



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE  
GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Preparación y caracterización química y funcional de una harina de arveja dulce (*Pisum Sativum* var. *Saccharatum*) deshidratada y su posible utilización en la industria de cremas en polvo a base de maíz

Trabajo de investigación presentado  
por Kareen Irene Trujillo Coronado  
para optar al grado académico de  
Licenciada en Ingeniería en Ciencia de alimentos

Guatemala  
2010



Preparación y caracterización química y funcional de una harina de arveja dulce (*Pisum Sativum* var. *Saccharatum*) deshidratada y su posible utilización en la industria de cremas en polvo a base de maíz

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE  
GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

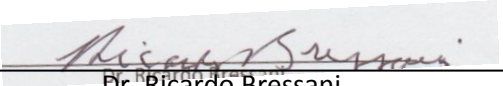


Preparación y caracterización química y funcional de una harina de arveja dulce (*Pisum Sativum* var. *Saccharatum*) deshidratada y su posible utilización en la industria de cremas en polvo a base de maíz

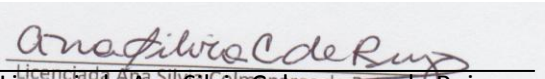
Trabajo de investigación presentado  
por Kareen Irene Trujillo Coronado  
para optar al grado académico de  
Licenciada en Ingeniería en Ciencia de alimentos

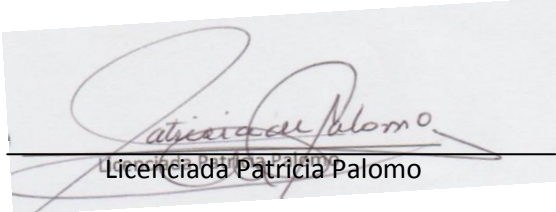
Guatemala  
2010

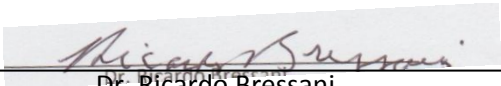
Vo.Bo:

(f)   
Dr. Ricardo Bressani

Tribunal Examinador:

(f)   
Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f)   
Licenciada Patricia Palomo

(f)   
Dr. Ricardo Bressani

Fecha de aprobación: Guatemala 8 de diciembre de 2010

## PREFACIO

La motivación principal de esta investigación fue dar a conocer el uso y estudiar las características de la arveja dulce (*Pisum Sativum var. Saccharatum*) cultivada en Guatemala, la cual se utiliza para la exportación y se consume muy poco en país a pesar de sus propiedades nutritivas.

Esta investigación debe verse como un complemento de estudios realizados anteriormente y que puede ayudar como marco de referencia a otras aplicaciones e investigaciones.

Por otra parte, le quiero dar gracias a Dios por darme la oportunidad de terminar esta gran etapa de mi vida la cual ha sido maravillosa y de la cual me siento completamente orgullosa. Segundo le doy gracias a mis padres y a mis hermanas, por haberme apoyado desde el inicio de la carrera y sobre todo por su comprensión en los momentos difíciles. También le doy gracias a mis amigos y compañeros por su apoyo y por compartir conmigo todas esas experiencias inolvidables en la Universidad. Por último le quiero dar gracias al Dr. Bressani y al equipo del área de investigación de alimentos, por compartir todos sus conocimientos y por su gran ayuda en este trabajo de investigación.

## CONTENIDO

	Página
PREFACIO.....	v
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE GRÁFICAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	16
IV. OBJETIVO.....	18
V. METODOLOGÍA.....	19
VI. RESULTADOS.....	29
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
VIII. CONCLUSIONES.....	53
IX. RECOMENDACIONES.....	54
X. BIBLIOGRAFÍA.....	55
XI. APÉNDICE.....	59

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Nombre del cuadro	Página
1	Composición de guisante ( <i>Pisum Sativum var. macrocarpon</i> : Peas, endiblepodded, sugar peas) por 100g de porción comestible.....	6
2	Contenido nutricional de arveja de vaina comestible cruda (snow peas, sugar snap peas) en 100g.....	6
3	Área cosechada y producción de arveja dulce: años 2001-2009.....	8
4	Exportación de arveja china y dulce: Años 2005-2009.....	9
5	Composición de harina de maíz nixtamalizado, masa seca en 100g de porción comestible.....	10
6	Métodos para análisis proximal de arveja dulce como materia prima entrante y de harina de maíz nixtamalizada.....	20
7	Métodos para análisis proximal de harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada.....	22
8	Métodos para análisis de funcionalidad para harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada, y harina de maíz nixtamalizada.....	22
9	Métodos para análisis proximal de pre-mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce escaldada y sin escaldar .....	23
10	Métodos para análisis de funcionalidad para las pre-mezclas de harinas.....	24
11	Fórmula de crema en polvo de maíz con arveja dulce sin escaldar y escaldada.....	24
12	Materiales y equipo para el análisis sensorial.....	25
13	Orden de presentación de las muestras.....	26

Cuadro	Nombre del cuadro	Página
14	Análisis proximal de arveja dulce cruda (base húmeda) y harina de maíz nixtamalizada.....	29
15	Análisis de determinación inhibidores de tripsina en arveja dulce cruda, harina de arveja dulce escaldada a 95°C y harina de arveja dulce sin escaldar.....	29
16	Determinación del tiempo de escaldado para arveja dulce a 95°C.....	30
17	Rendimiento del proceso de deshidratado de arveja dulce.....	30
18	Análisis proximal de harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada.....	31
19	Análisis proximal de mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada con sustituciones de 0, 15 y 30%.....	32
20	Retención de agua y grasa de harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada.....	33
21	Retención de agua y grasa de mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada con sustituciones de 0, 15 y 30%.....	33
22	Medición de la dureza de masa realizada con harina de arveja dulce escaldada y sin escaldar.....	34
23	Medición de la dureza de masa realizada con mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada con sustituciones de 0, 15 y 30%....	34
24	Granulometría de las harinas de arveja dulce y mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce .....	35
25	Análisis proximal de crema en polvo de maíz con 30% de arveja dulce escaldada .....	36
26	NPR y PER de crema en polvo de maíz con 30% de arveja dulce escaldada y crema en polvo de trigo con 30% de arveja dulce escaldada .....	36

Cuadro	Nombre del cuadro	Página
27	Prueba sensorial de aceptabilidad de la crema en polvo de maíz con arveja dulce.....	37
28	Prueba sensorial de preferencia de la crema en polvo de maíz con arveja dulce.....	38
29	Frecuencia de comentarios sobre su preferencia hacia la crema con 30% de arveja dulce escaldada.....	38

#### ANEXOS: LISTA DE CUADROS

Cuadro	Nombre del cuadro	Página
30	Datos obtenidos para el cálculo del NPR y PER.....	59
31	Datos calculados para el cálculo del NPR y PER.....	60

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica	Nombre de la gráfica	Página
1	Distribución departamental de la producción de arveja dulce. Periodo 2007-2008.....	7
2	Curva de secado de arveja dulce escaldada y sin escaldar.....	39
3	Distribución de partículas en harinas de arveja dulce.....	40
4	Distribución de partículas de harina de maíz.....	41
5	Distribución de partículas de mezcla de harina de maíz con harina de arveja escaldada.....	42
6	Distribución de partículas de mezcla de harina de maíz con harina de arveja sin escaldar.....	43
7	Comparación de la dureza entre las masas realizadas con las harinas.....	61

## RESUMEN

El objetivo principal del siguiente trabajo de investigación fue elaborar una harina de arveja dulce (*Pisum Sativum var. Saccharatum*) deshidratada que presentara buenas características funcionales y nutritivas y encontrar su posible utilización en la industria de las cremas en polvo a base de harina de maíz.

Para poder cumplir con el objetivo mencionado anteriormente se llevó a cabo una serie de análisis, tanto a la materia prima (arveja dulce y harina de maíz nixtamalizada) como a las harinas obtenidas (escaldadas y sin escaldar). Los análisis que se realizaron a la materia prima fueron para determinar su composición química proximal y la cantidad de inhibidores de tripsina (arveja dulce) y los que se le hicieron a las harinas fueron para determinar la inhibición o disminución de los inhibidores de tripsina, funcionalidad y composición química proximal. Las harinas anteriores fueron mezcladas con harina de maíz en porcentajes de 0, 15 y 30% de sustitución. A estas mezclas también se les determinó su composición química proximal y su funcionalidad. Con cada una de las pre-mezclas anteriores se elaboraron las cremas en polvo las cuales fueron evaluadas sensorialmente por los consumidores de cremas. La crema más aceptada y con mejor valor nutricional fue evaluada nutricionalmente usando el método de NPR, PER y el análisis químico proximal.

La arveja dulce presentó, en su composición, una mayor cantidad de agua (88.07%), seguido de carbohidratos (4.32%), fibra dietética total (3.79%), proteínas (2.46%), cenizas (0.49%) y por último grasas (0.09%). Por otra parte, las harinas de arveja dulce, escaldada y sin escaldar, presentaron un porcentaje parecido de grasas y proteínas mientras que los porcentajes de cenizas, fibra cruda y humedad fueron diferentes para cada harina, debido al proceso hidrotérmico.

La crema en polvo elaborada en la investigación presentó un porcentaje de humedad de 7.94%, 11.11% de cenizas, 13.46 % de proteínas, 5.73% de grasas, 2.62% de fibra cruda y 59.13% de carbohidratos. El NPR y PER obtenido para la crema fue respectivamente 2.87 y 2.23.

De los resultados obtenidos en los análisis se concluyó que las harinas de arveja dulce elaboradas presentaron características físicas y químicas aceptables para la elaboración de las cremas en polvo y otros productos. También se concluyó que al agregar en cualquier porcentaje harina de arveja dulce, escaldada o sin escaldar, a la harina de maíz aumentó significativamente el porcentaje de proteínas, grasas y fibra cruda, siendo las sustituidas con 30% de harina de arveja dulce las que presentaron un mayor porcentaje.

