamiento con vapor para inactivar la lipoxigenasa, los inhibidores de tripsina y otros factores antifisiológicos. Después de esto, el producto resultante tiene un mejor valor nutritivo, que se observa en que aumentan la relación de eficiencia proteínica. (Badui, 1996)

B. Los almidones de las sopas

Los almidones poseen la adaptabilidad significativa como componentes primarios de la sopa. La evidencia de esto se encuentra en los almidones, o la harina, que tiene una funcionalidad

similar. Estos almidones son, de mucha utilidad en las sopas porque mejoran la viscosidad. (Juttelstad, 1999)

Las legumbres secas han tenido siempre uso en sopas. Las habas puede ser una de ellas aparte de su alto valor nutritivo imparte buen aroma a la sopa. Una gran variedad de legumbres está disponible, y los consumidores continúan buscando legumbres inusuales. Las habas actúan como agente de espesamiento (Juttelstad, 1999).

C. Sopas cremosas

Las sopas a base de leche tales tienen algunas consideraciones especializadas. El almidón modificado en un sistema a base de leche puede ayudar a la coagulación de la proteína de la leche, produciendo partículas más pequeñas y ayudando impartir un carácter más liso. (Juttelstad, 1999)

La proteína en la leche desnaturaliza con el uso del calor, y contribuyen a dar viscosidad a la sopa dependiendo del tiempo, la temperatura y los parámetros que se mezclan. La caseína y la proteína de la leche ayudan a emulsionar y agregar características cremosas a las sopas. Las sopas a base de leche pueden sufrir la reacción de maillard, que puede oscurecer el producto debido a la reducción de azúcares que ocurre naturalmente. Los aislantes de la soya se pueden agregar para blanquear, al igual que el dióxido de titanio (Juttelstad, 1999).

Las proteínas de leche de alto grado de calcio también imparten un efecto de blanqueamiento, además de contribuir con un valor nutritivo. Los fosfatos también se utilizan en sopas a base de leche para ayudar a estabilidad. Los fosfatos guardan las proteínas de la precipitación, dando por resultado menos sinéresis. Los fosfatos ayudan a ajustar el pH de sopas, alineando con las proteínas y haciéndolas más funcionales. Los más utilizados son el fosfato disódico, pero también se utilizan el mono y trisódico (Juttelstad, 1999).

D. Tipos de sopas existentes en Guatemala

En la actualidad existen tres marcas que se comercializan en Guatemala con una amplia variedad de sabores. Únicamente una marca hecha en El Salvador posee una *sopa de Tortilla* que tiene como ingredientes: Harina de maíz, tomate en polvo, azúcar, almidón de maíz, sal yodada y fluorada, saborizantes (contiene suero de leche, huevo, maltodextrina y extracto de levadura), acentuadores de sabor (glutamato monosódico e inosinato-guanilato de sodio), grasa animal (contiene BHA como antioxidante), aceite vegetal (palma, soya contiene TBHQ como

antioxidante), cebolla en polvo, proteína vegetal hidrolizada, ajo en polvo, apio en polvo, paprika, perejil deshidratado, chile picante.

A continuaci3n se presenta una descripci3n de las marcas con sus respectivas variedades de sopas. Los precios obtenidos fueron corresponden al mes de abril de 2007.

Cuadro 3. Tipos de sopa marca Maggi.

MAGGI				
Tipos de sopas	Precio	Peso	Tiempo de cocci3n	Rendimiento
Sopa criolla de gallina con caracolitos	Q 1.95	60g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa criolla de gallina con arroz	Q 1.95	60g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa criolla de costilla	Q 1.95	60g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa criolla de gallina con fideo	Q 1.95	60g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa crecimiento con br3coli	Q 3.65	90g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa crecimiento pollo con fideo.	Q 3.65	90g	7 min	4 tazas (5 platos)
Crema de marisco	Q 3.65	80g	7 min	4 tazas (5 platos)
Crema de minestrone	Q 3.65	78g	7 min	4 tazas (5 platos)
Crema de cebolla	Q 3.65	70g	7 min	4 tazas (5 platos)
Crema de pollo	Q 3.65	64g	7 min	4 tazas (5 platos)
Crema de tomate	Q 3.65	76g	7 min	4 tazas (5 platos)
Crema de hongos	Q 3.65	65g	7min	4 tazas (5 platos)
Crema de de esparragos	Q 3.65	66g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa de cola de res	Q 3.65	60g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa de papa con vegetales	Q 3.65	60g	7 min	4 tazas (5 platos)

Continuación Cuadro 3.				
Tipos de sopas	Precio	Peso	Tiempo de cocción	Rendimiento
Sopa de pollo con arroz	Q 1.95	60g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa de pollo con carne	Q 1.95	60g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa de pollo con fideos	Q 1.95	60g	7 min	4 tazas (5 platos)
Sopa de pollo con caracolito	Q 1.95	60g	7 min	4 tazas (5 platos)

Cuadro 4. Tipos de sopas marca Knorr.

KNORR				
TIPOS DE SOPAS	PRECIO	PESO	TIEMPO DE COCCIÓN	RENDIMIENTO
Sopa de gallina con arroz y chipilín	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de gallina con conchita	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de costilla de res criolla	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de gallina criolla	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Crema de hongos	Q 3.55	66g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Crema de espárragos	Q 3.55	65g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de verduras	Q 3.65	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de tortilla	Q 3.65	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de cola de res	Q3.65	76g	5min	4 tazas (4-6 platos)

Cuadro 5. Tipos de Sopas marca Malher.

MALHER				
TIPOS DE SOPAS	PRECIO	PESO	TIEMPO DE COCCIÓN	RENDIMIENTO
Sopa de pollo con fideo	Q 1.75	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de pollo con conchitas	Q 1.75	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de cola de res	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de pollo con estrellitas	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de pollo con caracolutos	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de pollo con letras	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de pollo con arroz	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Sopa de minestrone	Q 1.95	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Crema de pollo	Q 3.45	60g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Crema de tomate	Q 3.45	76g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Crema de espárragos	Q 3.45	66g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Crema de mariscos	Q 3.45	66g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Crema de cebolla	Q 3.45	66g	5min	4 tazas (4-6 platos)
Crema de hongos	Q 3.45	66g	5min	4 tazas (4-6 platos)

E. Acentuadores de sabor en sopas

El sabor de los alimentos puede ser mejorado con la adición de ingredientes naturales denominados resaltadores del sabor, los cuales se definen como <<sustancias que a las concentraciones que se utilizan normalmente en los alimentos, no aportan un sabor propio, sino que intensifican o resaltan el sabor de los otros componentes presentes>>. Los resaltadores del sabor más usados son: la sal de mesa, el glutamato monosódico (GMS) y los 5'-ribonucleótidos como son la inosina 5'-monofosfato (IMF) y la

guanósina 5'-monofosfato (GMF) o sus sales. Dichos ribonucleótidos se encuentran naturalmente en muchos alimentos, la carne de cerdo, pollo y pescado contienen IMF, mientras que en los moluscos, crustáceos y algunos vegetales está presente el adenosinmonofosfato (AMP), el cual es un precursor para la formación de IMF. El uso de los resaltadores del sabor es más efectivo en alimentos proteínicos y vegetales con pH entre 5,5 y 8,0, siendo altamente efectivo en productos lácteos, carnes, aves, pescados y otros alimentos marinos (Vaclavik V. 1998).

El gusto Umami, también llamado el quinto gusto ya que difiere de los cuatro gustos clásicos: dulce, ácido, salado y amargo, se encuentra involucrado en la actividad potenciadora del sabor por parte de los resaltadores. Se sugiere la participación de un sitio receptor para dichas sustancias o posiblemente una ocupación conjunta de los sitios receptores que participan en la percepción de los cuatro gustos básicos. Según Nagodawithana el GMF y el IMF tienen la habilidad de incrementar la afinidad del sitio receptor del GMS, y se produce un efecto sinérgico que permite utilizar menor cantidad de ellos para obtener el mismo efecto potenciador del sabor. Además, se ha observado que la presencia de 1,2% de cloruro de sodio en combinaciones de GMS-GMF (1:1) acentúan el efecto sinérgico. Estudios con paneles sensoriales indican que el óptimo efecto potenciador del sabor se logra usando GMS en concentraciones que van entre 0,2-0,8% (p/p), pero cuando se usan mezclas de GMF-IMF solo se requiere entre 0,02-0,04% (p/p) de GMS para obtener el mismo efecto. En ciertos alimentos procesados, el empleo de 0,9g de una mezcla de GMS e IMF (50:50) permite reducir el uso de GMS en un 170%, con una consecuente reducción de costo entre un 25 y 30%. Se debe considerar que siempre esa cantidad va a ser dependiente del tipo de alimento, el resaltador elegido para el propósito y la aplicación (Vaclavik V. 1998).

Los resaltadores del sabor son sustancias generalmente reconocidas como seguras (GRAS) y aprobadas por la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) de los Estados Unidos como aditivos alimentarios seguros, sin requisito de IDP (ingesta diaria permitida). (Vaclavik V. 1998).

F. Deshidratación de alimentos

En general, el secado de sólidos consiste en separar cierta cantidad de agua de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido hasta un valor aceptablemente bajo. El secado es habitualmente la etapa final de una serie de operaciones y con frecuencia el producto se extrae de un secador para poseer propiedades muy diferentes (McCabe y Smith, 1987).

La deshidratación es un importante método de preservación de alimentos, así como su aumento de estabilidad y vida de anaquel, resultan en disminuciones importantes de los costos de almacenamiento y distribución (Toledo, 1991).

Los alimentos deshidratados, hasta cierto grado de humedad, son preservados debido a que la actividad de agua se lleva hasta un nivel en el que la actividad microbiológica no puede ocurrir, y en el que la velocidad de las reacciones de deterioro químico y bioquímico se reducen a un mínimo. (Toledo, 1991).

A medida que se vayan desarrollando técnicas de secado que produzcan alimentos convenientes y de buena calidad, se producirán comercialmente mas variedades de productos deshidratados. En el presente, entre los principales grupos de alimentos que se deshidratan, se puede mencionar las bebidas instantáneas en polvo, las mezclas para sopas, diversas especies y otros productos que se utilizan en procesamientos posteriores (Toledo, 1991).

1. Tamaño del producto. Al disminuir el tamaño del alimento a secar, aumenta la superficie, e incrementa el agua superficial; el camino que recorre el agua durante el recorre el agua durante el periodo de velocidad decreciente es menor, por lo tanto decae menos la velocidad (Schwartz,1998).

2. Naturaleza del producto. La naturaleza individual formada por su composición química y su estructura física es el factor más importante entre los puntos a considerar para medir la velocidad del secado. Los materiales con un contenido mayor de humedad requieren periodos de secado mayores a aquellos que tienen un contenido de humedad menor. A mayor contenido de azúcares el secado es mas lento, pues es higroscópico (Schwartz, 1998).

La velocidad de secado también se ve afectada por las diferencias en la estructura del material, por ejemplo: materiales blanqueados se secan mas rápido que los no blanqueados, una explicación probable es que el blanqueado modifica los tejidos y convierte las células de las membranas de tal forma que se hace mas permeables al agua (Pinto,1994).

El arreglo de los productos en las bandejas de secado debe ser tan cuidadosa que el área expuesta sea la máxima posible, si el número de capas de producto superpuesta en las bandejas es menor, aumenta la superficie de evaporación (Pinto, 1994).

3. Cambios que ocurren en el producto

- a. Encogimiento. Los tejidos celulares (animal o vegetal), en su estado vivo o fresco presentan turgencia, es decir cuando una célula está distendida por su contenido líquido, lo que otorga una estructura rígida, se pierde o colapsa cuando se elimina el agua (Pinto, 1994).
- b. Endurecimiento superficial. Sucede cuando hay una temperatura muy alta en la superficie y la pieza se seca de manera desigual; la piel queda seca y dura antes de que la mayor parte de la humedad del interior escape hacia la superficie. El endurecimiento de la cubierta es frecuente en alimentos que contienen azúcares disueltos y otros solutos concentrados (Pinto, 1994).
- c. Pardeamiento. Está asociado a un sobrecalentamiento y es un serio defecto de calidad. Este fenómeno, es especialmente en frutas o verduras de color claro, se puede evitar al exponerlas a los gases de azufre quemando (SO_2) o sumergir el producto en soluciones de HSO_3^- o $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ antes del secado (Pinto, 1994).
- d. Rehidratación. Por el encogimiento y distorsión de las células y otros factores químicos y bioquímicos, se pierde la capacidad de rehidratación (Pinto, 1994).
- e. Pérdida de aroma. Junto con la eliminación del agua se pierden componentes del sabor y aroma (Pinto, 1994).