Todas las cremas fueron aceptadas en cuanto al color, olor, sabor y espesor, siendo la crema con 30% de arveja dulce escaldada la preferida por los consumidores. La crema en polvo de maíz con 30% harina de arveja dulce escaldada presentó una buena calidad proteica.

Las recomendaciones más importantes de la investigación fueron: Determinar la vida de anaquel de la harina de arveja dulce ya que este puede ser un factor que delimite su uso y buscar otro tipo de aplicación en el área de alimentos, ya que ésta presenta buenas características físicas y nutritivas.

## I. INTRODUCCIÓN

Las arvejas, y en general todas las leguminosas son gran fuente de proteínas, vitaminas y minerales. El contenido de proteínas en las arvejas es variable según la especie (15-40%) y el medio ambiente en el que se desarrollan.

En el caso de la arveja dulce (*Pisum Sativum var. Saccharatum*) el contenido de proteína es menor que el de la mayoría de las arvejas y posee una mayor cantidad de azúcares los cuales son los responsables de su sabor dulce. Sin embargo esta arveja es considerada una buena fuente de proteínas, carbohidratos complejos y vitaminas importantes como la vitamina A y C.

Los estudios en Guatemala sobre esta leguminosa son muy pocos y a pesar de que es cultivada y exportada el consumo interno de ésta no es muy alto.

Es por ello que en el siguiente trabajo de investigación se hizo uso de esta leguminosa para la elaboración de una harina deshidratada con buenas características funcionales y nutritivas, y posteriormente para la elaboración una crema de maíz en polvo.

Para esto se realizaron diversos análisis químicos proximales, físicos, fisicoquímicos, sensoriales y biológicos los cuales fueron de gran ayuda para la caracterización de la materia prima (arveja dulce y harina de maíz nixtamalizada), la harina de arveja dulce y por último la crema en polvo.

De los resultados obtenidos en los análisis se concluyó que las harinas de arveja dulce elaboradas presentaron características físicas y químicas aceptables para la elaboración de las cremas en polvo y otros productos. También se concluyó que agregar en cualquier porcentaje harina de arveja dulce, escaldada o sin escaldar, a la harina de maíz aumentó significativamente el porcentaje de proteínas, grasas y fibra cruda, siendo las sustituidas con 30% de harina de arveja dulce las que presentaron un mayor porcentaje.

Todas las cremas fueron aceptadas en cuanto al color, olor, sabor y espesor, siendo la crema con 30% de arveja dulce escaldada la preferida por los consumidores. La crema en polvo de maíz con 30% harina de arveja dulce escaldada presentó una buena calidad proteica.

## II. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

### A. Arveja o guisante

1. *Características botánicas y generalidades.* El guisante pertenece a la tribu Viciae, género *Pisum*. En la actualidad se reconocen dos especies dentro del género: El guisante cultivado *Pisum sativum* L. y *Pisum fulvum*.

El *P. sativum*, a su vez, se clasifica en dos subespecies: *sativum* (cuenta con dos variedades: *arvense* y *sativum*) y *elatius* (comprende las variedades *elatius*, *pumilio*, y *brevipedunculatum*) (Nadal, 2004)

La especie más común y más utilizada es la *Pisum sativum*. A esta especie se le llama de dos formas dependiendo su estado de madurez, es decir que cuando la arveja se cosecha madura se le llama arveja de “campo” y cuando todavía está inmadura se le llama arveja “jardín”. (Kehr, 2007)

Las arvejas están adaptadas a un clima húmedo fresco que debe de tener un rango de temperatura de 7-21°C. La temperatura óptima para el desarrollo de esta leguminosa es 18-21°C, sin embargo solamente se produce satisfactoriamente en países tropicales donde la altitud es de 1500-1800m. Es importante tener en cuenta que un exceso de calor retarda el florecimiento y el desarrollo de las vainas, causando la disminución del tamaño y peso de las semillas. (Salunkhe, 1998)

El cultivo es más productivo cuando se tienen abundantes lluvias, pero también tiene buen rendimiento en el frío o áreas semi-áridas. (Salunkhe, 1998)

2. *Exportación de arveja en Guatemala.* En Guatemala el sector exportador de arveja está conformado en su base productiva por agrupaciones de pequeños productores de la región del altiplano central. Se estima que son 25,000 agricultores en 200 comunidades de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez principalmente, produciendo en un área estimada de 4,500 manzanas.

Los 30 años de experiencia guatemalteca en exportaciones de arveja consolidan la calidad, disponibilidad y volumen que el mercado internacional demanda. (AGEXPORT, 2009)

El sector exportador de arveja ha tenido un crecimiento regular de acuerdo a la demanda de este producto en el mercado internacional, siendo actualmente el mayor exportador de este producto a Estados Unidos. (AGEXPORT, 2009)

La arveja china es la que más demanda tiene en el mercado estadounidense seguida de la arveja dulce, el ejote francés y los minigüicoyes; productos que, en menor escala, comercializan algunas empresas exportadoras de arveja. (AGEXPORT, 2009)

Datos recientes (año 2009) muestran que se exportaron 66.4 millones de libras de arveja china y que la exportación subió 58.7 por ciento en relación con el año 2008. Sin embargo, el director ejecutivo de la Asociación Gremial de Productores Rurales, expone que en ese año se obtuvo un bajo rendimiento de productos para la exportación debido al cambio climático y al poco consumo atribuido a la crisis económica mundial. (Urías, 2010)

Actualmente, los mercados de exportación de arveja son, en orden de importancia, Estados Unidos, Comunidad Europea y Canadá. (AGEXPORT, 2009)

3. *Importancia en la dieta humana.* En los últimos años, mundialmente se ha renovado el interés en el uso de la arveja en productos con valor agregado. Dicha legumbre resulta interesante desde el punto de vista nutricional por su contenido de proteínas, hidratos de carbono complejos, fibra dietética, minerales, vitaminas y compuestos antioxidantes. (Alasino, 2008)

Las arvejas tienen la característica de ser rica fuente de proteína (15.5-39.7%). Sin embargo, la utilización de estas legumbres para la alimentación y nutrición se ve afectada por el contenido de factores anti-nutricionales como los alfa-galactósidos, inhibidores de tripsina y lectina y ácido fítico, los cuales son llamados anti-nutricionales porque interfieren en la ingestión y digestión de las proteínas y minerales en los animales mono gástricos. (Urbano, 2003)

El intento por disminuir o tratar estos factores, sobre todo del ácido fítico, para mejorar la disponibilidad de fósforo y hierro está siendo frecuente.

Uno de los métodos, que se utilizó para tratar de mejorar la biodisponibilidad de las proteínas, fue el uso de la enzima fitasa, la cual puede minimizar las propiedades anti-nutricionales del ácido fítico. Sin embargo el uso de ésta, en las legumbres (arveja), no fue efectiva ya que se demostró que ésta no mejora la biodisponibilidad de las proteína, pero sí aumenta la cantidad de nitrógeno almacenado en el hígado. (Urbano, 2003) En éste mismo estudio se determinó también, que la disminución de ácido fítico se da por el tratamiento hidro-térmico suave, y que ésta disminución mejora la utilización de la proteína. Es por esto que

tratamientos como el escaldado y extrusión pueden ser utilizados para inactivar éstos factores. (Gujska, 1991)

Otro punto importante sobre las proteínas de la arveja es que son deficientes en aminoácidos azufrados como los son la metionina y la cisteína. Pero también son una gran fuente de lisina, que generalmente es el aminoácido deficiente de los cereales. (Salunkhe, 1998)

Sin embargo, dos razones hacen que esto no sea demasiado importante: primero, el hecho de que en los piensos, o en la alimentación humanas, esta leguminosa nunca constituye en exclusiva la dieta, sino que acompaña con cereales y hortalizas principalmente, con lo que compensan dicha deficiencia. En segundo lugar, la fabricación sintética de metionina hace que se pueda completar artificialmente la escasez en dicho aminoácido. (Cubero, 1983)

El uso de estas legumbres respecto a la alimentación es variado, ya que se utilizan como acompañantes de otros alimentos, “snacks”, bebidas y para la realización de harinas compuestas que son utilizadas para la elaboración de pastas comestibles, galletas, panes, arepas, sopas y “snacks”.

Las harinas compuestas por leguminosas y otros cereales se han estado desarrollando debido a que los cereales aumentan sus niveles de lisina y las legumbres sus niveles de aminoácidos azufrados. Sin embargo en diversos estudios se ha demostrado que la cantidad agregada de legumbre puede afectar las características físicas del alimento que se quiere elaborar. Un ejemplo de esto fue la utilización de harina de *Phaseolus vulgaris* y *Cajanus cajan* (10%) en la elaboración de una pasta con harina de trigo, ya que se pudo ver que el color, tiempo de cocción (afecta posteriormente la textura) y sólidos solubles fueron afectados con la adición de las leguminosas. Sin embargo estos cambios no causaron que la aceptación del consumidor respecto a la pasta fuera nula, lo que quiere decir que el alimento a pesar de cambiar algunas características, puede ser útil para el mercado. (Granito, 2009)

Otro ejemplo que concuerda con lo mencionado anteriormente fue la utilización de harina de arveja inactivada enzimáticamente para la panificación, ya que se pudo observar que el volumen del pan se vio afectado al agregar una gran cantidad de harina de arveja. Sin embargo los panes que presentaban un porcentaje menor de harina fueron aceptados por los consumidores, ya que el volumen no disminuyó tanto. (Alasino, 2008)

En general, se puede decir que la utilización de ésta y otras legumbres en la elaboración de alimentos está mejorando, ya que como se ha mencionado éstas brindan al alimento grandes proporciones de proteína y otros nutrientes que mejoran la nutrición de los humanos.