G. Necesidades nutricionales de proteínas

Las proteínas son los materiales que desempeñan un mayor número de funciones en las células de todos los seres vivos. Por un lado, forman parte de la estructura básica de los tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, etc.) y, por otro, desempeñan funciones metabólicas y reguladoras (asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, inactivación de materiales tóxicos o peligrosos, etc.) (Badui, 1996).

El organismo humano puede transformar unos aminoácidos en otros de una forma limitada. No puede fabricar ocho de los aminoácidos que forman parte de sus proteínas, y en consecuencia debe tomarlos a partir de la dieta. Estos aminoácidos se llaman aminoácidos esenciales, y son:

ISOLEUCINA
LEUCINA
LISINA
METIONINA
FENILALANINA
TREONINA
TRIPTOFANO
VALINA

(Badui, 1996)

H. Balance de nitrógeno

El componente máspreciado de las proteínas es el nitrógeno que contienen. Con él, podemos reponer las pérdidas obligadas que sufrimos a través de las heces y la orina. A la relación entre el nitrógeno proteico que ingerimos y el que perdemos se le llama balance nitrogenado. Debemos ingerir al menos la misma cantidad de nitrógeno que la que perdemos. Cuando el balance es negativo perdemos proteínas y podemos tener problemas de salud. Durante el crecimiento o la gestación, el balance debe ser siempre positivo (Badui, 1996).

I. Suplementación de proteínas

Cuando se combinan en una misma comida proteínas que compensen sus deficiencias en aminoácidos esenciales (una proteína deficiente en lisina, pero con exceso de metionina, con una deficiente en metionina, pero con exceso de lisina) el resultado es una proteína de buena calidad nutricional. A esto se le llama "suplementación" de proteínas (Badui,1996).

J. ¿Proteínas de origen animal o vegetal?

Puesto que sólo asimilamos aminoácidos y no proteínas completas, el organismo no puede distinguir si estos aminoácidos provienen de proteínas de origen animal o vegetal. Comparando ambos tipos de proteínas podemos señalar : (Badui, 1996)

Las proteínas de origen animal son moléculas mucho más grandes y complejas, por lo que contienen mayor cantidad y diversidad de aminoácidos. En general, su valor biológico es mayor que las de origen vegetal. Como contrapartida son más difíciles de digerir, puesto que hay mayor

número de enlaces entre aminoácidos por romper. Combinando adecuadamente las proteínas vegetales (legumbres con cereales o lácteos con cereales) se puede obtener un conjunto de aminoácidos equilibrado. Por ejemplo, las proteínas del arroz contienen todos los aminoácidos esenciales, pero son escasas en lisina. Si las combinamos con lentejas o garbanzos, abundantes en lisina, la calidad biológica y aporte proteico resultante es mayor que el de la mayoría de los productos de origen animal (Badui, 1996).

Al tomar proteínas animales a partir de carnes, aves o pescados ingerimos también todos los desechos del metabolismo celular presentes en esos tejidos. Estos compuestos actúan como tóxicos en nuestro organismo. El metabolismo de los vegetales es distinto y no están presentes estos derivados nitrogenados. Los tóxicos de la carne se pueden evitar consumiendo las proteínas de origen animal a partir de huevos, leche y sus derivados. En cualquier caso, siempre serán preferibles los huevos y los lácteos a las carnes, pescados y aves (Badui 1996).

II. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, en Guatemala existe un alto porcentaje de desnutrición a pesar que es un país en donde existe diversidad de productos que se cultivan con alto valor nutritivo. En la actualidad se han creado varios suplementos nutricionales como atoles.

La ciencia y la tecnología de alimentos está orientada a la producción de alimentos nuevos y funcionales, es por ello que se desea crear una sopa deshidratada con alto valor nutritivo y que sus propiedades organolépticas sean aceptables al consumidor. Para formular dicha sopa es necesario conocer las propiedades químicas y nutricionales de cada ingrediente para lograr una proporción y combinación perfecta.

Si se observa que la desnutrición en Guatemala aún existe, es necesario desarrollar productos alimenticios que cubran las necesidades de este grupo de población. En la actualidad existe una variedad de sopas pero no con alto valor nutritivo por ello surgió la idea de crear una que cumpliera con los requerimientos nutricionales de la población.

Debido a que es un alimento deshidratado lo que se busca es que éste alimento esté disponible todo el año y no de forma estacional, con lo que se reducen las pérdidas post cosecha. Así también facilitar el transporte a cualquier población de Guatemala para que la nutrición llegue a todos.

III. OBJETIVOS

A. Objetivos generales

1. Desarrollar una sopa deshidratada de alto valor nutritivo hecho a base de ingredientes cultivados en Guatemala.

B. Objetivos específicos

1. Formular a través de la combinación de cereales y leguminosas una sopa nutritiva.
2. Evaluar las propiedades físicas (sabor, consistencia, granulometría, absorción de agua y aceite) químicas (humedad, cenizas, proteína, grasa, carbohidratos y fibra dietética) y biológicas.
3. Determinar la aceptación sensorial de la sopa deshidratada.

IV. HIPÓTESIS

Se puede desarrollar una sopa deshidratada con alto valor nutritivo a partir de ingrediente cultivados en Guatemala y que mantenga las características físicas y organolépticas similares a las de las sopas existentes.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

Se formuló cuatro sopas que llevan una base de maíz, piloy, soya, ajonjolí en las que únicamente se fue variando las legumbres como lo son la arveja china, arveja dulce, haba tierna y ejote francés. Se realizó una suplementación de aminoácidos porque se combinaron cereales y legumbres para obtener una proteína de buena calidad nutricional es decir que se complementen en la metionina y la lisina. La calidad, en general, puede establecerse por la determinación de la humedad, ceniza, proteínas, grasa, carbohidratos y fibra cruda.

Primera formulación:

Esta formulación tiene la base antes mencionada, más arveja china. Que posteriormente se designa el código de 124.

Maíz	50%
Piloy	15%
Soya	5%
Ajonjolí	10%
Arveja china	20%
Grasa animal	9%
Glutamato monosódico	11%
Sal	1.5%

Segunda formulación:

Esta formulación tiene la base antes mencionada, más arveja dulce. Que posteriormente se designa el código 234.

Maíz	50%
Piloy	15%
Soya	5%
Ajonjolí	10%
Arveja dulce	20%
Grasa animal	9%
Glutamato Monosódico	11%
Sal	1.5%

Tercera formulación:

Esta formulación tiene la base antes mencionada, más haba tierna. Que posteriormente se designa el código 312.

Maíz	50%
Piloy	15%
Soya	5%
Ajonjolí	10%
Haba Tierna	20%

Grasa Animal	9%
Glutamato Monosódico	11%
Sal	1.5%

Cuarta formulación:

Esta formulación tiene la base antes mencionada, más ejote francés. Que posteriormente se designa el código 421.

Maíz	50%
Piloy	15%
Soya	5%
Ajonjolí	10%
Ejote francés	20%
Grasa animal	9%
Glutamato monosódico	11%
Sal	1.5%

B. Métodos

1. Proceso de elaboración de sopas utilizado

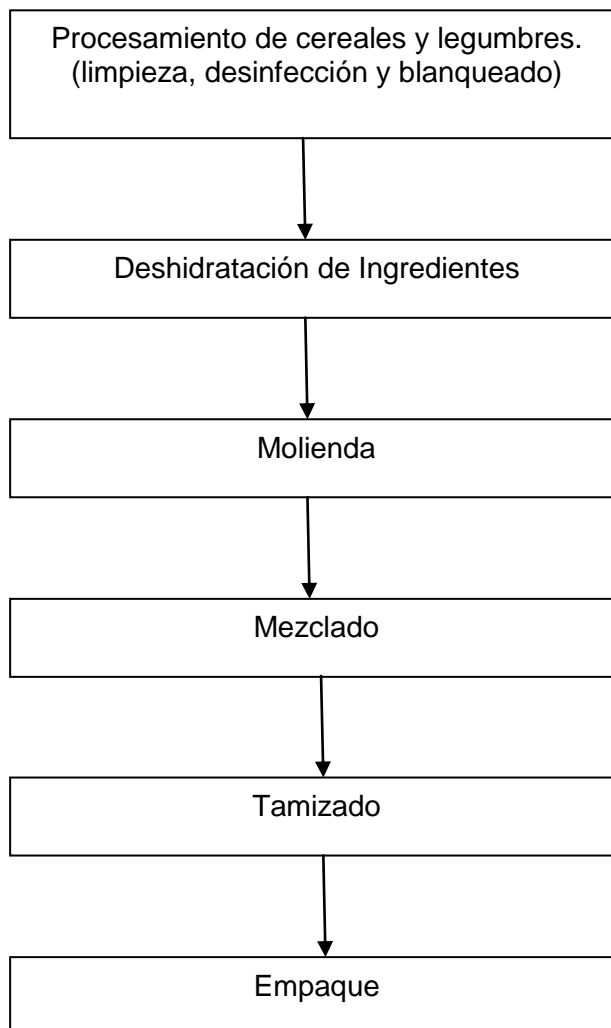
- a. Elaboración de harina para sopas: Se siguió un procedimiento típico en la elaboración de harinas deshidratadas seguido por los siguientes pasos:
 - Limpieza de vegetales
 - Blanqueo de los vegetales por medio de la prueba de la peroxidasa o cocción de algunas legumbres.
 - Deshidratación de los vegetales en un deshidratador por convección controlando tiempo y temperatura.
 - Molienda de los vegetales.
 - Mezclado de los vegetales.
 - Empaque del producto.

- b. Elaboración de sopa. Para la elaboración de la sopa líquida, fue necesario seguir los siguientes pasos:
 - Utilización de 70 gramos de sopa deshidratada.
 - Adición de 1 litro de agua
 - Cocción por 7 minutos a fuego lento.
 - Se recomienda agregar cilantro, cebolla, tomate y ajo.

Como primer paso se agregó un poco de margarina se sofrió la cebolla, ajo y tomate. Luego se disolvió la sopa en un litro de agua y se esperó hasta que hirviera y se dejó 7

minutos para terminar la cocción, siempre debe de tener movimientos constantes para evitar que la misma se adhiera al recipiente. Finalmente se agrega cilantro para brindar sabor y aroma a la misma.

2. Diagrama de flujo



Las evaluaciones físicas, químicas, fisicoquímicas, sensoriales y biológicas, se realizaron con las cuatro formulaciones, para determinar cuál era la formulación que mejores características tanto nutricionales como de aceptabilidad poseía.

3. **Métodos físicos.** La evaluación física de las sopas fue la granulometría que influye en la consistencia del producto final. Así también se midió densidad, utilizando una probeta y balanza.

4. **Métodos fisicoquímicos.** Dentro de los métodos fisicoquímicos que se realizaron están absorción de agua y aceite, actividad de agua y consistencia. Los materiales utilizados para realizar estas pruebas fueron: consistómetro, medidor de actividad de agua, centrifuga, agua, aceite y reloj.

5. Métodos químicos

- Método oficial de la AOAC para determinación de porcentaje de humedad en harinas (No. 14.004, horno de aire).
- Método oficial de la AOAC para determinación de porcentaje de cenizas en harinas (No. 14.006, método directo).
- Método oficial de la AOAC para la determinación de porcentaje de grasa en harinas (No. 14.018, extracto etéreo).
- Método oficial de la AOAC para la determinación de porcentaje de proteína en harinas (No. 14.026 Kjeldahl).
- Método oficial de la AOAC para determinación de porcentaje de fibra dietética total para harinas (Sigma-Aldrich basado en AOAC No. 45.4.07, 16 edición).
- Método de determinación del porcentaje de carbohidratos totales (Método por diferencia).

6. Evaluación sensorial

a. Materiales para las pruebas.