La proteína contenida en las diferentes variedades de arveja de la especie *Pisum Sativum* es altamente variable y es influenciada por factores genéticos y ambientales. Por ejemplo, desde hace varios años, se determinó que la utilización de fertilizantes con nitrógeno aumentaban el porcentaje de proteínas de 20 a 30%, y que el incremento de aceite de fósforo y la disminución de aceite de potasio aumentaban el contenido de nitrógeno de 3.5 a 4.9%.(Reichert, 1982)

## **B. Arveja dulce o Guisante dulce**

1. *Identificación botánica y generalidades de la arveja dulce.* La arveja dulce, es una leguminosa que pertenece a la tribu Viciae, género *Pisum* especie *sativum*. (Nadal, 2004)

Este tipo de arveja, pertenece al grupo de las arvejas de vaina comestible; es por esto que se puede decir que pertenece a la especie *Pisum sativum* L. La arveja dulce se diferencia de otras arvejas de vaina comestible por poseer vainas de paredes gruesas, succulentas y notablemente dulces. Las variedades comerciales de arveja dulce se caracterizan por presentar semillas rugosas, de cotiledones verdes y ausencia de pigmentación violácea (antocianinas que generan sabor amargo). Requieren el grano rugoso, que es más dulce, ya que se consumen con granos más desarrollados, en un estado de madurez más avanzado que por ejemplo la arveja china y la “snow peas”, que se consumen con granos muy pequeños. (Kehr, 2007)

La vaina de la arveja dulce es de menor tamaño que las que las vainas de variedades para grano verde para consumo inmaduro. Así, la arveja dulce no corresponde a *Pisum Sativum* var. *Macrocarpon* (identificación para arvejas de vaina comestible como arveja china) sino que se clasifica, según otras fuentes, como *Pisum Sativum* var. *Saccharatum*. (Kehr, 2007)

Éstas se dieron a conocer a principios de los años 80 en Estados Unidos, donde tuvieron gran aceptación y ahora se comercializan tanto en estado fresco como congeladas. (Kehr, 2007)

2. *Composición química y nutricional de la arveja dulce.* La composición química y nutricional de la arveja dulce no se encuentra en las tablas de composición de alimentos de INCAP recientes, sin embargo sí se encontró en tablas de INCAP del año 1961 con el nombre y la descripción de “Guisantes (*Pisum Sativum* var. *macrocarpon*)”. Los datos presentados en el cuadro son los datos más importantes para el trabajo de investigación que se desea realizar.

Cuadro #1: Composición de guisante (*Pisum Sativum var. macrocarpon*: Peas, endiblepodded, sugar peas) por 100g de porción comestible

Agua (%)	Proteína (g)	Carbohidrato (g)	Fibra dietética total (g)	Grasa total (g)	Cenizas (g)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vit.A (mcg)	Vit.C (mg)
86.2	2.6	10.5	1.5	0.1	0.6	44	1.4	55	30

(INCAP, 1961)

Otro cuadro encontrado sobre la composición nutricional de ésta variedad fue el siguiente.

Cuadro #2: Contenido nutricional de arveja de vaina comestible cruda (sugar snap peas = arveja dulce) en 100g

Agua (g)	Proteína (g)	Carbohidrato (g)	Azúcar (g)	Fibra dietética total (g)	Grasa total (g)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vit.A (mcg)	Vit.C (mg)
88.9	2.8	7.5	4	3	0.2	43	2.1	---	60

(Nutritiondata, 2010)

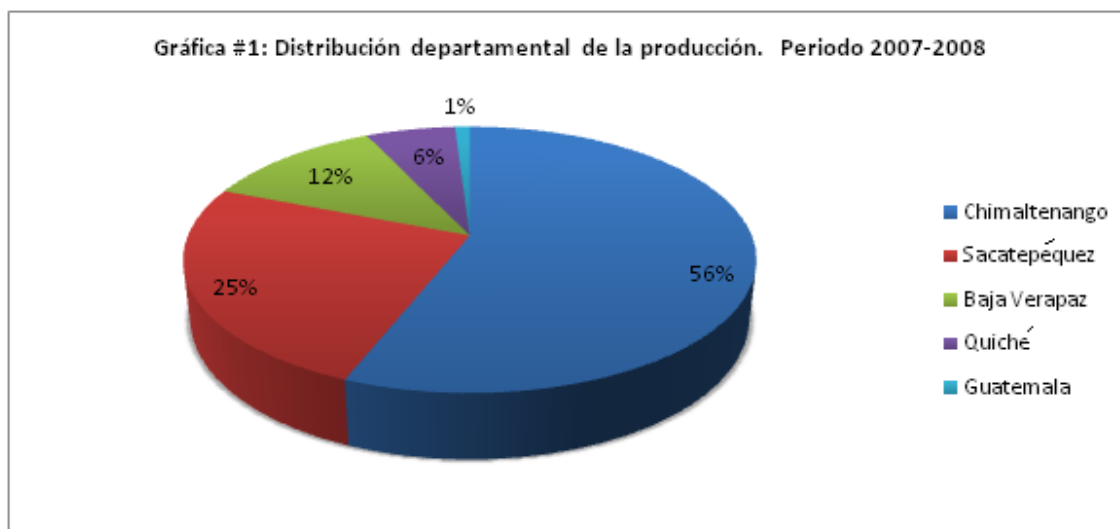
3. *Importancia de la arveja dulce en la dieta humana.* Desde el punto de vista nutricional se puede decir que la arveja dulce, al igual que las otras arvejas, es una fuente principal de proteína, carbohidratos y fibra, y que también aporta vitaminas y minerales importantes como hierro, calcio y vita A y C. (Kehr, 2007)

Los únicos problemas que se tienen con esta leguminosa de grano, es que una alta porción de calorías proviene de azúcares (ver Cuadro #2) y que posee factores anti-nutricionales como los inhibidores de tripsina y lectinas , ácido fitico entre otros; los cuales como ya se mencionó interfieren en la ingestión y digestión de las proteínas y minerales en los animales mono gástricos y además pueden causar hipertrofia pancreática y menor crecimiento debido a pérdidas proteicas endógenas, situaciones ambas que se derivan de la estimulación negativa de la función enzimática del páncreas . (Hickling, 2003)

Sin embargo varios estudios han demostrado que los factores anti-nutricionales como los mencionados anteriormente son inactivados por procesos de remojo y cocción simultáneos. (Bilbao, 2000), (Gujska, 1991), (Hickling, 2003)

También se ha demostrado que las arvejas, en general, contienen un bajo contenido de estos factores. Los niveles de inhibidores de la tripsina son generalmente menores a 4 UIT/mg en arvejas forrajeras y >6 UIT/mg en variedades de invierno. (Hickling, 2003)

4. *Producción y consumo de arveja dulce en Guatemala.* De acuerdo con a la encuesta nacional agropecuaria realizada por el INE en el año 2008, se estimó que el total de producción de arveja estuvo concentrada en cinco departamentos, cada uno de ellos contribuyó de la siguiente manera: Chimaltenango con 56%, Sacatepéquez con el 25%, Baja Verapaz, Quiché y Guatemala con el 12%, 6% y 1% respectivamente. (Agronegocios, 2009) En la siguiente gráfica se puede observar mejor esta distribución.



(Agronegocios, 2009)

En la actualidad la distribución sigue siendo parecida y por lo tanto se puede decir que el departamento de Chimaltenango es el mayor productor de arveja en Guatemala.

La producción estimada de arveja dulce en el año 2009 fue de 436 miles de quintales, es decir 4,360 miles de toneladas en 3.7 miles de manzanas (2.59 miles de hectáreas), lo cual significa que la producción es bastante y que representa, en comparación con la arveja china, un 30%. (MAGA, 2010)

En el siguiente cuadro se puede observar la producción de arveja dulce desde el año 2001 hasta el 2009.

Cuadro #3: Área cosechada y producción de arveja dulce: años 2001-2009.

Año	Área cosechada ( miles de manzanas)	Cantidad producida ( miles de quintales)
2001	1.8	182.4
2002	1.8	182.4
2003	3.6	437.8
2004	3.7	441.0
2005	3.7	459.4
2006	3.7	448.4
2007	3.7	425.5
2008 (cifras preliminares)	3.7	435.0
2009 (cifras estimadas)	3.7	436.0

(MAGA, 2010)

En cuanto al consumo interno de arveja, en general, se ha estimado que es de un 7% respecto a la producción y que por lo tanto la mayor parte de la arveja producida es exportada (aprox. un 70%). Sin embargo el desecho también representa un porcentaje bastante alto (23% respecto a la producción), lo cual da a entender que los guatemaltecos no se ven atraídos por este tipo de productos. (Agronegocios, 2009)

5. *Exportación de arveja dulce en Guatemala.* El comercio exterior es importante para el desarrollo económico de la cadena productiva de la arveja en Guatemala, ya que representa el 70% del destino de la producción nacional. (Agronegocios, 2009)

De acuerdo con el comportamiento de las exportaciones durante los últimos 9 años 2001-2009, éstas mantienen una tendencia de crecimiento, ya que al inicio del 2001, las exportaciones se situaron en 426 miles de quintales, mientras que para agosto del 2009 se exportaron 634 miles de quintales. (Agronegocios, 2009)

Guatemala, es uno de los principales exportadores de arveja a nivel mundial con un 13.4 % del total de las exportaciones; le siguen Francia 11.60%, Rusia 9.40%, China 8.11% y Holanda 5.28%. Actualmente la mayoría de las exportaciones de Guatemala son a Estados Unidos (82%)

siendo este su principal destino, seguido por el Reino Unido (8%), Holanda (4%), Canadá (3%) y México (2%). (AGEXPORT, 2010)

En cuanto a la arveja dulce en específico, no existen datos sobre la exportación, ya que ésta presenta la misma partida arancelaria que la arveja china. Por lo tanto los datos brindados por AGEXPORT, sobre la exportación, representan un 70% para la arveja china y un 30% para la arveja dulce.

Tomando como principio lo mencionado anteriormente se puede entonces decir que para el año 2009 se exportó aproximadamente 95,099.88 quintales de arveja dulce y 221,899.72 quintales de arveja china. La exportación de estas dos variedades de arveja ha ido en aumento y se cree que seguirá aumentando durante los próximos años (ver el siguiente cuadro). (AGEXPORT, 2010)

Cuadro #4: Exportación de arveja china y dulce: Años 2005-2009

Año	Cantidad de exportación (quintales)
2005	249,107.01
2006	262,283.14
2007	268,713.15
2008	274,483.73
2009	316,999.60

### C. Harina de maíz

1. *Generalidades del maíz y su harina.* El maíz pertenece a la familia Graminae, conocido botánicamente como *Zea mays* Linnaeus, es un cereal originario del área de México y Centro América, que ha sido cultivado por más de 500 años, expandiéndose su cultivo ampliamente en toda América y el resto del mundo. (Dendy, 2004)

Existen dos clases principales de maíz, el blanco y el amarillo. El maíz blanco es cultivado en pequeñas cantidades, mientras que el amarillo es el más común. El maíz tiene un alto valor energético y se utiliza tanto para alimentación humana como animal y también para numerosas aplicaciones industriales. Según sea la variedad, los granos de maíz se consumen enteros, como palomitas o se utilizan para hacer comidas, alimentos para desayunos y hominy (comida a base de maíz groseramente molido y hervido en leche o en agua). (Dendy, 2004)

La harina de maíz es un subproducto del maíz muy utilizado en América Central y se utiliza para elaborar panes, galletas, tortillas y snacks.

En algunos países, la harina de maíz se utiliza pura o mezclada con otro tipo de harina como centeno, amaranto, soya y trigo; esto con el motivo aumentar el valor nutricional, ya que el maíz es deficiente en los aminoácidos como la lisina y el triptófano.

La fabricación de la harina de maíz requiere un alto control de las condiciones de maceración, tratamiento con álcali, proceso de molienda, proceso de secado, zarandeado y otras operaciones bajo las que se debe llevar a cabo el proceso para obtener un producto similar al preparado a nivel casero. (Aldrich, 1970)

Es importante mencionar, que la harina de maíz es pobre en gluten, por lo tanto los productos de panadería realizados con este producto no presentan esponjamiento; es por esto que los productos como los “snacks” y las tortillas son más aceptados por el consumidor.

2. *Composición nutricional de la harina de maíz.* La composición nutricional de la harina de maíz se puede observar en los siguientes cuadros.

Es importante mencionar que la composición varía respecto al tipo de maíz (amarillo o blanco) y si éste ha sufrido algún proceso como el enriquecimiento, nixtamalización o pilado (primero muele y después se cuece).

Cuadro #5: Composición de harina de maíz nixtamalizado, masa seca en 100g de porción comestible.

Agua (%)	Proteína (g)	Carbohidrato (g)	Fibra dietética total (g)	Cenizas (g)	Grasa total (g)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vit.A (mcg)	Vit.C (mg)
9.03	9.34	76.27	9.60	1.57	3.78	141	7.21	0	0

(INCAP, 2007)

3. *Importancia del maíz y la harina de maíz en Guatemala.* El maíz es un alimento rico en calorías y una porción de 100 gramos llega a cubrir el 15% del requerimiento calórico. También tienen una cantidad apreciable de proteínas; aunque, como ya se había mencionado

previamente, éstas no son de calidad óptima como las de origen animal, ya que solamente cubren el 10% del requerimiento diario. (Palma, 2007)

En Guatemala se estima que la ingesta de maíz es de 250 libras/año (114Kg) por habitante, la alimentación bajo este régimen de consumo, equivale a cubrir el 38% de calorías y el 36% de proteína.

El maíz, como ya se había mencionado se consume de muchas formas, desde la sémola para polenta, pan de maíz, maíz para poporopo, tortillas etc. (FAO, 1993)

El proceso de cocción del maíz en agua de cal es propio de México y América, y se puede decir que a partir de éste, se preparan gran cantidad de platos populares guatemaltecos como el atole, tortillas y los tamalitos (habitualmente la masa se mezcla hojas de chipilín, flores de loroco o frijoles cocidos, lo que mejora la calidad nutritiva del producto y su sabor). Por otro lado si la masa se deja fermentar durante dos días envuelta en hojas de plátano o banano se obtiene el alimento llamado pozol, el cual sirve para fabricar varias bebidas. La masa de maíz también se usa como base para hacer enchiladas, tacos y pupusas, ya que cuando la masa se fríe y condimenta, da alimentos como hojuelas y chilaquiles.

En este país el consumo de alimentos es limitado, por el poder adquisitivo, es por esto que la mayoría de los guatemaltecos no tienen acceso a la canasta básica diaria dando como resultado una dieta basada en la relación cereal /leguminosa, en donde el maíz y el frijol son la base. (Fuentes, 2002)

#### **D. Escaldado**

1. *Principio e importancia del escaldado en los alimentos.* El escaldado es el proceso térmico que utiliza la convección y la conducción del calor para inactivar las enzimas que se encuentran en un alimento, con el fin de aumentar la vida de anaquel del mismo. (Alzamora, 1985)

La importancia del escaldado en los alimentos, como lo son los vegetales, radica en el poder de éste para inactivar enzimas que son perjudiciales para el almacenamiento de éstos en diferentes condiciones (congelado, enlatado, deshidratado etc). (Halpin, 1987)

Las enzimas como lo son la peroxidasa, la lipooxigenasa y polifenoloxidasas son las causantes de cambios en el color (degradación de clorofila), sabor (rancios) y olor de muchas verduras y frutas. (Halpin, 1987) En el caso de la peroxidasa, enzima más termorresistente del grupo, se

necesita un tiempo y temperatura especial para su inactivación óptima. (Mera, 2007) Sin embargo se ha demostrado que este tipo de enzima puede activarse otra vez en condiciones como el congelamiento y refrigeración, causando cambios físicos en los alimentos después de cierto tiempo de almacenamiento. (Halpin, 1987) Es por esto que es necesario, antes de escaldar, saber bien las características de la materia prima, el tamaño del batch, temperatura y método que se va a utilizar. (Fellows, 2000)

Existen diferentes tipos de escaldados pero los más utilizados son: el escaldado por vapor y el escaldado por inmersión en agua caliente. (Fellows, 2000)

Se ha demostrado que el tipo de escaldado influye mucho en los procesos posteriores a los que se vaya a someter el alimento, por ejemplo en el caso del deshidratado, se ha descubierto una disminución en el tiempo de secado y por lo tanto el aumento en la velocidad de secado cuando se utiliza el escaldado por vapor a cierta presión. (Moyer, 1959)

El mejor método para blanquear arvejas es el escaldado por vapor, ya que no causa daños importantes a la textura, evita la pérdida de componentes solubles en agua, y como ya se había mencionado aumenta la velocidad de secado; sin embargo se ha estudiado que también contribuye con la pérdida de peso del vegetal y no elimina otros contaminantes físicos como los pesticidas, tierra, pelos etc. (Shams, 1987)

Otro dato importante a mencionar es que este tipo de escaldado no es el más utilizado para las arvejas, ya que se necesita un equipo especial para poderlo realizar (se necesita llegar a una presión y temperatura alta para generar el vapor).

2. *Cambios químicos y físicos que produce el escaldado en alimentos.* El escaldado produce una serie de cambios químicos y físicos, sobre todo si es el escaldado por inmersión en agua caliente. Este tipo de proceso tiene la fama de causar la pérdida de compuestos esenciales y nutritivos de los alimentos, ya que al sumergir el vegetal en agua caliente, todos los compuestos solubles en agua (vitamina C, azúcares, tiamina y ácido pantotético) se pierden (5-30%) de la matriz alimentaria. (Shams, 1087) Sin embargo se ha demostrado que estas pérdidas son insignificantes si se toma en cuenta durante el proceso una temperatura alta, agua sin agitación, un corto tiempo en el agua de enfriamiento y una partícula más grande (se disminuye el área de contacto). (Alzamora, 1985)

Los cambios físicos, más comunes, que sufre el alimento después de escaldado es el aumento o disminución del color (depende de condiciones) y la pérdida de firmeza, ya que la pared de las células pierden su turgencia y se contraen.

Por otro lado los cambios químicos más comunes son la pérdida de agua, azúcar, polisacáridos solubles en agua, proteínas solubles en agua, vitaminas (se reducen 5-70%) y minerales.

El tiempo y la temperatura, como ya se ha mencionado, son factores importantes para obtener un producto con baja pérdida de nutrientes, buena inactivación de enzimas y bajos cambios físicos.

Se ha comprobado en diversos estudios que la mejor combinación para realizar el escaldado por inmersión sea de alta temperatura y bajo tiempo. (Halping, 1987) En el caso de la peroxidasa en las arvejas se recomienda una temperatura de 90-100°C por 1-2 minutos. (Mera, 2007)

## **E. Deshidratación**

1. *Principio y tipos de deshidratación.* La deshidratación es el proceso térmico que utiliza la transferencia de calor e implica a la transferencia de masa, con el fin de eliminar el agua de los alimentos, utilizando ciertas condiciones climáticas. (Barbosa, 1996) Es importante mencionar que la deshidratación difiere del secado, ya que el primer proceso requiere de una remoción de agua mayor que el segundo. Un alimento deshidratado es aquel que no contiene más de 2.5% de agua (base seca); mientras que un alimento seco es aquel que se ha expuesto a una remoción de agua, pero que contiene más de 2.5% de agua base seca. (Barbosa, 1996)

En el caso de la industria de los alimentos, la deshidratación se utiliza con el fin principal de disminuir la tendencia de crecimiento de microorganismos y la aparición de reacciones químicas indeseables.