- Vasos de Duroport
- Servilletas
- Cucharitas
- Formulario de evaluación
- Lápices.

b. **Prueba de aceptación.** Esta prueba se llevó a cabo en el Altiplano y en el campus de la UVG para que las personas escogieran dentro de las cuatro formulaciones la que mejor características sensoriales tuviera. Se utilizó una escala hedónica de dos niveles únicamente.

c. Prueba descriptiva. Esta prueba se realizó en el campus de la UVG para tener un perfil descriptivo de las cuatro formulaciones, en ella debían evaluar aroma, olor, a maíz, color, fluidez, sabor, sabor a maíz, salado, textura y aceptabilidad con una escala de 1 a 10 y luego se desarrolló una grafica de araña para visualizar cada perfil.

7. Estudio Biológico. El estudio con ratas se hizo para determinar la calidad nutricional de las cuatro sopas. Esta se determinó por medio de la ganancia de peso PER y la digestibilidad de la proteína.

Se dividieron en 5 grupos de 8 ratas cada uno (mitad machos y mitad hembras), 4 fueron de las 4 formulaciones de sopas y uno fue de caseína como control. Se monitoreó durante 4 semanas, obteniendo ganancia de peso. Se les dieron 100 gramos iniciales de alimento y también se monitoreó el porcentaje de residuos que dejaban, cada semana se tenía que ir incrementando la cantidad de alimento.

a. Método para determinar el PER y digestibilidad:

- Animales: Se usaron ratas machos y hembras recién destetados de una sola cepa, de 20 a 23 días de edad, a razón de ocho para cada dieta de la raza Wistar.
- Duración del ensayo: 4 semanas.
- Jaulas: se usaron jaulas individuales provistas de comederos que redujeran al mínimo el derrame de alimentos así también agua.
- Aleatorización: Se usó un diseño de bloques al azar en el que los bloques representaban variaciones en peso inicial. Se distribuyeron las ratas al azar en cada bloque, por dieta y jaula.
- Registros: se llevó un registro semanal del alimento consumido y el peso corporal.
- Al final de las cuatro semanas se calculó la digestibilidad y el PER.

VI. RESULTADOS

A. Análisis físico

Cuadro 6. Prueba de granulometría realizada a las cuatros formulaciones de sopa y a la sopa comercial.

# Mesh	% Sopa comercial	% Sopa arveja china	% Sopa arveja dulce	% Sopa haba tierna	% Sopa ejote francés
20	2	4.3	4.4	1.75	1.2
30	3.1	2.15	2.3	3.85	4.65
45	4	14.4	14.66	16.55	7.55
60	14.6	10.8	12.95	10.5	14.8
80	71	59.95	60.15	62.65	66.75
100	3.8	4.9	4.05	3.75	3.4
Residuo	1.5	3.5	1.51	0.95	1.65

Cuadro 7. Densidad de las cuatros formulaciones de sopa y de la sopa comercial.

Fórmula	Promedio densidad (g/ml)	Desviación
Fórmula 1: arveja china	0.4946	0.0053
Fórmula 2: arveja dulce	0.5527	0.0079
Fórmula 3: haba tierna	0.5709	0.0124
Fórmula 4: ejote francés	0.5341	0.0012
Sopa comercial	0.6629	0.0158

B. Análisis fisicoquímico

Cuadro 8. Absorción de agua en las sopas formuladas y en la sopa comercial.

Fórmula	Absorción de agua (ml agua/ gr proteína)	Desviación
Fórmula 1: arveja china	3.3007	0.764
Fórmula 2: arveja dulce	2.7877	0.0017
Fórmula 3: haba tierna	2.8567	0.0846
Fórmula 4: ejote francés	3.5566	0.0128
Sopa comercial	1.6941	0.0064

Cuadro 9. Absorción de aceite en las sopas formuladas y en la sopa comercial.

Fórmula	Promedio de absorción de aceite (ml aceite/ gr proteína)	Desviación
Fórmula 1: arveja china	1.6124	0.1266
Fórmula 2: arveja dulce	1.6634	0.798
Fórmula 3: haba tierna	1.4760	0.0311
Fórmula 4: ejote francés	1.8497	0.1335
Sopa comercial	1.5423	0.1244

Cuadro 10. Actividad de agua(Aw) en las sopas formuladas y en la sopa comercial.

Fórmula	Promedio actividad de agua	Desviación
Fórmula 1: arveja china	0.394	0.0005
Fórmula 2: arveja dulce	0.397	0.0001
Fórmula 3: haba tierna	0.430	0.0010
Fórmula 4: ejote francés	0.352	0.0005
Sopa Comercial	0.304	0.0055

Cuadro 11. Consistencia en las sopas formuladas y en la sopa comercial.

Fórmula	Velocidad (cm/s)	Desviación
Fórmula 1: arveja china	0.4433	0.0101
Fórmula 2: arveja dulce	0.4556	0.0111
Fórmula 3: haba tierna	0.3750	0.0083
Fórmula 4: ejote francés	0.5174	0.0064
Sopa comercial	0.6054	0.0129

C. Análisis químico

Cuadro 12. Análisis químico en sopas.

Componente	Fórmula 1 arveja china	Fórmula 2 arveja dulce	Fórmula 3 haba tierna	Formula 4 ejote francés	Sopa comercial
Carbohidratos %	62.06	61.92	62.19	62.36	60.41
Desviación	0.5151	0.3629	0.9750	0.1138	0.3342
Proteína %	17.46	17.78	18.24	17.40	14.78
Desviación	0.3032	0.0553	0.2756	0.2293	0.1187
Grasa %	8.44	8.94	8.68	8.42	5.15
Desviación	0.3140	0.4840	0.5182	0.4184	0.1182
Humedad %	9.43	8.85	8.31	8.61	6.48
Desviación	0.4737	0.0938	0.1310	0.0556	0.1188
Cenizas %	2.60	2.51	2.59	3.21	13.18
Desviación	0.0244	0.0292	0.0500	0.0227	0.2134
Fibra Dietética %	11.81	10.16	10.28	11.63	0
Desviación	0.2490	0.2638	0.0613	0.0925	0

D. Evaluación sensorial

Cuadro 13. Prueba de aceptación de sopas realizado en el Altiplano (Sólola), a mujeres entre 20 a 45 años de edad..

Características a evaluar en la boleta.	Fórmula 1 Arveja china		Fórmula 2 arveja dulce		Fórmula 3 haba tierna		Fórmula 4 ejote francés	
	No. personas	%	No. Personas	%	No. personas	%	No. personas	%
Le gusta el sabor	10	50	14	70	12	60	5	25
Le gustas el olor	14	70	17	85	12	60	9	45
Le gusta el color	14	70	14	70	9	45	11	55
Le gusta el espesor	14	70	13	65	14	70	15	75

Las graficas se muestran en el Anexo No. 4

Cuadro 14. Prueba de aceptación de sopas en el campus UVG a los conserjes entre 30 a 54 años de edad.

Características a evaluar en la boleta	Fórmula 1 Arveja china		Fórmula 2 arveja dulce		Fórmula 3 haba tierna		Fórmula 4 ejote francés	
	No. personas	%	No. personas	%	No. personas	%	No. personas	%
Le gusta el sabor	7	44	12	75	11	69	2	13
Le gustan el olor	10	63	12	75	11	69	3	19
Le gusta el color	10	63	12	75	11	69	8	50
Le gusta el espesor	12	75	12	75	13	81	7	44

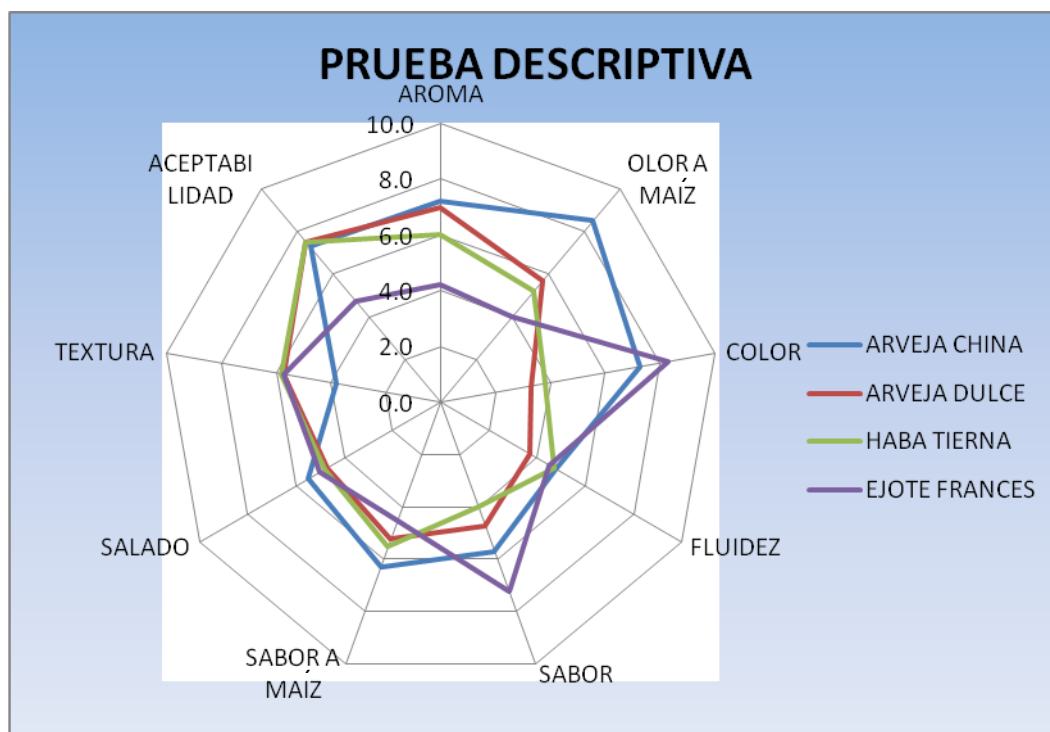
Cuadro 15. Prueba de preferencia de sopas en el altiplano y UVG.

Muestra	Altiplano		Campus UVG	
	No. Personas que prefirieron	% Preferencia	No. Personas que prefirieron	% preferencia
Fórmula 1: arveja china	1	5	3	19
Fórmula 2: arveja dulce	10	50	5	31
Fórmula 3: haba tierna	4	20	7	44
Fórmula 4: ejote francés	3	15	1	6
Ninguna fórmula	2	10		----
Total	20	100	16	100

Cuadro 16. Prueba descriptiva de las sopas.

Características a evaluar	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4
Aroma	7.2	7	6	4.2
Olor a maíz	8.5	5.7	5.2	4
Color	7.3	3.3	3.8	8.3
Fluidez	4.8	3.7	4.7	4.5
Sabor	5.7	4.7	4	7.2
Sabor a maíz	6.3	5.2	5.5	4.5
Salado	5.5	4.7	4.8	5
Textura	3.8	5.7	5.8	5.7
Aceptabilidad	7.3	7.5	7.5	4.7

Figura 1. Prueba descriptiva de las sopas.



E. Análisis biológico

Cuadro 17. Digestibilidad aparente y PER en análisis biológico de las sopas realizado con ratas de la raza wistar.

Dieta	Digestibilidad aparente	Desviación	PER	Desviación
Fórmula 1: arveja china	81.28	3.69	1.99	0.13
Fórmula 2: arveja dulce	82.20	3.08	2.62	0.12
Fórmula 3: haba tierna	85.35	1.80	2.23	0.14
Fórmula 4: ejote francés	78.86	1.31	2.39	0.20
Fórmula 5 caseína	93.49	1.22	2.85	0.14

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo principal de este estudio fue el desarrollo de cuatro sopas deshidratadas de alto valor nutritivo hecho a base de ingredientes cultivados en Guatemala, para ello fue necesario formular a través de combinación de cereales y leguminosas para obtener una proteína de buena calidad. Para la evaluación del producto final se realizó un análisis físico, fisicoquímico, químico, sensorial, y biológico.

Para realizar la formulación fue necesario el análisis químico de la materia prima de la cual se utilizó piloy, maíz, ajonjolí, arveja china, haba tierna, arveja dulce y ejote francés y con ello se calculó el porcentaje de proteína deseado en las sopas como producto final con lo cual se llegó a la formulación presentada en la sección de materiales y métodos.

A continuación se discutirá cada una de las formulaciones haciendo mención únicamente del ingrediente que las diferenciaba. En los análisis físicos se inició con la granulometría la cual es un análisis que se realiza para determinar la proporción en tamaño de grano ya que esto influye en la textura del producto final así también para ver el grado de homogenización de la mezcla, para ello se determinó en las cuatro sopas y en una sopa comercial para tener ésta última como parámetro en donde se observó según el Cuadro No. 6 que las 4 sopas elaboradas presentaron más o menos la misma proporción en cada mesh y eso era de esperarse porque se utilizó el mismo molino y el mismo ciclón, por lo que se obtuvo similar granulometría. En la sopa comercial la mayor proporción estuvo concentrada en el mesh 60 y 80 y luego existieron residuos en los otros mesh por lo que se confirma que la sopa comercial tiene una granulometría más fina que se ve en los resultados posteriores.

Se determinó la densidad para tener un parámetro del peso que ocupa un determinado volumen de producto para fines de empaque del mismo y se determinó que las sopas elaboradas presentaron una densidad muy parecida siendo mayor la de haba tierna. En relación con la sopa comercial, ésta fue mayor lo que indica que debido a que la granulometría es más fina hay mejor acomodo por lo tanto hay más peso por unidad de volumen.

Dentro de los análisis fisicoquímicos se realizó la absorción de agua la cual es un parámetro de calidad de las harinas en este caso las formulaciones de sopas para determinar cuántos ml de agua son absorbidos por gramos de proteína y los resultados que se presentan en el Cuadro No.8 indican que la que más agua absorbió es la fórmula de ejote francés. En el caso del tamaño de partícula se ha comprobado que cuanto mayor sea éste, más capacidad de absorción

de agua tiene, es por ello que las sopas elaboradas presentaron mayor absorción de agua que la comercial por el tamaño del gránulo.

Se hizo el análisis de absorción de aceite el cual se llevó a cabo para tener un esquema de las propiedades fisicoquímicas de las sopas elaboradas. Éstas se expresaron en ml de aceite por gramo de proteína y la que mayor absorción tuvo fue la fórmula de ejote francés. Este análisis es muy parecido al de absorción de agua porque depende al tamaño del granulo así será la cantidad de aceite que absorba.

La actividad de agua A_w representa el grado de interacción del agua con los demás constituyentes como proteínas, grasa, hidratos de carbono e indica la porción de agua disponible en el producto para que se lleven a cabo reacciones como crecimiento microbiano, transformaciones hidrolíticas, químicas y enzimáticas. Lo que se buscaba en las formulaciones elaboradas era una baja actividad de agua para tener una vida de anaquel prolongada, según los resultados indicado en el Cuadro No. 10 la que mayor actividad de agua presentó fue la del haba tierna con 0.430 y la de la sopa comercial estaba en 0.304. Con los resultados obtenidos se puede clasificar a las sopas elaboradas en una zona de bajo riesgo en que ocurran reacciones de descomposición debido a la baja actividad de agua presente.

El análisis de consistencia en la sopas se llevó a cabo para determinar en cuánto tiempo desplazaban una unidad de distancia, según el Cuadro No. 11 se puede ver que la fórmula de haba tierna fue la que menor distancia desplazó por unidad de tiempo y esto se debe a que estaba más espesa y las otras tres formulaciones presentaron un desplazamiento similar aunque siempre entre 0.45 cm/s, por el contrario la sopa comercial fue la que mayor distancia por unidad de tiempo desplazó y esto se debe también a que la granulometría es más fina, por lo tanto, la consistencia queda más uniforme por lo que el desplazamiento es más rápido.

En el análisis proximal se determinó que las fórmulas de arveja dulce y haba tierna fueron las que mayor cantidad de proteína (17.78%, 18.24%) y grasa (8.94% 8.68%) tenían como se puede ver en el cuadro No.11, en relación con la sopa comercial que tenía un 14.78% de proteína y un 5.15% de grasa. Según la Norma Coganor NGO 34 161 "Sopas y Cremas Deshidratadas. Especificaciones" la cantidad de proteína y grasa mínima es 16% y 10% respectivamente, por lo que las fórmulas elaboradas están dentro del parámetro de proteína aún teniendo mayor porcentaje, pero en el % de grasa se puede ver que en promedio las formulaciones elaboradas tienen un 8.5% aunque no es el límite establecido por Coganor, pero es mucho mayor que las sopas comerciales. En lo que respecta al análisis de calidad de la proteína realizado con un grupo de ratas, se determinó que el producto que mayor calidad proteica presentaba era la fórmula de arveja dulce seguida por ejote francés, pero éste tenía una desviación mayor por lo que puede haber más margen de error, seguida por poca diferencia por

la fórmula de haba tierna por lo que coinciden los resultados obtenidos. Con respecto a la fibra dietética se puede ver que los resultados están dentro de 10 a 11%; sin embargo es probable una variación debido a las características del método empleado, ya que el porcentaje esperado era entre 7-8% que indica que hay un buen balance del resto de nutrientes. La fibra dietética es fundamental para que el organismo funcione de forma adecuada, ya que el aparato digestivo está diseñado para que la alimentación contenga una cantidad de fibra adecuada, que debe estar entre los 20 y 30 g de fibra al día. Esto sólo se puede conseguir con un aporte importante de alimentos de origen vegetal en la dieta como es el caso de sopas elaboradas a partir de vegetales.

Con las 4 fórmulas de sopas se procedió a realizar una evaluación sensorial para establecer las preferencias entre las cuatro muestras. Para ello se llevó a cabo en dos sesiones, una se realizó en el Altiplano a 20 personas y se compararon esos resultados con otra sesión que se llevó a cabo en el campus de la UVG con 16 personas. Se hizo en el Altiplano porque el estudio estaba dirigido a las personas de esta región, y por eso ellas debían evaluar el producto. Este análisis consistió únicamente en evaluar las características físicas de las sopas.

En el Altiplano fueron panelistas mujeres de 20-45 años. El cuestionario que se utilizó para la evaluación se encuentra en el Anexo No. 4 y los resultados se presentan en el Cuadro No. 13. El panel señaló como producto con mejor sabor, olor, color y espesor a la fórmula 2 correspondiente a la arveja dulce seguida por la fórmula 1 de arveja china. En el campus de la UVG se utilizó el mismo cuestionario de evaluación y se aplicó a los conserjes de dicho establecimiento en un rango de edad de 30-54 años, obteniendo los resultados en el Cuadro No. 14, en donde el panel señaló que la fórmula que mejor sabor, olor, color y espesor presentó fue la fórmula 2 correspondiente a la arveja dulce seguida por poca diferencia por la de haba tierna. Estos resultados nos permiten afirmar que si existió relación entre los dos análisis ya que en ésta únicamente se evaluó las propiedades organolépticas de las formulaciones.

En cuanto a la aceptación en el Altiplano el 50% de los panelistas prefirieron la fórmula 2 de arveja dulce seguida de un 20% por la fórmula 3 de haba tierna. En el campus de la UVG el 44% de los panelistas prefirieron la fórmula 3 de haba tierna seguida de un 31% de la fórmula 2 de Arveja dulce. Estos resultados nos permiten afirmar lo que se obtuvo en el análisis químico y biológico, que las fórmulas 2 y 3 son las mejores en resultados nutricionales, así también presentan la mayor aceptabilidad. Algunas de las observaciones que presentaron los panelistas fue que la fórmula 1 le falta verduras, espesor, en la fórmula 2 indicaron un sabor agradable, en la fórmula 3 le faltaba un poco más de color ya que esta sopa quedó de un color muy pálido y por último en la fórmula 4 indicaron que el olor era muy fuerte, desagradable, el color sí estaba bien, pero el sabor no era muy agradable y esto se debe a que el ejote en el proceso de

deshidratación tiene mucho contenido de agua por lo que tiene que tener un tiempo prolongado de deshidratación y esto hace que vaya perdiendo sus características organolépticas.

Con 5 panelistas en el campus de la UVG, estudiantes del curso de análisis sensorial, se realizó una prueba descriptiva en donde se evaluó 9 características en un cuestionario que se presenta en el Anexo No.4 y los resultados se observan en el Cuadro No. 16. Para tener una mejor percepción de los resultados se realizó una gráfica de araña (Gráfica No.1) en donde la aceptabilidad y la textura fue muy parecida en las cuatro formulaciones.

El último análisis que se realizó fue el biológico, el primer grupo lo formaron las ratas alimentadas con la fórmula 1, el segundo grupo con la fórmula 2 y así sucesivamente siendo el quinto grupo de ratas el control, con dieta de caseína. Se les dio las fórmulas molidas por 4 semanas y luego se determinó la digestibilidad de la proteína de las fórmulas mediante el análisis de proteína en las heces de la ratas. Los resultados se pueden observar en el Anexo No. 5 y en el Cuadro No. 17. Se determinó que la fórmula que más se asemejaba a la de caseína fue la de arveja dulce seguida por la de haba tierna. La calidad proteica (PER) fue mayor para la arveja dulce con 2.62 seguida por la del ejote francés 2.39 y haba tierna 2.23. Se puede decir que no existe mucha diferencia significativa.

La digestibilidad de la proteína se observa en el Cuadro No. 17 que los parámetros utilizados fueron los de la dieta de caseína siendo de 93. Comparando los resultados de las fórmulas analizadas en el estudio con estos parámetros se puede determinar que la dieta que mayor digestibilidad tuvo fue la fórmula de haba tierna con 85.35. La fórmula de arveja dulce presentó el segundo lugar con una digestibilidad de 82.20, en tercero la de arveja china con 81.28 y por último la de ejote francés con 78.86. Se puede ver que los resultados de la fibra dietética coinciden con los de digestibilidad ya que a mayor cantidad de fibra menor era el grado de digestibilidad.

VIII. CONCLUSIONES

1. Las formulaciones de arveja dulce y haba tierna son una buena opción para ser incluido en la dieta de personas que no tienen acceso a comer carne de donde obtendrían la proteína.
2. Las formulaciones finales de arveja dulce y haba tierna demostraron tener un grado de aceptabilidad alto dentro de los panelistas que evaluaron los productos.
3. Las formulaciones de arveja dulce y haba tierna fueron las que mayor calidad proteica y mejor análisis proximal presentaron.
4. Se obtuvieron buenos resultados a nivel nutricional de las fórmulas elaboradas utilizando legumbres tiernas.

IX. RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo un estudio de factibilidad para la elaboración de las formulaciones de sopas desarrolladas en este trabajo.
2. Realizar las formulaciones utilizando un extrusor para comparar las propiedades físicas y organolépticas con las obtenidas en este trabajo.
3. Desarrollar las formulaciones de arveja dulce y haba tierna con trozos de verduras incluidas en las sopas.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Badui. 1996. *Química de los Alimentos*. Editorial Alambra. Tercera edición. España, Tadar. 565 págs.
2. Baldizón, Alvaro. 2000. *Fortificación de Harina de Maíz Nixtamalizada con Vitaminas A y C*. Tesis de la Universidad del Valle de Guatemala. 83 págs.
3. Bressani, R. 1990. *Chemestry, Technology, and Nutritive Value of Maize Tortillas*. Food Reviews International. 6(2): 225-250.
4. Hernández, J. 1990. *Estimaciones de Área y Producción de algunas hortalizas y frutas en Guatemala, durante el periodo 1985-1989*. CIPREDA. Guatemala. 210 págs.
5. Hurrell, R. F.; Lerman, P. and Carpenter, K. J. 1979. *Reactive Lysine in Foodstuff as Measured by Rapid dye-binding Procedure*. Journal of Food Science 44:1221-1231.
6. Lapidés D. 1977. *Food Agricultura & Nutrition*. 4th Ed. Mc Graw Hill Enciclopedia. N.Y pag. 428-429.
7. McCabe, W y J. Smith. 1987. *Operaciones Básicas de Ingeniería Química*. 1ra. Edición Mac Graw Hill. México. 864 págs.
8. Montgomery, Douglas. 1991. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo editorial Iberoamerica. Mexico. 587 págs.
9. Morales, Antonio. 2005. *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y en la Práctica*. Editorial Acribia S.A. México; D.F. 1998 págs.
10. Noriega, E. 2000. *Introducción a la tecnología de Alimentos. Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos*. Editorial Limusa. España. 123 págs.