Existen diferentes tipos de deshidratación, los cuales difieren en las condiciones y el mecanismo en las que se realiza la remoción de agua. Los productos obtenidos de cada uno de estos tipos son diferentes, es decir que cambia su textura, sabor, color etc. Es por esto que es necesario determinar principalmente qué características se desean en el producto resultante.

Es importante mencionar que muchas veces la deshidratación puede ser larga y costosa, sin embargo existen diferentes pre-procesos que se pueden llevarse a cabo para aumentar la velocidad de deshidratación.

Un ejemplo de esto es el escaldado, ya que se ha comprobado que escaldar las arvejas antes de deshidatarlas aumenta la velocidad del proceso de remoción de agua. El tipo de escaldado va a ser determinante en la forma en que la velocidad va a aumentar, por ejemplo, en el escaldado por vapor se necesita menos tiempo para llegar al porcentaje de agua necesario, que cuando se utiliza el escaldado por inmersión en agua caliente. (Moyer, 1959)

También se puede decir que un tipo de deshidratado puede ser una ayuda de otro tipo, por ejemplo el deshidratado osmótico, el cual permite reducir el contenido de humedad hasta 50-60% incrementando los sólidos solubles. El producto que se obtiene de este tipo de deshidratación presenta mejores características organolépticas y disminuye el tiempo que se necesita para secar el producto resultante. (Mazzeo, 2006)

Los tipos de deshidratación más utilizados industrialmente son el deshidratado por convección de aire caliente o por contacto con superficies calientes, deshidratado osmótico, deshidratado al sol (artesanal) y deshidratado por liofilización.

Cada uno de estos tipos de deshidratado necesitan, para llevarse a cabo, un equipo especial. Por ejemplo para el caso del deshidratado, por convección de aire caliente, se necesita un secador de bandejas, rotatorio o en un spray dryer (muy utilizado para leche y huevo). Para el caso de la deshidratación osmótica se necesitan tanques con cierta solución saturada, y para el caso de la deshidratación al sol solamente se necesita tener una cantidad de sol adecuada y una superficie donde se pueda colocar el producto. (Barbosa, 1996)

En el caso de las arvejas, se ha encontrado que la mayoría de éstas se deshidratan en un horno de bandejas por convección con aire caliente, en donde se utiliza una temperatura aproximadamente de 60-65°C. Las arvejas obtenidas de este secado se utilizan para obtener harinas las cuales son mezcladas con cereales para realizar productos. (Alasino, 2008)

La humedad a las cuales se llevan estas leguminosas son de aproximadamente 3-10% en base seca, para poder realizar adecuadamente la molienda. (Granito, 2009)

2. *Cambios que produce la deshidratación en alimentos.* En general se puede decir que el crecimiento microbiano y la deterioración química está relacionada con la actividad de agua. En el caso de los alimentos deshidratados, la actividad de agua es baja, y por lo tanto, se disminuye la probabilidad de crecimiento microbiano y de reacciones enzimáticas que pueden producir sabores, colores y aromas indeseables en los alimentos. Sin embargo, es importante hacer notar que las condiciones no favorables que presenta el alimento durante y después de

proceso pueden causar el estrés de los microorganismos encontrados (si es que se encuentran,) y por lo tanto causar la producción de toxinas indeseables. (Barbosa, 1996)

En cuanto a las reacciones no enzimáticas, es importante mencionar que la deshidratación no controlada puede crear condiciones favorables para que se dé la reacción de caramelización y Maillard. Estas reacciones pueden ser deseables o indeseables en el producto resultante, ya que éstas producen sabores, olores y colores específicos. (Barbosa, 1996)

Otro cambio que se puede notar en el alimento deshidratado es el cambio de estructura, ya que las células por la pérdida de agua se contraen y forman una estructura plana y arrugada. Es importante tener en cuenta que este tipo de cambio es inevitable y que es parte de una deshidratación. (Barbosa, 1996)

Por último se puede observar la pérdida de aromas, flavor y en ciertos casos la destrucción de nutrientes. Todos estos cambios dependen del tipo de deshidratación y de las condiciones que se apliquen al alimento. Los aromas que se pierden son los aromas volátiles, sin embargo también se pueden producir olores indeseables debido a las reacciones de algunos lípidos con proteínas. (Barbosa, 1996)

Es importante mencionar que se debe de utilizar un calentamiento moderado, ya que éste va a mejorar la digestibilidad de las proteínas y los carbohidratos. (Barbosa, 1996)

### III. JUSTIFICACIÓN

Las arvejas, y en general todas las leguminosas son gran fuente de proteínas, vitaminas y minerales. El contenido de proteínas en las arvejas es variable según la especie (15-40%) y el medio ambiente en el que se desarrollan.

En el caso de la arveja dulce (*Pisum Sativum var. Saccharatum*) el contenido de proteína es menor que el de la mayoría de las arvejas y posee una mayor cantidad de azúcares, los cuales son los responsables de su sabor dulce. Sin embargo esta arveja es considerada una buena fuente de proteínas, carbohidratos complejos y vitaminas importantes como la vitamina A y C.

La arveja dulce (*Pisum Sativum var. Saccharatum*) es un alimento que no es considerado barato, pero a pesar de este inconveniente, se ha visto su potencial para contribuir en el mejoramiento del perfil proteico de productos procesados a base de cereales, ya que ésta puede brindarle a estos productos aminoácidos importantes como la lisina.

En Guatemala la arveja dulce se produce en grandes cantidades, para año 2009 (dato más reciente) la producción fue de 4,360 miles de toneladas en 3.7 miles de manzanas (2.59 miles de hectáreas), siendo el departamento de Chimaltenango el pionero en la producción. Sin embargo el consumo interno de esta leguminosa es bajo (7% respecto a la producción) dando como resultado un desecho bastante alto (23% respecto a la producción).

El hecho de que el excedente sea bastante alto es de gran preocupación, ya que se está desperdiciando una fuente nutritiva, que podría ayudar a la población a mejorar su dieta y nutrición. Es por esto que se vio la necesidad de investigar y desarrollar un producto que haga uso de esta leguminosa para disminuir su desecho, y por lo tanto aumentar su consumo.

Las investigaciones que se han desarrollado en Guatemala respecto a esta leguminosa son muy pocas, y se enfocan mayormente en su composición y no en el desarrollo de productos derivados.

Es por esto que en esta investigación se deseaba no sólo determinar la composición química proximal de la arveja dulce sino también realizar un producto (harina) que fuera utilizado en la industria.

La idea de elaborar una harina surgió porque este producto es de larga duración y se puede utilizar para la producción de diferentes alimentos, como pastas, pan, nachos, sopas, galletas, tortillas entre otros.

La harina se mezcló con harina de maíz, para aumentar su valor nutricional, ya que como se sabe el maíz es deficiente en lisina, pero rico en aminoácidos azufrados y la arveja es deficiente en aminoácidos azufrados, pero rico en lisina; por lo tanto se complementaban.

Además se sabe que el maíz es la base de la alimentación de los guatemaltecos, por lo que se vio la necesidad de saber si la adición de la arveja dulce, en diferentes cantidades, aumentaba el valor nutricional de este producto tan utilizado para la realización de alimentos típicos de Guatemala.

#### IV. OBJETIVOS

##### A. GENERAL:

1. Elaborar una harina de arveja dulce (*Pisum Sativum var. Saccharatum*) deshidratada que presente buenas características funcionales y nutritivas; y encontrar su posible utilización en la industria de las cremas en polvo a base de harina de maíz.

##### B. ESPECÍFICOS:

1. Determinar la cantidad de inhibidores de tripsina y la composición química proximal de la materia prima (arveja dulce).
2. Establecer las condiciones para la elaboración de las harinas de arveja dulce.
3. Evaluar la inhibición de los inhibidores de tripsina, composición química proximal y propiedades físicas de las harinas de arveja dulce producidas.
4. Establecer las mezclas de harina de maíz y harina de arveja dulce adecuadas.
5. Evaluar la composición química proximal y propiedades físicas de las mezclas realizadas.
6. Elaborar una crema en polvo a base de harina de maíz, utilizando las mezclas anteriores.
7. Evaluar, la composición química proximal y la aceptabilidad sensorial de la crema respecto a color, olor, sabor y espesor.
8. Evaluar biológicamente la calidad proteica de la crema en polvo con mayor aceptación y preferencia sensorial y mejor perfil químico proximal de la pre-mezcla.



## V. METODOLOGÍA

En el siguiente trabajo se utilizaron diferentes herramientas para obtener la información necesaria y realizar el trabajo deseado. Las herramientas más utilizadas fueron: Libros, internet y los laboratorios de la Universidad del Valle de Guatemala (Laboratorio de Operaciones unitarias y el de investigaciones del departamento de Alimentos).

Los datos fueron recolectados y registrados de manera escrita en un cuaderno y de forma electrónica.

Los parámetros principales que fueron medidos a las harinas elaboradas son:

-Químicos: humedad, cenizas, fibra cruda, grasa, proteína y carbohidratos.

-Físicos: granulometría, textura, retención de agua y retención grasa.

Los parámetros principales que fueron medidos a las cremas en polvo elaboradas son:

-Químicos: humedad, cenizas, fibra cruda, grasa, proteína y carbohidratos (sólo a la más aceptada).

-Nutricionales o biológicos: razón proteica neta (NPR) y PER (sólo a la más aceptada).

-Sensoriales: Preferencia de las cremas elaboradas y aceptabilidad de sus características por parte del consumidor.