- 11.Ortuño, A. 1978. *Evaluación de cuatro variedades de arroz y su comportamiento a nivel industrial en Guatemala*.Tesis Universidad San Carlos de Guatemala.Facultad de Agronomía.114págs.
- 12.Saravia W. 1998. *Cultivo y Exportación de Arveja China de Guatemala*. Tesis Universidad Rafael Landivar. Facultad de Ciencias Agrícolas. 123 págs.
- 13.Schwartz,M.1998. *Deshidratación*. Notas del curso de Postgrado de Agroindustria de Frutas y Hortalizas.España.84 págs.
- 14.Pinto, C.H.A. 1994.*Producción, Caracterización y Utilización de Zapote Deshidratado por Osmosis y Aire Caliente*. Tesis de Universidad del Valle de Guatemala. 125págs.
- 15.Toledo, R.1991. *Fundamental of Food Processing Engineering*. 2da edición. Van Nostrand, USA pag 456-505.
- 16.Urizar, J. 1998.*Procesamiento de la Arveja China (Pisum sativum) por tres métodos, para su utilización agroindustrial*. Tesis de Universidad del Valle de Guatemala. 44págs.
- 17.Vaclavik V. 1998 .*Fundamentos de Ciencia de los Alimentos*. 1ª ed. Editorial Acribia S.A. España. 416 págs.

REFERENCIAS DE INTERNET

- 18.Cifuentes, Luis. 2003. Artículo *Judías Verdes*. Revista Hortalizas y Verduras. Recuperada de <http://hortalizasyverduras.es/documentos/hortalizas/judias/intro.php>
- 19.Juttelstad, A.1999. *Designer Soups.Food Product Design*. Recuperado de Internet el 2 de Febrero del 2007: http://www.foodproductdesign.com/articles/465/465_1199de.html

20. Mora Guillermo. 2003. Artículo: *Ajonjolí "Sesamo de la Salud"*. Revista Mexico Desconocido No. 321. Recuperado de: <http://www.mexicodesconocido.com.mx/notas/621-Ajonjol%C3%AD,-s%C3%A9samo-de-la-salud>
21. Nagodawithana T. 1994. *Flavor Enhancers: Their Probable Mode of Action*. Food Tech ; 48: 79-85. Recuperado de : http://www.alanrevista.org/ediciones/2006-3/efecto_sinergistico_cuantificacion_ribonucleotidos.asp
22. Watson Marlow. 2001. *Legumbres y Tubérculos*. Las Habas. Revista E_Consumer. Recuperada de:
http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/guia_alimentos/legumbres_y_tuberculos/2001/04/10/35019.php

XI. APÉNDICE

A. Métodos para análisis físicos.

1. Granulometría. Se pesó 100 gramos de muestra y se hizo tamizar por 15 minutos en mesh de 20, 30, 45, 60, 80, 100. A continuación se presentan los cuadros de resultados.

Cuadro 18. Medición de granulometría para fórmula 1: arveja china.

# Mesh	Tara	Medición 1	Medición 2	% Medición 1	% Medición 2	% promedio
20	311.3	315.8	315.4	4.5	4.1	4.3
30	364.3	366.3	366.6	2	2.3	2.15
45	320.4	334.9	334.7	14.5	14.3	14.4
60	315.2	326.2	325.8	11	10.6	10.8
80	318.2	377.6	378.7	59.4	60.5	59.95
100	312.5	317.1	317.7	4.6	5.2	4.9
Residuo	462.5	466.5	465.5	4	3	3.5

Cuadro 19. Medición de granulometría para fórmula 2: arveja dulce.

# Mesh	Tara	Medición 1	Medición 2	% Medición 1	% Medición 2	% promedio
20	311.3	315.7	315.7	4.4	4.4	4.4
30	364.3	366.5	366.7	2.2	2.4	2.3
45	320.4	335.53	334.6	15.13	14.2	14.665
60	315.2	328.6	327.7	13.4	12.5	12.95
80	318.2	378	378.7	59.8	60.5	60.15
100	312.5	316.4	316.7	3.9	4.2	4.05
Residuo	462.5	463.72	464.3	1.22	1.8	1.51

Cuadro 20. Medición de granulometría para fórmula 3: haba tierna.

# Mesh	Tara	Medición 1	Medición 2	% Medición 1	% Medición 2	% promedio
20	311.3	312.8	313.3	1.5	2	1.75
30	364.3	368	368.3	3.7	4	3.85
45	320.4	337.5	336.4	17.1	16	16.55
60	315.2	325.2	326.2	10	11	10.5
80	318.2	381.5	380.2	63.3	62	62.65
100	312.5	316.5	316	4	3.5	3.75
Residuo	462.5	462.9	464	0.4	1.5	0.95

Cuadro 21. Medición de granulometría para fórmula 4: ejote francés.

# Mesh	Tara	Medición 1	Medición 2	% Medición 1	% Medición 2	% promedio
20	311.3	312.5	312.5	1.2	1.2	1.2
30	364.3	368.7	369.2	4.4	4.9	4.65
45	320.4	328.2	327.7	7.8	7.3	7.55
60	315.2	330.2	329.8	15	14.6	14.8
80	318.2	384.4	385.5	66.2	67.3	66.75
100	312.5	316.1	315.7	3.6	3.2	3.4
Residuo	462.5	464.3	464	1.8	1.5	1.65

2. Densidad. Se midió la densidad de sopas comerciales para obtener un parámetro en los resultados obtenidos.

Cuadro 22. Densidad de sopas elaboradas.

Fórmula	No.	Peso	Volumen	Densidad	Promedio	Desviación
Fórmula 1: arveja china	1	9.7848	20	0.4892	0.4946	0.00538
	2	10.0000	20	0.5000		
	3	9.8924	20	0.4946		
Fórmula 2: arveja dulce	1	11.2118	20	0.5606	0.5527	0.0079
	2	10.8958	20	0.5448		
	3	11.0538	20	0.5527		
Fórmula 3: haba tierna	1	11.6663	20	0.5833	0.5709	0.01244
	2	11.1687	20	0.5584		
	3	11.4175	20	0.5709		
Fórmula 4: ejote francés	1	10.6582	20	0.5329	0.5341	0.0012
	2	10.7063	20	0.5353		
	3	10.68225	20	0.5341		

Cuadro 23. Densidad sopas comerciales.

Fórmula	No.	Peso	Volumen	Densidad	Promedio	Desviación
Sopa de frijoles (Knorr)	1	12.9432	20	0.6472	0.6629	0.0158
	2	13.5747	20	0.6787		
	3	13.2590	20	0.6629		
Sopa de mariscos (Malher)	1	15.2531	20	0.7627	0.7363	0.0264
	2	14.1970	20	0.7099		
	3	14.7251	20	0.7363		
Sopa de tomate (Maggi)	1	7.628	10	0.7628	0.7622	0.0010
	2	15.2570	20	0.7629		
	3	15.2214	20	0.7611		

B. Métodos para análisis fisicoquímicos

1. Absorción de agua y aceite. Se preparó una suspensión con 1 g de muestra y 50 mL de agua destilada o aceite en tubos de centrifuga, agitados en un agitador de tubos por un minuto, se dejó reposar por 30 minutos y se centrifugó a 1500rpm por 20 minutos a temperatura ambiente. Se decantó el agua o aceite dejando invertido el tubo de centrifuga durante 5 minutos, después se pesó el tubo con gel.

a. Agua. La diferencia del peso del tubo con gel y el tubo con la muestra seca fue el peso del agua absorbida, el resultado se informó en mL de agua por g de proteína. La densidad del agua se asumió de 1 g/mL y la medición se realizó a temperatura ambiente.

b. Aceite. Se midió el volumen libre de líquido y el líquido retenido se expreso como mL de aceite absorbido por gramo de proteína. La densidad del aceite se determinó como 0.88g/mL a temperatura ambiente.

Cuadro 24. Absorción de agua de las sopas elaboradas.

Fórmula	No.	Peso tubo+muestra	Peso Tubo+gel	Absorción de agua (mLagua/100proteina)	Promedio	Desviación
Fórmula 1 arveja china	1	14.4512	17.8282	3.3770	3.3007	0.0764
	2	14.2115	17.4358	3.2243		
	3	14.3314	17.6320	3.3007		
Fórmula 2 arveja dulce	1	14.2426	17.0286	2.7860	2.7877	0.0017
	2	14.2940	17.0833	2.7893		
	3	14.2683	17.0560	2.7877		
Fórmula 3 haba tierna	1	14.1506	17.0918	2.9412	2.8567	0.0846
	2	14.1740	16.9461	2.7721		
	3	14.1623	17.0190	2.8567		
Fórmula 4 ejote francés	1	14.1937	17.7375	3.5438	3.5566	0.0128
	2	14.1635	17.7328	3.5693		
	3	14.1786	17.7352	3.5566		

Cuadro 25. Absorción de agua en sopas comerciales.

Fórmula	No.	Peso tubo+muestra	Peso Tubo+gel	Absorción de agua (mlagua/100gproteína)	Promedio	Desviación
Sopa de frijol (Knorr)	1	14.1419	15.8295	1.6876	1.6941	0.0064
	2	14.6030	16.3035	1.7005		
	3	14.3725	16.0665	1.6941		
Sopa de marisco (Malher)	1	14.2145	14.9577	0.7432	0.7190	0.0243
	2	14.1350	14.8297	0.6947		
	3	14.1748	14.8937	0.7190		
Sopa de tomate (Maggi)	1	14.1537	17.0918	2.9381	2.7820	0.1562
	2	14.3203	16.9461	2.6258		
	3	14.2370	17.0190	2.7820		

Cuadro 26. Absorción de aceite en sopas elaboradas.

Fórmula	No.	Peso tubo+muestra	Peso Tubo+gel	Absorción de aceite (mlaceite/gproteína)	Promedio	Desviación
Fórmula 1 arveja china	1	14.1262	15.4634	1.4858	1.6124	0.1266
	2	14.0141	15.5792	1.7390		
	3	14.0702	15.5213	1.6124		
Fórmula 2 arveja dulce	1	14.2983	15.8672	1.7432	1.6634	0.0798
	2	13.2935	14.7188	1.5837		
	3	13.7959	15.2930	1.6634		
Fórmula 3 haba tierna	1	14.2372	15.5936	1.5071	1.4760	0.0311
	2	13.0921	14.3925	1.4449		
	3	13.6647	14.9931	1.4760		
Fórmula 4 ejote francés	1	13.9676	15.7525	1.9832	1.8497	0.1335
	2	14.1958	15.7404	1.7162		
	3	14.0817	15.7465	1.8497		

2. Consistencia. Para la consistencia se determinó la distancia recorrida por unidad de tiempo. Para ello fue necesario usar un consistómetro.

Cuadro 27. Consistencia de sopas elaboradas.

Fórmula	No.	Distancia recorrida (cm)	Tiempo (s)	Velocidad (cm/s)	Promedio	Desviación
Fórmula 1 arveja china	1	19.5	45	0.433	0.4433	0.0101
	2	19.5	43	0.453		
	3	19.5	44	0.443		
Fórmula 2 arveja dulce	1	21	45	0.467	0.4556	0.0111
	2	20	45	0.444		
	3	20.5	45	0.456		
Fórmula 3 haba tierna	1	23	60	0.383	0.3750	0.0083
	2	22	60	0.367		
	3	22.5	60	0.375		
Fórmula 4 ejote francés	1	23	45	0.511	0.5174	0.0064
	2	22	42	0.524		
	3	22.5	43.5	0.517		

C. Métodos para análisis químicos

1. Determinación del porcentaje de humedad (AOAC No. 14.004). Una muestra de peso conocido de masa constante. Se asume que la pérdida de peso se debe o equivale a la pérdida del contenido de humedad del alimento.

a. Equipo:

- Crisoles
- Horno de aire (101 - 105°C)
- Desecadora
- Balanza analítica.

b. Procedimiento

- Lavar y secar los crisoles en horno o mechero por 30 minutos a 100°C, enfriar en la 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 + 3°C un mínimo de 2 horas o hasta llegar a masa constante. (Aprox 5 horas)
- Remover del horno y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
- Pesar crisoles en balanzas y calcular el porcentaje de humedad. Reporte el residuo de harinas como sólidos totales y la pérdida de peso como humedad.

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

2. Determinación del porcentaje de cenizas (AOAC No.14.006). Es un método utilizado para determinar el contenido de minerales por el residuo inorgánico que queda después de la incineración de la materia orgánica.

a. Equipo:

- Crisoles
- Muffla (550°C)
- Desecadora
- Balanza analítica
- Pinzas
- Estufa

b. Procedimiento

- Secar crisol por 2 horas a 100°C en horno y luego pasar a desecadora hasta que llegue a temperatura ambiente, tararlo.
- Pesar 1 gramo de muestra en el crisol previamente tarado.

- Calentar crisoles en estufa o mechero hasta que la muestra se carbonice y no saque humo, y luego colocarlos en la muffla a 550°C hasta que se obtengan cenizas grises claras o peso constante.
- Remover de la mufla y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
- Pesarse crisoles en balanza y calcular el porcentaje de cenizas:

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

3. Determinación del porcentaje de grasa (AOAC No 14.018).

a. Equipo:

- Extractor y frascos Soxhlet.
- Baño de agua.
- Condensador de reflujo.
- Balanza analítica.
- Horno
- Papel filtro.
- Éter de petróleo.
- HCL concentrado.
- Muestra de determinación de % H.

b. Procedimiento

- ✓ Armar el extractor Soxhlet con condensador de reflujo y frasco de destilación que ha sido previamente tarado y secado.
- ✓ Pesarse 2 a 3 gramos de muestra y colocarla en el tubo de extracción. Agregar éter hasta la marca en el frasco de extracción.
- ✓ Verificar que todo esté apretado y colocar el calentador eléctrico ajustado 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 pesarse

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

4. Determinación del porcentaje de proteína (AOAC, No. 14.026)

a. Equipo:

- Balones Kjeldahl (100ml)
- Unidad destiladora Labconco
- Digestor Labconco
- Balanza analítica.
- Bureta
- Agitadores magnéticos
- Probetas
- Sulfato de Sodio, anhídrido
- Óxido de Hg
- Ácido sulfúrico
- Ácido Bórico al 4%
- NaOH 10N o al 40%
- Tiosulfato de sodio al 87%
- HCL 0.1N
- Rojo de metilo

b. Procedimiento

Digestión

- ✓ Pesar 0.2 gramos de muestra y verterlos en balón de digestión.
- ✓ Agregar al balón 1.5 gramos de NaSO_4 anhídrido, 0.1 óxido de Hg y 3 mL H_2SO_4 .
- ✓ Colocar balón de digestión en digestor por aproximadamente 30 minutos. Hasta obtener una solución clara.
- ✓ Dejar enfriar y trasvasar la muestra al matraz de destilación diluyéndola con agua destilada.

Destilación

- ✓ Colocar un beaker con 10mL de ácido bórico y 3 gotas de indicador rojo de metilo en la salida del condensador de la unidad destiladora.
- ✓ Agregar al matraz destilador 13 mL NaOH y 5 mL de tiosulfato de sodio.
- ✓ Conectar el reflujo y destilar hasta obtener un volumen aproximadamente 80mL de destilado.
- ✓ Remover beaker receptor de la unidad de destilación.

Titulación

- ✓ Titular con la solución del beaker receptor con HCL (0.1N) hasta que haya un cambio de color.
- ✓ Calcular el contenido de N y de proteínas de la siguiente forma:

$$\% N = (\text{vol. std. HCL} * \text{normalidad HCL} * 0.014) / (\text{peso de muestra}) * 100$$

$$\% \text{ proteína} = \% \text{ Nitrógeno} * \text{factor de conversión para cada muestra.}$$

5. Determinación del porcentaje de carbohidratos totales (Método de diferencia)

- a. Procedimiento. Con este método se calcula el porcentaje de carbohidratos a partir de las otras fracciones del análisis proximal.

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteínas}).$$

6. **Determinación de fibra dietética.**(Sigma-Aldrich basado en AOAC No. 45.4.07, 16 edición). Este método determina la fibra dietética total de un alimento combinando métodos gravimétricos y enzimáticos. Las muestras son gelatinizadas con alfaamilasas y luego digeridas enzimáticamente con proteasa y amiloglucosidasa para remover la proteína y almidón presente en la muestra. Se agrega etanol para precipitar la fibra dietética soluble. El residuo es filtrado y lavado con etanol y acetona. Luego de secado, el residuo es pesado. La mitad de las muestras se analiza para proteína y la otra para cenizas. La fibra dietética es el peso del residuo menos el peso de la proteína y ceniza.

a. Equipo:

- Crisol de porosidad # 2.
- Vacío.
- Horno de aire o vacío.
- Desecadora
- Mufla
- Baño de agua
- Termómetro
- Balanza analítica.
- pH metro
- Beaker.
- Papel aluminio
- Alfa- amilasa
- Proteasa
- Amiloglucosidasa
- Celite
- Eter de petróleo
- Etanol 98% y 78%
- Acetona
- NaOH 0.275N
- HCK 0.325 M
- Fosfato de sodio dibásico, anhídrido.
- Fosfato de sodio monobásico, anhídrido.

b. Procedimiento

- ✓ Lavar los crisoles, secarlos a 525°C y enfriar. Agregar 0.5 gramos de Celite y secar a 130 °C hasta que sea una masa constante (aproximadamente 1 hora). Anotar el peso del crisol + celite como **peso 1**.
- ✓ Pesar cuatro muestras de 1 g y colocarlos en beakers altos.
- ✓ Agregar 50 ml de buffer fosfato pH 6 y 0.1 ml de alfa-amilasa a cada beaker.
- ✓ Cubrir cada beaker con papel aluminio y colocarlos en baño de agua hirviendo. Agitar los beakers a intervalos de 5 minutos. Incubar por 15 minutos después que la temperatura interna llegue a 95 °C.
- ✓ Dejar enfriar las soluciones a temperatura ambiente.
- ✓ Ajustar el pH de las soluciones a 7.5 + 0.2 agregando 10 ml de NaOH 0.275 N a cada beaker.
- ✓ Preparar una solución 50mg/ml de proteasa y agregar 0.1ml de la misma a cada beaker.
- ✓ Cubrir cada beaker con papel aluminio y colocarlos en baño de agua hirviendo. Agitar los beakers continuamente. Incubar por 30 minutos después que la temperatura interna llegue a 60°C.
- ✓ Deje enfriar las soluciones a temperatura ambiente.
- ✓ Ajustar el pH de las soluciones a 4-4.6 agregando 10mL de HCL 0.325 M a cada beaker.
- ✓ Agregando 0.1 ml de amiloglucosidasa a cada beaker.
- ✓ Cubrir cada beaker con papel aluminio y colocarlos en baño de agua hirviendo. Agitar los beakers continuamente. Incubar por 30 minutos después que la temperatura interna llegue a 60°C.
- ✓ Agregar 4 volúmenes de etanol al 95% a cada beaker y dejarlos reposar durante la noche para permitir la precipitación completa.
- ✓ Armar aparato de filtración con los crisoles previamente tarados. Transfiera el precipitado y la suspensión de cada beaker a su crisol respectivo. Lavando el residuo con 3 porciones de 20 ml de etanol al 78%, dos porciones de 10 ml etanol al 95% y dos porciones de 10ml de acetona.

- ✓ Secar los crisoles durante la noche en el horno de aire a 105 °C o en horno de vacío a 70°C.
- ✓ Enfriar crisoles en desecadora y pesarlos, anotar este dato como **peso 2**.
- ✓ Analice los residuos de dos muestras y dos blancos para proteínas utilizando el método de Kjeldahl.
- ✓ Analice los residuos de dos muestra y dos blancos para cenizas anotar la masa de los crisoles como **peso 3**.
- ✓ Realizar los cálculos:

$$\text{Residuo} = R = \text{Peso2} - \text{peso 1}$$

$$\text{Ceniza} = C = \text{Peso3} - \text{Peso 1}$$

$$\text{Blanco} = B = R \text{ Blanco} - \text{proteínas blanco} - c \text{ blanco}$$

$$\% \text{ fibra dietética total} = \% \text{ FDT} = \frac{(R \text{ muestra} - \text{proteína muestra} - C \text{ muestra} - B) * 100}{\text{Promedio de peso de la muestra.}}$$

Cuadro 28. Resultados de análisis químico para materia prima.

Producto	% Humedad	% Ceniza	% proteína	%grasa	% Carbohidratos	%Fibra dietética
Haba	7.80	2.97	28.52	1.88	58.83	7.4532
Ejote	8.86	7.11	20.12	2.69	61.23	8.3423
Arveja	7.53	3.46	29.69	3.02	56.30	8.3465
Harina de maíz	10.57	1.33	8.53	3.70	75.87	3.4532
Piloy	5.29	3.55	22.86	1.25	67.05	5.4345
Arveja china	8.41	3.87	25.82	1.32	60.58	8.3465

Cuadro 29. Resultados de análisis químico para producto terminado.

Producto	Medición	% humedad	%Proteína	% Grasa	% Ceniza	% carbohidratos
Fórmula 1	1ra.	9.7662	17.25	8.6665	2.6143	61.7030
	2da.	9.0963	17.67	8.2224	2.5798	62.4315
Fórmula 2	1ra.	8.7829	17.74	9.2838	2.5313	61.6620
	2da.	8.9155	17.82	8.5993	2.4900	62.1752
Fórmula 3	1ra.	8.4033	18.43	9.0431	2.6243	61.4993
	2da.	8.2181	18.04	8.3102	2.5536	62.8781
Fórmula 4	1ra.	8.6507	17.56	8.1264	3.2239	62.4390
	2da.	8.572	17.24	8.7181	3.1918	62.2781
Sopa comercial	1ra.	6.5593	14.87	5.0642	13.3294	60.1771
	2da.	6.3914	14.7	5.2313	13.0276	60.6497

1. Gráficas de resultados de las evaluaciones sensoriales en el altiplano.

Figura 3. Comparación de sabor en las variedades de sopas.

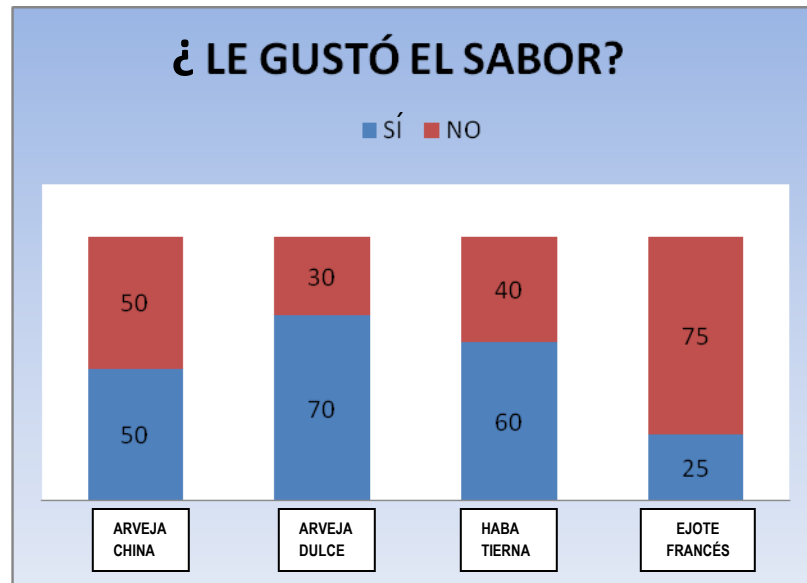


Figura 4. Comparación de olor en las variedades de sopas.