### A. Diseño experimental

1. *Pesado de materia prima (arveja dulce).* La materia prima entrante se pesó con la balanza encontrada en el laboratorio de operaciones unitarias. El motivo de pesar la materia prima fue para determinar el porcentaje de rendimiento de la materia prima utilizada y las mermas obtenidas.

2. *Realización de análisis proximal para arveja dulce como materia prima entrante y harina de maíz nixtamalizada.*

a. Preparación de la muestra de arveja dulce: La muestra se preparó de la siguiente forma para obtener una muestra molida.

- 1) Se picó cierta cantidad de arveja para obtener aproximadamente 466g de arveja picada.
- 2) Se taró una bandeja de aluminio y se colocó la arveja en ésta.
- 3) Se tomó el peso de la bandeja con la arveja picada y se colocó en el horno a 65°C aproximadamente 24h.
- 4) Se dejó enfriar y se tomó el peso de la bandeja con la muestra para obtener el porcentaje de humedad preliminar.
- 5) Por último se pasó por un molino hasta obtener un tamaño de partícula más pequeña.

Cuadro #6: Métodos para análisis proximal de arveja dulce como materia prima entrante y harina de maíz nixtamalizada

ANÁLISIS	MÉTODO
Determinación de cenizas	Método oficial de la AOAC 923.03 "Ash of flour".
Determinación de humedad	Método oficial de la AOAC 925.10 "Solids (Total) and Moisture in flour: Air Oven Method".
Determinación de proteína	Método oficial de la AOAC 920.87 "Protein (Total) in Flour".
Determinación de grasa	Método oficial de la AOAC 945.39 D-E) "Petroleum Ether Extract or Oil"
Determinación de fibra cruda y dietética total	Método oficial de la AOAC 962.09 E) "Fiber (crude) in animal feed and pet food". Este método también se usa para harinas de trigo y de soya. Método oficial de la AOAC 991.43 F) "Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber".
Carbohidratos	Éste se determinó por diferencia.

3. *Determinación de la cantidad inhibidores de tripsina en arveja dulce.* Para la determinación de la cantidad de inhibidores de tripsina en la arveja dulce como materia prima se utilizó el método usado en el siguiente estudio *Determination of Trypsin Inhibitor Levels in Foodstuffs* el cual pertenece al autor Smith.C.

4. *División de muestras.* Se dividió la arveja dulce pesada anteriormente en dos grupos. La cantidad de arveja de cada grupo fue la misma, siendo el grupo 1 la arveja que se escaldó a 95°C al tiempo de inactivación de peroxidasa y el grupo 2 la arveja que no se escaldó.

La división se realizó con la ayuda de la balanza que se encuentra en el laboratorio de operaciones unitarias.

5. *Limpieza.* Las arvejas se sumergieron en agua antes de escaldarlas y deshidratarlas con el fin de eliminar toda aquella contaminación física que puedan presentar. (Tierra, pelos etc.)

6. *Determinación de tiempo de escaldado a 95°C.* Se determinó el tiempo de inactivación de la peroxidasa en la arveja dulce a 95°C. Para esto se utilizó un batch de 2 lb de arveja dulce las cuales fueron sumergidas en agua caliente a una temperatura de 95°C. C

Cada 10 segundos se tomó una muestra a la cual se le realizó la prueba de inactivación de peroxidasa (ver punto #9). La determinación se detuvo cuando la muestra ya no presentó burbujas.

7. *Escaldado del grupo 1 de arveja dulce.* Como ya se mencionó, el grupo#1 se escaldó con agua caliente a una temperatura de 95°C al tiempo determinado en el punto anterior.

8. *Determinación de la inactividad enzimática para la arveja dulce escaldada del grupo 1.* El indicador de la inactividad enzimática fue la peróxidasa, es por esto que le se aplicó unas gotas de peróxido de hidrógeno a una muestra de arveja dulce escaldada.

Se tomó como inactivada cuando la muestra, al agregarle las gotas, no presentó burbujas.

9. *Deshidratación de arveja dulce.* Los grupos 1 y 2 de arveja dulce se deshidrataron por separado en un horno de bandejas por convección de aire caliente a una temperatura de 60°C hasta llegar a una humedad menor al 10%. En la deshidratación se utilizó una balanza de humedad para determinar la humedad inicial del producto y también se construyó una curva de secado tomando la pérdida de peso cada hora de una muestra de 25g.

10. *Molienda.* La molienda de los dos grupos se llevó a cabo en un molino de cuchillas que contiene un elemento clasificador con un tamiz de 35 mesh.

11. *Análisis proximal de harinas obtenidas*

Cuadro #7: Métodos para análisis proximal de harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada

ANÁLISIS	MÉTODO
Determinación de cenizas	Método oficial de la AOAC 923.03 "Ash of flour".
Determinación de humedad	Método oficial de la AOAC 925.10 "Solids (Total) and Moisture in flour: Air Oven Method".
Determinación de proteína	Método oficial de la AOAC 920.87 "Protein (Total) in Flour".
Determinación de grasa	Método oficial de la AOAC 945.39 D-E) "Petroleum Ether Extract or Oil"
Determinación de fibra cruda	Método oficial de la AOAC 962.09 E) "Fiber (crude) in animal feed and pet food". Este método también se usa para harinas de trigo y de soya.
Carbohidratos	Éste se determinará por diferencia.

12. *Determinación de la cantidad inhibidores de tripsina en harina de arveja dulce.*  
Para determinación la cantidad de inhibidores de tripsina en las harinas obtenidas se utilizó el método usado en el siguiente estudio *Determination of Trypsin Inhibitor Levels in Foodstuffs* el cual pertenece al autor Smith, C.

13. *Determinación de las características funcionales de las harinas de arveja dulce sin escaldar y escaldada y harina de maíz nixtamalizada*

Cuadro #8: Métodos para análisis de funcionalidad para harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada y harina de maíz nixtamalizada

ANÁLISIS	MÉTODO
Textura	Se preparó una masa con las dos harinas (las dos presentaban la misma cantidad de agua) y se utilizó el texturometro.

## (Continuación Cuadro# 8)

ANÁLISIS	MÉTODO
Determinación de la granulometría	Para la determinación de la granulometría se pesaron 100g de muestra; la cual fue colocada en el tamizador durante 15 min. Es importante mencionar que previo a la colocación a la muestra se tararon los tamices para determinar la cantidad de harina retenida en cada tamiz.
Determinación de la retención de agua y grasa	Se utilizó el método que se utiliza en el estudio <i>Functional and Electrophoretics of succinylated Penut Flour Protein</i> , el cual pertenece al autor Beuchat,L.

14. *Elaboración de las mezclas de harina.* Se realizaron mezclas de cereal harina de maíz nixtamalizada/ leguminosa de 0, 15 y 30%.

Para esto se utilizaron las harinas de arveja dulce escaldada y la que no se escaldó.

15. *Análisis proximal de pre-mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce escaldada y sin escaldar.*

Cuadro #9: Métodos para análisis proximal de pre-mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce escaldada y sin escaldar

ANÁLISIS	MÉTODO
Determinación de cenizas	Método oficial de la AOAC 923.03 "Ash of flour".
Determinación de humedad	Método oficial de la AOAC 925.10 "Solids (Total) and Moisture in flour: Air Oven Method".
Determinación de proteína	Método oficial de la AOAC 920.87 "Proteín (Total) in Flour".
Determinación de grasa	Método oficial de la AOAC 945.39 D-E) "Petroleum Ether Extract or Oil"
Determinación de fibra cruda	Método oficial de la AOAC 962.09 E) "Fiber (crude) in animal feed and pet food". Este método también se usa para harinas de trigo y de soya.
Carbohidratos	Éste se determinará por diferencia.

16. *Determinación de las características funcionales de las pre-mezclas de harinas.*

Cuadro #10: Métodos para análisis de funcionalidad para las pre-mezclas de harinas

ANÁLISIS	MÉTODO
Determinación de la granulometría	Para la determinación de la granulometría se pesaron 100g de muestra; la cual fue colocada en el tamizador durante 15 min. Es importante mencionar que previo a la colocación a la muestra se tararon los tamices para determinar la cantidad de harina retenida en cada tamiz.
Textura	Se preparó una masa con las dos harinas (las dos presentaban la misma cantidad e agua) y se utilizó el texturómetro.
Determinación de la retención de agua y grasa	Se utilizó el método que se utiliza en el estudio <i>Functional and Electrophoretics of succinylated Penut Flour Protein</i> , el cual pertenece al autor Beuchat,L.

17. *Elaboración de crema en polvo.*

a. Mezcla de ingredientes y dilución de la mezcla en agua: A cada una de las mezclas anteriores se les agregó leche en polvo, cebolla en polvo, pimienta, sal y glutamato monosódico en diferentes cantidades hasta llegar a la fórmula adecuada. También se le agregó el agua hasta obtener el espesor necesario.

Cuadro #11: Fórmula de crema en polvo de maíz con arveja dulce sin escaldar y escaldada

INGREDIENTE	CANTIDAD PARA UNA SUSTITUCIÓN 15%* (g)	CANTIDAD PARA UNA SUSTITUCIÓN 30%* (g)
Harina de maíz	42.5	35
Harina de arveja dulce	7.5	15
Leche en polvo entera	12	12
Sal	2	2
Cebolla deshidratada	2	2
Glutamato monosódico	1.1	1.1
Cilantro	0.3	0.3
Pimienta	0.1	0.1
Agua	600	600

\*La cantidad total base (harina de maíz + harina de arveja dulce) es de 50g

- b. Cocción: La crema fue cocinada hasta hervor a fuego lento por 8min.

18. *Determinación de la preferencia y aceptabilidad del color, olor, espesor y sabor de las cremas elaboradas.* En la prueba sensorial se evaluó la preferencia y el grado de aceptabilidad del color, olor, textura, dureza y sabor de las diferentes cremas elaboradas.

a. Lugar y panelistas: La prueba sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad del Valle de Guatemala. La prueba se les pasó a un grupo de 25 panelistas de ambos sexos con edades entre 18 a 50 años.

- b. Materiales y equipo:

Cuadro #12: Materiales y equipo para el análisis sensorial

MATERIAL	CANTIDAD
Servilletas	Un paquete
Vasos de duroport de 2onz	100
Cucharitas	100
Vasos para agua	25
Picheles para agua	8
Rollo de maskin tape	1
Marcador	1
Lápices	10
Bandejas	8
Ollas	4
Balanza	1
Taza medidora	4
Cucharon	1
Paleta	1
Harina de arveja	300g
Harina de maíz	300g
Cebolla en polvo	10g
Sal	20g
Cilantro deshidratado	2g
Glutamato mono sódico	4g
Pimienta	4g
Leche entera en polvo	50g

c. Forma de presentación de las muestras: Las muestras fueron codificadas con números aleatorios de tres dígitos. Éstas fueron presentadas en vasos de duroport con el siguiente orden:

Cuadro #13: Orden de presentación de las muestras

<b>No.</b>	<b>MUESTRA 1</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 2</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 4</b>
1	362	1	101	1	363	1	102
2	898	2	114	2	897	2	115
3	415	3	833	3	416	3	834
4	460	4	364	4	461	4	365
<b>No.</b>	<b>MUESTRA 2</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 4</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 1</b>
5	741	5	459	5	742	5	460
6	583	6	580	6	584	6	582
7	253	7	426	7	254	7	427
8	458	8	784	8	457	8	782
<b>No.</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 4</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 1</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 2</b>
9	660	9	18	9	661	9	19
10	480	10	116	10	481	10	117
11	645	11	52	1	368	1	110
12	438	12	809	2	898	2	116
<b>No.</b>	<b>MUESTRA 4</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 2</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 1</b>
13	682	13	727	3	414	3	835
14	683	14	745	4	462	4	364
15	841	15	105	5	744	5	462
16	68	16	856	6	589	6	581
<b>No.</b>	<b>MUESTRA 1</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 2</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 4</b>
17	230	17	452	7	256	7	428
18	878	18	62	8	456	8	788
19	847	19	886	9	665	9	20
20	538	20	523	10	483	10	110
<b>No.</b>	<b>MUESTRA 2</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 4</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 1</b>
21	586	21	697	21	645	21	52
22	592	22	268	22	438	22	809
23	639	23	510	23	682	23	727
24	452	24	213	24	683	24	745
<b>No.</b>	<b>MUESTRA 3</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 1</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 4</b>	<b>No.</b>	<b>MUESTRA 2</b>
25	158	25	340	25	841	25	105

**La asignación de números de muestra fue:**

Muestra 1: Formulación arveja dulce sin escaldar con 15% de sustitución

Muestra 2: Formulación arveja dulce sin escaldar con 30% de sustitución

Muestra 3: Formulación arveja dulce escaldada con 15% de sustitución

Muestra 4: Formulación arveja dulce escaldada con 30% de sustitución

## d. Boleta:

Edad: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Boleta de evaluación  
Prueba de aceptabilidad con escala hedónica y  
Prueba de preferencia**

A continuación se le presenta un set de cuatro muestras, sírvase observar, oler y probar cada una, empezando por la que tiene a su izquierda. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada una de las muestras seleccionando el puntaje en la Tabla No. 1 y colocándolo en la Tabla No. 2 para evaluar cada uno de los atributos indicados.

Tabla No. 1

Puntaje	Descripción
5	Me gusta mucho
4	Me gusta un poco
3	Ni me gusta, ni me disgusta
2	Me disgusta un poco
1	Me disgusta mucho

Tabla No. 2. Evaluación

Atributo	Código	Código	Código	Código
COLOR	_____	_____	_____	_____
OLOR	_____	_____	_____	_____
SABOR	_____	_____	_____	_____
ESPEJOR	_____	_____	_____	_____

Después de haber calificado cada atributo por favor indique cual de las cuatro muestras prefiere escribiendo el código que la identifique. Luego indique el porqué de su elección.

**Código**

\_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

e. Análisis de datos: Las categorías fueron convertidas en puntajes numéricos del 1 al 5, los cuales se analizaron utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey. En el caso de la prueba de preferencia solamente se realizó un porcentaje.

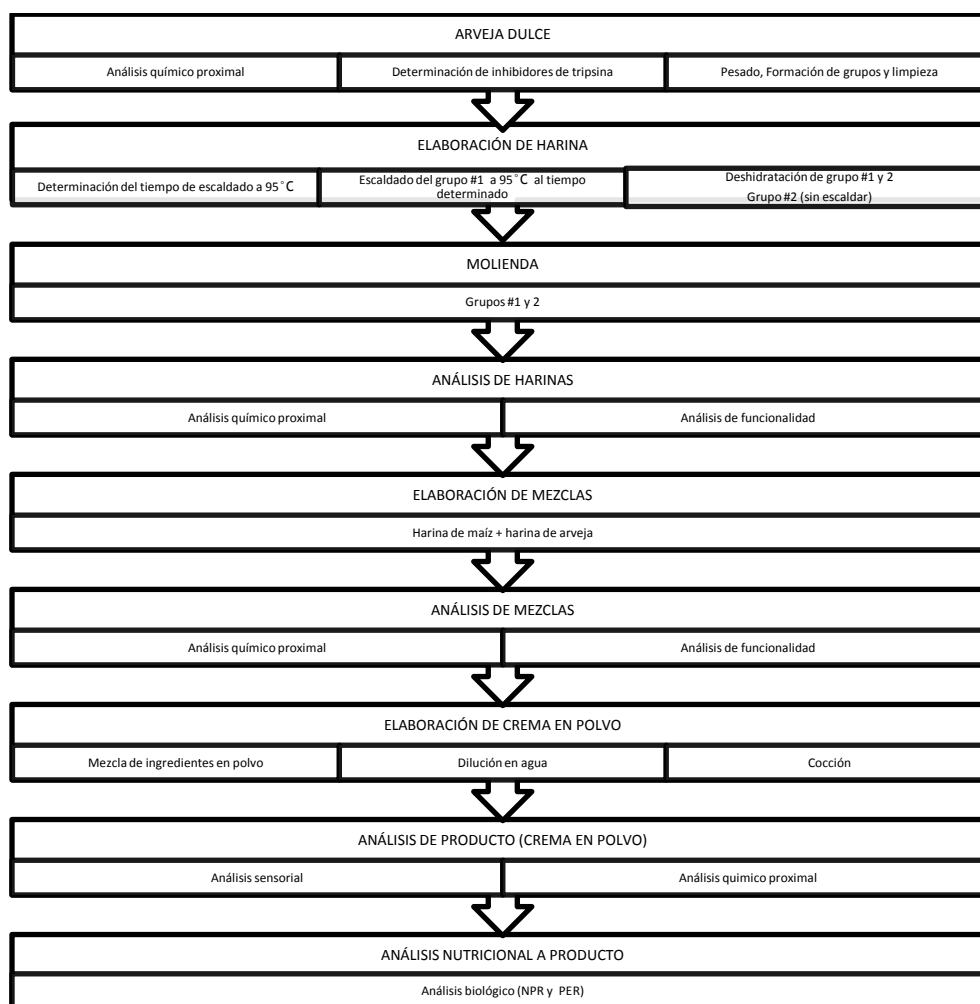
19. *Análisis biológico de crema de maíz con 30% de sustitución de arveja.* Para realizar el análisis biológico de las muestras, se va a utilizar el método de Razón Proteica Neta (NPR) y PER con ratas recién destetadas de 20 a 23 días de edad, a razón de 8 para cada dieta.

Los registros que se llevaron fueron del consumo de alimentos y del peso corporal de los animales, para la dieta libre de nitrógeno y la dieta de la crema de maíz y trigo con 30% de sustitución de arveja.

Las dietas que se les proporcionaron a las ratas fueron: Dieta libre de nitrógeno, dieta de crema de maíz con 30% de harina de arveja dulce escaldada y dieta de crema de trigo con 30% de harina de arveja dulce escaldada

El lugar del ensayo fue el bioterio del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) sede Guatemala; y la duración del ensayo será de 14 días para NPR y PER.