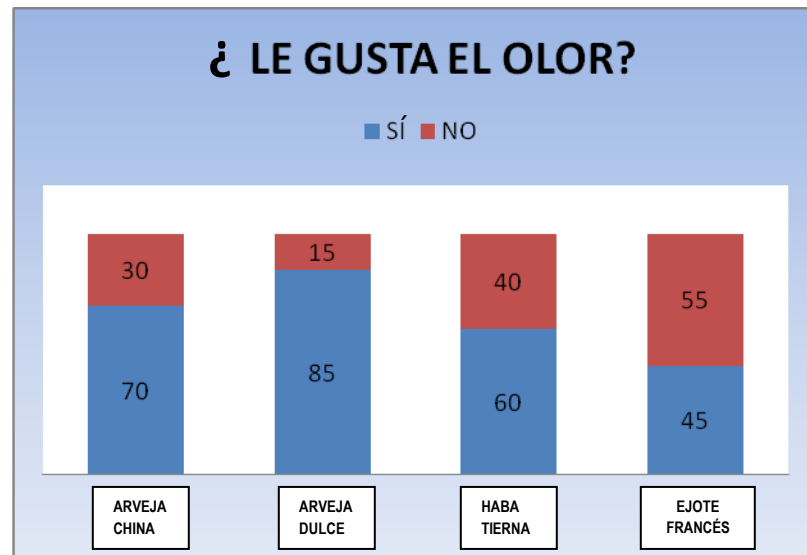


Figura 5. Comparación de color en las variedades de sopas.

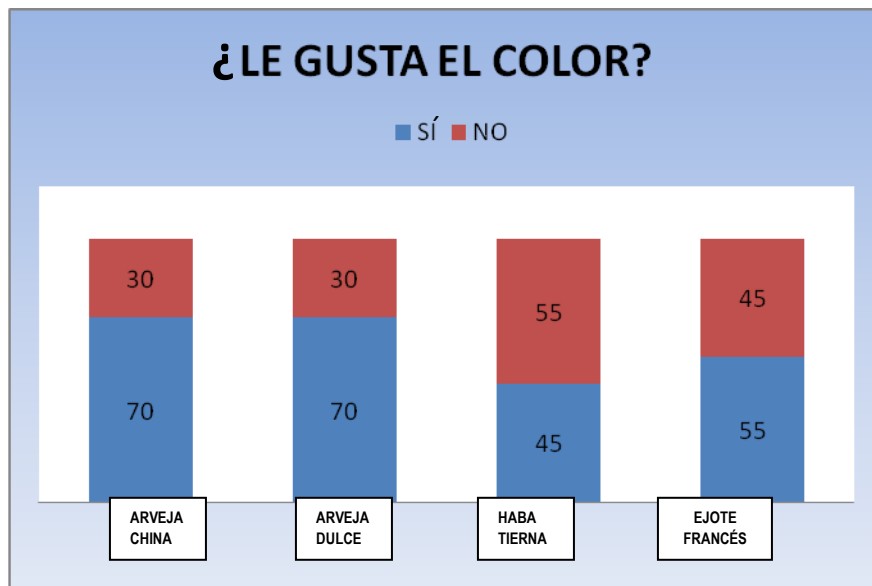


Figura 6. Comparación de espesor en las variedades de sopas.

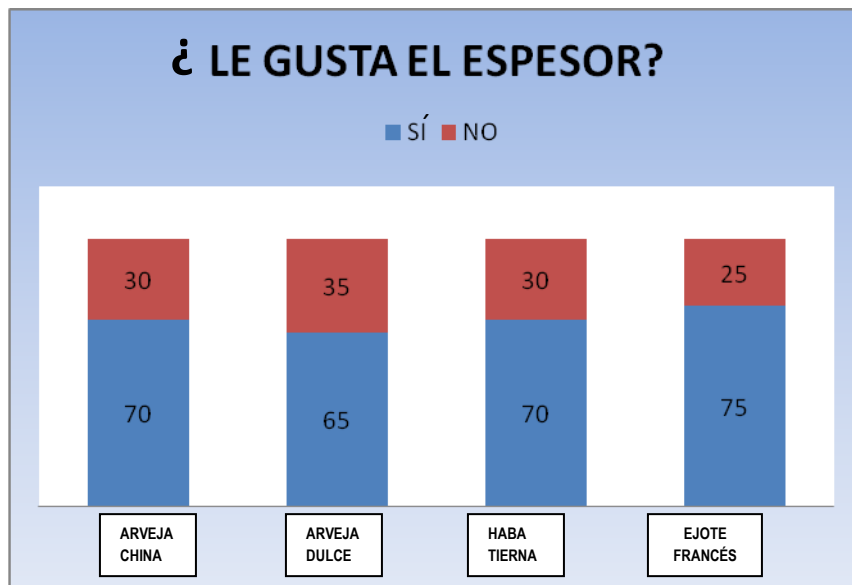
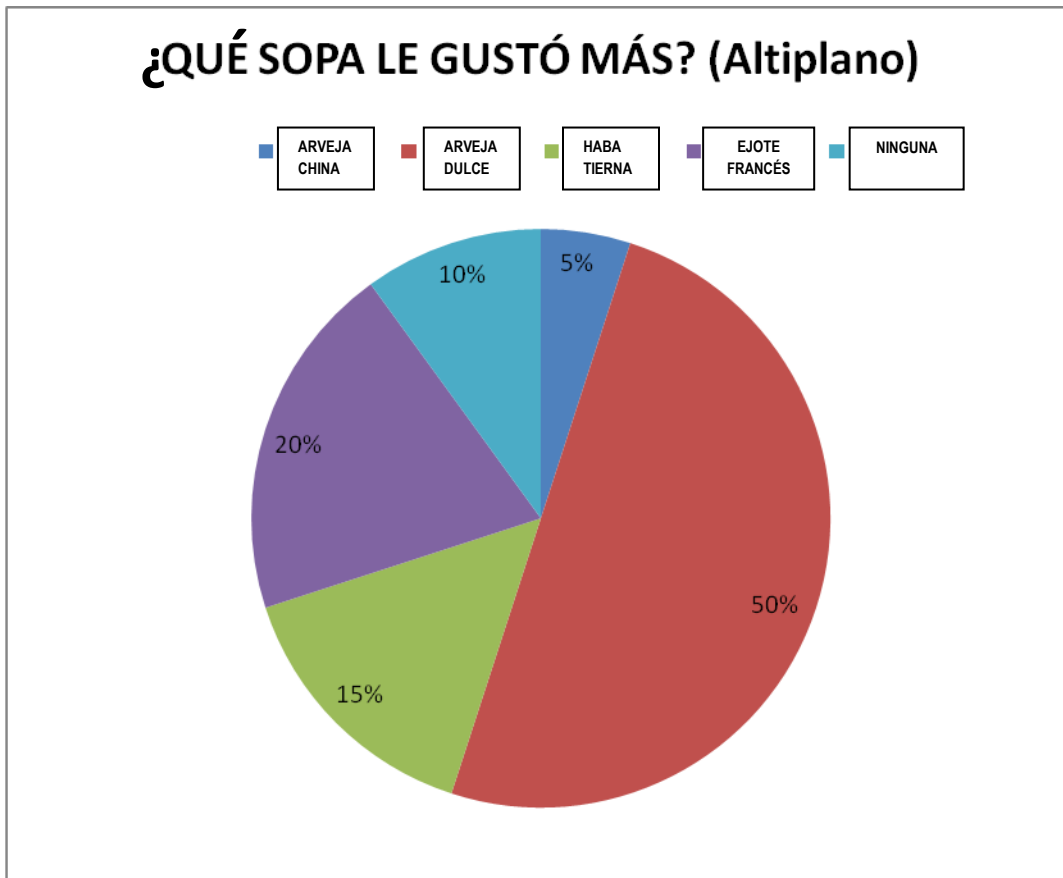


Figura 7. Preferencia de las sopas evaluadas.



2. Gráficas de resultados de las evaluaciones sensoriales en el campus UVG.

Figura 8. Comparación de sabor en las variedades de sopas.

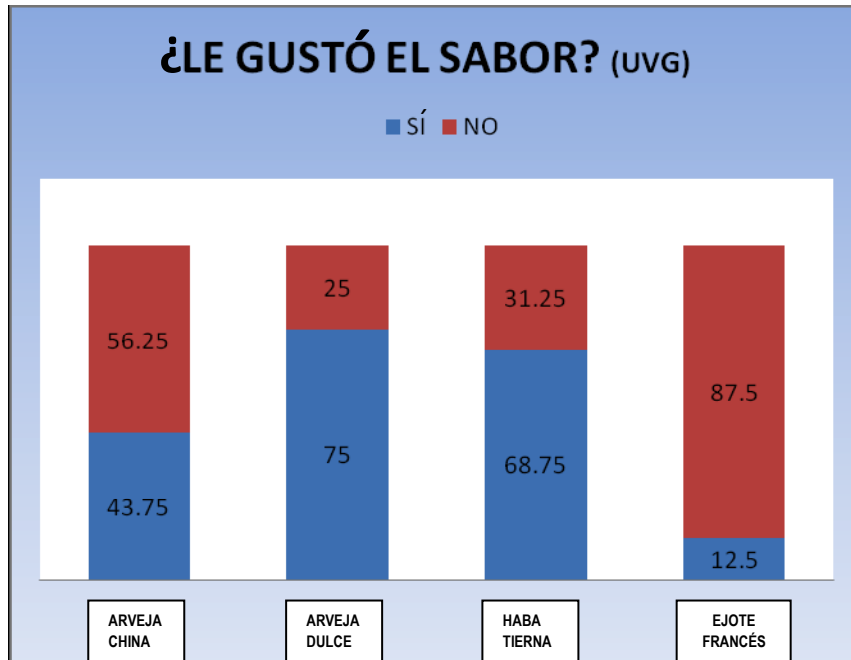


Figura 9. Comparación de olor en las variedades de sopas

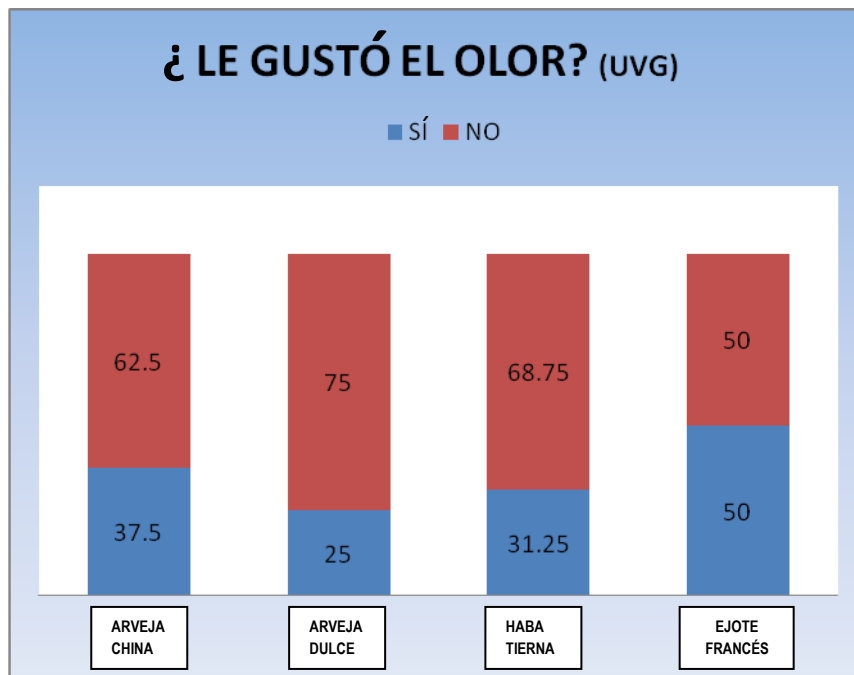


Figura 10. Comparación de color en las variedades de sopas.

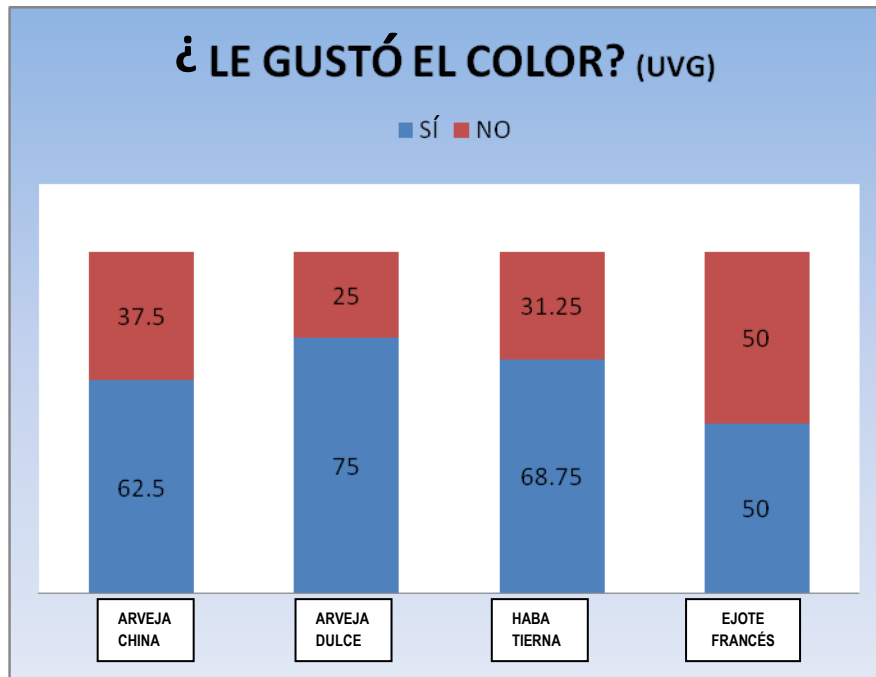


Figura 11. Comparación de espesor en las variedades de sopas.

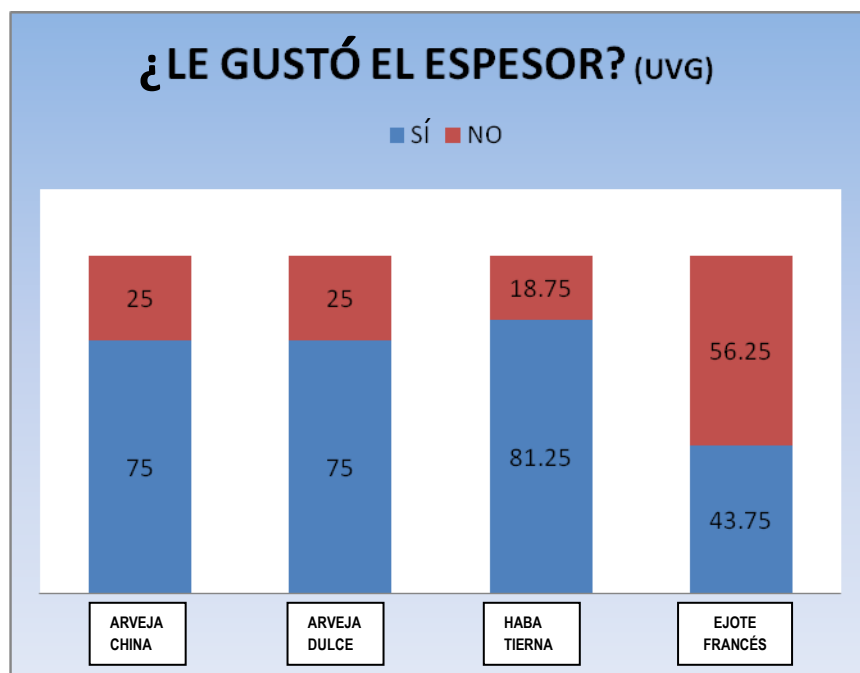


Figura 12. Comparación de sabor en las variedades de sopas.

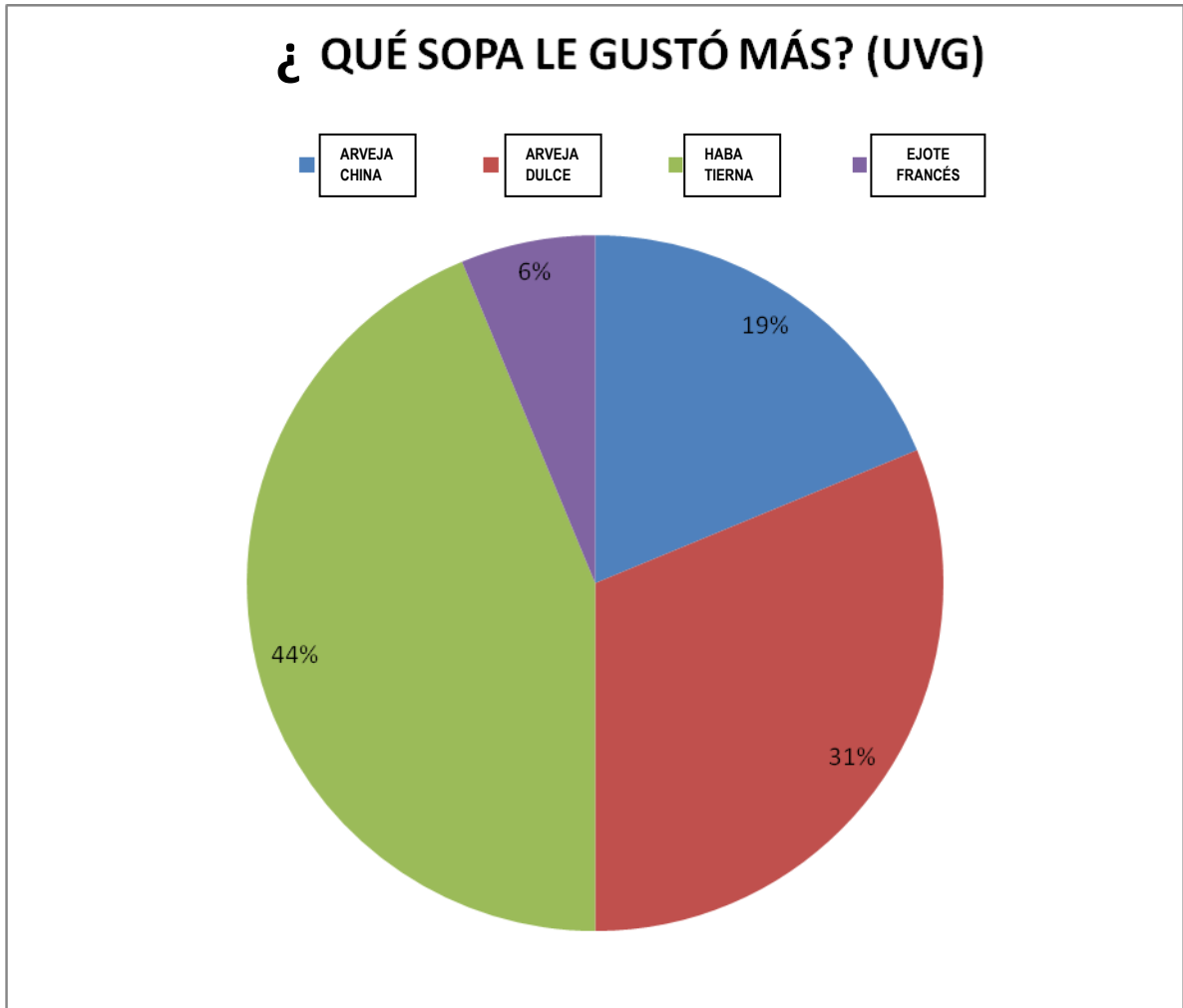


Figura 13. Boleta de evaluación sensorial de prueba descriptiva.

Evaluación sensorial de sopas										
Observaciones: Para la muestra de sopa que usted va a evaluar, encierre en un círculo el valor que considere más apropiado.										
Edad _____					Código: _____					
AROMA										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Desagradable								Agradable		
OLOR A MAÍZ										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Poco								Bastante		
COLOR										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Blanca				Amarilla			Verde			
FLUIDEZ										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Líquida								Muy densa		
SABOR										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Débil								Intenso		
SABOR A MAÍZ										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Poco								Bastante		
SALADO										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Poco				Bien			Bastante			
TEXTURA										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Granuloso								Fino		
ACEPTABILIDAD										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nula								Muy aceptable		
COMENTARIOS										

E. Resultados del análisis de PER y digestibilidad.

Cuadro 30. Resultados de proteína y nitrógeno de fórmulas en estudio biológico.

Muestra	% Proteína	Media	Desv.std.	Muestra (g)	ml HCl 0.1N	% Nitrógeno	Media	Desv.std.
Fórmula 1 arveja china	10.36	10.06	0.42	0.2586	2.80	1.64	1.59	0.07
	9.76			0.2547	2.60	1.54		
Fórmula 2 arveja dulce	9.61	9.85	0.33	0.2587	2.60	1.52	1.56	0.05
	10.08			0.2562	2.70	1.59		
Fórmula 3 haba tierna	11.08	10.56	0.73	0.2504	2.90	1.75	1.67	0.11
	10.05			0.2570	2.70	1.59		
Fórmula 4 ejote francés	10.22	9.76	0.66	0.2526	2.70	1.61	1.54	0.10
	9.29			0.2573	2.50	1.47		
Fórmula 5 caseína	11.31	11.51	0.29	0.2537	3.00	1.79	1.82	0.05
	11.72			0.2530	3.10	1.85		

Cuadro 31. Digestibilidad aparente de sopas deshidratadas

Dieta	Rata	Nitrógeno fecal/ 100g de heces	Media/rata	Recolección heces tot.(g)	g Nitrógeno En heces	Media N en heces	Alimento 18/05/2007	Alimento 24/05/2007	Alimento ingerido (g)	% Nitrógeno Dieta	Nitrógeno ingerido (g)	Dig. Aparente	Media Dig.	Desv. Std.
Formula 1 Arveja China	1	5.2	5.11	5.3336	27.7347	27.2547	150	52	99	1.59	157	82.6	85.35	3.69
		5.02			26.7747						157			
	2	4.82	4.86	4.0283	19.4164	19.5775	160	27	134		212	90.78		
		4.9			19.7387						195			
	3	4.78	4.74	6.7436	32.2344	31.9309	150	28	123		195	83.61		
		4.69			31.6275						170			
	4	4.96	4.95	5.3583	26.5772	26.5236	150	43	107		170	84.41		
		4.94			26.47						170			
Formula 2 Arveja Dulce	1	4.29	4.29	6.8807	29.5182	29.5182	140	50	90	1.56	140	78.98	82.2	3.08
		4.29			29.5182						140			
	2	4.32	4.38	4.4661	19.2936	19.5615	140	55	86		133	85.33		
		4.44			19.8295						148			
	3	4.33	4.4	6.6762	28.9079	29.3419	140	45	95		148	80.2		
		4.46			29.7759						161			
	4	3.15	3.17	8.0246	25.2775	25.3979	140	37	104		161	84.27		
		3.18			25.5182						161			
Formula 3 Haba Tierna	1	4.43	4.38	7.1959	31.8778	31.518	140	49	92	1.67	153	79.37	81.28	1.8
		4.33			31.1582						142			
	2	3.9	3.91	6.8963	26.8956	26.9645	140	55	85		142	81		
		3.92			27.0335						140			
	3	3.73	3.69	6.198	23.1185	22.8396	140	56	84		140	83.72		
		3.64			22.6607						136			
	4	3.61	3.59	7.1945	25.9721	25.8283	140	59	82		136	81.02		
		3.57			25.6844						136			
Formula 4 Ejote Francés	1	4.48	4.46	5.2477	23.5097	23.3785	140	65	75	1.54	116	79.76	78.86	1.31
		4.43			23.2473						116			
	2	4.27	4.33	7.2373	30.9033	31.3375	140	51	89		137	77.14		
		4.39			31.7717						142			
	3	4.39	4.4	6.443	28.2848	28.3492	140	48	92		142	79.99		
		4.41			28.4136						137			
	4	4.46	4.44	6.6144	29.5002	29.3679	140	51	89		137	78.57		
		4.42			29.2356						137			
Formula 5 Caseína	1	4.91	4.93	1.9596	9.6216	9.6608	150	52	98	1.82	178	94.58	93.49	1.22
		4.95			9.7						178			
	2	4.98	4.93	3.2592	16.2308	16.0516	160	27	133		242	93.37		
		4.87			15.8723						242			
	3	5.63	5.55	2.3319	13.1286	12.9304	150	28	122		222	94.18		
		5.46			12.7322						222			
	4	5.84	5.79	2.7474	16.0448	15.9074	150	43	107		195	91.83		
		5.74			15.7701						195			

F. Diseño de una planta procesadora de sopas

Figura 14. Diagrama de distribución de la planta para elaboración de sopas deshidratadas.