20. *Diagrama de flujo total del diseño experimental.*



## VI. RESULTADOS

Cuadro #14: Análisis proximal de arveja dulce cruda y harina de maíz nixtamalizada (base húmeda)

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Fibra dietética total (%)	Carbohidratos totales (%)
Arveja dulce cruda	88.08±1.18	0.49±0.0003	2.47±0.033	0.09±0.016	0.77±0.01	3.79±0.37	4.32
Harina de maíz nixtamalizada	9.18±0.15	1.35±0.0067	9.24±0.55	3.54±0.019	1.34±0.23	10.59±0.08	64.76

Cuadro #15: Análisis de determinación inhibidores de tripsina en arveja dulce cruda, harina de arveja dulce escaldada a 95°C y harina de arveja dulce sin escaldar (base húmeda)

Muestra	Mg de tripsina inhibida /g muestra
Arveja dulce cruda	0.10±0.02
Harina de arveja dulce sin escaldar	0.04±0.01
Harina de arveja dulce escaldada	0.01±0.10

Cuadro #16: Determinación del tiempo de escaldado para arveja dulce a 95°C

<b>Tiempo (s)</b>	<b>Inactivación de peroxidasa (si/no)</b>
20	No
40	Si
60	Si
80	Si
100	Si
120	Si
140	Si

Cuadro #17: Rendimiento del proceso de deshidratado de arveja dulce

<b>Muestra</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
Arveja dulce sin escaldar	10.26
Arveja dulce escaldada	12.82

Cuadro #18: Análisis proximal de harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada (base húmeda)

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Carbohidratos totales (%)
Harina de arveja dulce sin escaldar	3.62±0.08 <sup>a</sup>	3.94±0.02 <sup>a</sup>	20.79±0.30 <sup>a</sup>	0.94±0.10 <sup>a</sup>	6.30±0.29 <sup>a</sup>	64.41
Harina de arveja dulce escaldada	4.29±0.02 <sup>b</sup>	3.84±0.00 <sup>b</sup>	20.62±0.29 <sup>a</sup>	1.15±0.17 <sup>a</sup>	7.99±0.16 <sup>b</sup>	62.10

a-b La prueba T. Las medias con la misma letra en cada columna demuestran que los resultados no son significativos ( $\alpha=0.05$ )

Cuadro #19: Análisis proximal de mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada con sustituciones de 0, 15 y 30% (base húmeda)

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Carbohidratos totales (%)
Harina de maíz nixtamalizada	9.18±0.15 <sup>a</sup>	1.35±0.00 <sup>a</sup>	9.24±0.55 <sup>a</sup>	3.54±0.02 <sup>a</sup>	1.34±0.23	64.76
Harina de maíz con 15% de harina de arveja dulce sin escaldar	8.70±0.03 <sup>a</sup>	1.89±0.12 <sup>bf</sup>	10.06±0.27 <sup>bf</sup>	3.09±0.03 <sup>bf</sup>	2.28±0.16 <sup>b</sup>	73.98
Harina de maíz con 30% de harina de arveja dulce sin escaldar	8.13±0.63 <sup>a</sup>	2.22±0.06 <sup>cg</sup>	12.49±0.22 <sup>cg</sup>	2.79±0.04 <sup>cg</sup>	3.11±0.38 <sup>c</sup>	71.25
Harina de maíz con 15% de harina de arveja dulce escaldada	8.80±0.08 <sup>a</sup>	1.80±0.00 <sup>df</sup>	10.43±0.27 <sup>df</sup>	3.07±0.03 <sup>df</sup>	2.99±0.19 <sup>d</sup>	72.92
Harina de maíz con 30% de harina de arveja dulce escaldada	8.17±0.02 <sup>a</sup>	2.15±0.04 <sup>eg</sup>	11.95±0.23 <sup>eg</sup>	2.76±0.12 <sup>eg</sup>	3.85±0.17 <sup>e</sup>	71.13

a-g Prueba de varianzas ANOVA. Las medias con la misma letra en cada columna demuestran que los resultados no son significativos ( $\alpha=0.05$ )

Cuadro #20: Retención de agua y grasa de harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada

Muestra	Agua retenida (ml/g de muestra)	Grasa retenida (ml/g de muestra)
Harina de arveja dulce sin escaldar	4.20±0.02 <sup>a</sup>	1.76±0.13 <sup>a</sup>
Harina de arveja dulce escaldada	3.06±0.02 <sup>b</sup>	1.61±0.11 <sup>a</sup>

a-g Prueba T. Las medias con la misma letra en cada columna demuestran que los resultados no son significativos ( $\alpha=0.05$ )

Cuadro #21: Retención de agua y grasa de mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada con sustituciones de 0, 15 y 30%

Muestra	Agua retenida (ml/g de muestra)	Grasa retenida (ml/g de muestra)
Harina de maíz nixtamalizada	2.69±0.33 <sup>a</sup>	1.54±0.18 <sup>abd</sup>
Harina de maíz con 15% de harina de arveja dulce sin escaldar	2.33±0.033 <sup>befgh</sup>	1.74±0.02 <sup>aef</sup>
Harina de maíz con 30% de harina de arveja dulce sin escaldar	2.40±0.23 <sup>cfi</sup>	1.61±0.00 <sup>beg</sup>
Harina de maíz con 15% de harina de arveja dulce escaldada	2.13±0.02 <sup>dgi</sup>	1.78±0.07 <sup>cfg</sup>
Harina de maíz con 30% de harina de arveja dulce escaldada	2.17±0.04 <sup>ehij</sup>	1.40±0.00 <sup>d</sup>

a-j Prueba de varianzas ANOVA. Las medias con la misma letra en cada columna demuestran que los resultados no son significativos ( $\alpha=0.05$ )

Cuadro #22: Medición de la dureza de masa realizada con harina de arveja dulce escaldada y sin escaldar

Muestra	Fuerza de compresión (g)
Harina de arveja dulce sin escaldar	207.05±2.62 <sup>a</sup>
Harina de arveja dulce escaldada	428.80±0.42 <sup>b</sup>

a-g Prueba T. Las medias con la misma letra en cada columna demuestran que los resultados no son significativos ( $\alpha=0.05$ )

Cuadro #23: Medición de la dureza de masa realizada con mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce sin escaldar y escaldada con sustituciones de 0, 15 y 30%

Muestra	Fuerza de compresión (g)
Harina de maíz nixtamalizada	243.00±5.80 <sup>ae</sup>
Harina de maíz con 15% de harina de arveja dulce sin escaldar	202.25±3.18 <sup>b</sup>
Harina de maíz con 30% de harina de arveja dulce sin escaldar	180.75±0.07 <sup>c</sup>
Harina de maíz con 15% de harina de arveja dulce escaldada	281.35±12.23 <sup>d</sup>
Harina de maíz con 30% de harina de arveja dulce escaldada	258.10±5.23 <sup>e</sup>

a-e Prueba de varianzas ANOVA. Las medias con la misma letra en cada columna demuestran que los resultados no son significativos ( $\alpha=0.05$ )

Cuadro #24: Granulometría de las harinas de arveja dulce y mezclas de harina de maíz con harina de arveja dulce

Tamiz	Tamaño de partícula (mm)	% retenido de harina maíz	% retenido de harina de arveja dulce sin escaldar	% retenido de harina de arveja dulce escaldada	% retenido de harina de maíz con 15% de sustitución de harina de arveja dulce sin escaldar	% retenido de harina de maíz con 30% de sustitución de harina de arveja dulce sin escaldar	% retenido de harina de maíz con 15% de sustitución de harina de arveja dulce escaldada	% retenido de harina de maíz con 30% de sustitución de harina de arveja dulce escaldada
20	<0.85	0.09	3.29	0.09	4.99	9.94	0.90	2.02
30	$0.85 \leq x < 0.60$	0.19	2.29	0.30	0.90	0.89	0.20	0.40
45	$0.60 \leq x < 0.335$	5.64	8.58	2.89	5.59	5.47	4.80	4.84
60	$0.335 \leq x < 0.25$	50.69	20.66	39.42	35.43	24.35	37.54	32.26
80	$0.25 \leq x < 0.18$	37.52	53.79	40.62	44.41	46.62	50.65	53.73
100	$0.18 \leq x < 0.15$	4.45	8.28	10.48	6.69	7.65	3.30	3.93
base	Mayor o igual 0.15	1.38	3.09	6.19	1.99	5.07	2.60	2.82

Cuadro #25: Análisis proximal de crema en polvo de maíz con 30% de arveja dulce escaldada (base húmeda)

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Carbohidratos totales (%)
Crema en polvo de maíz con 30% de arveja dulce	7.94±0.04	11.11±0.01	13.46±0.16	5.73±0.95	2.62±0.07	59.13

Cuadro #26: NPR y PER de crema en polvo de maíz con 30% de arveja dulce escaldada y crema en polvo de trigo con 30% de arveja dulce escaldada

Muestra	NPR	% respecto a NPR de caseína	PER	% respecto a PER de caseína*
Crema en polvo de maíz con 30% de arveja dulce	2.87±0.26 <sup>a</sup>	89.7	2.23±0.27 <sup>a</sup>	85.76
Crema en polvo de trigo con 30% de arveja dulce	2.49±0.17 <sup>b</sup>	77.8	1.98±0.24 <sup>a</sup>	76.15

\*El PER de la caseína es 2.60

\*El NPR de la caseína es de 3.20

a-b Prueba T. Las medias con la misma letra en cada columna demuestran que los resultados no son significativos ( $\alpha=0.05$ )

Cuadro #27: Prueba sensorial de aceptabilidad de la crema en polvo de maíz con arveja dulce

Tipo de crema	Puntuación media del color	Interpretación	Puntuación media del olor	Interpretación	Puntuación media del sabor	Interpretación	Puntuación media del espesor	Interpretación
Crema con 15% de arveja dulce sin escaldar	3.96 <sup>a</sup>	Me gusta un poco	3.72 <sup>a</sup>	Me gusta un poco	3.2 <sup>a</sup>	Ni me gusta, ni me disgusta	3.04 <sup>a</sup>	Ni me gusta, ni me disgusta
Crema con 30% de arveja dulce sin escaldar	3.80 <sup>a</sup>	Me gusta un poco	3.80 <sup>a</sup>	Me gusta un poco	4.16 <sup>b</sup>	Me gusta un poco	3.64 <sup>a</sup>	Me gusta un poco
Crema con 15% de arveja dulce escaldada	2.56 <sup>b</sup>	Ni me gusta, ni me disgusta	3.68 <sup>a</sup>	Me gusta un poco	3.24 <sup>a</sup>	Ni me gusta, ni me disgusta	3.16 <sup>a</sup>	Ni me gusta, ni me disgusta
Crema con 30% de arveja dulce escaldada	2.92 <sup>b</sup>	Ni me gusta, ni me disgusta	4.24 <sup>a</sup>	Me gusta un poco	4.36 <sup>b</sup>	Me gusta un poco	3.88 <sup>a</sup>	Me gusta un poco

a-b Prueba de Tukey. Las medias con la misma letra en cada columna demuestran que los resultados no son significativos ( $\alpha=0.05$ )

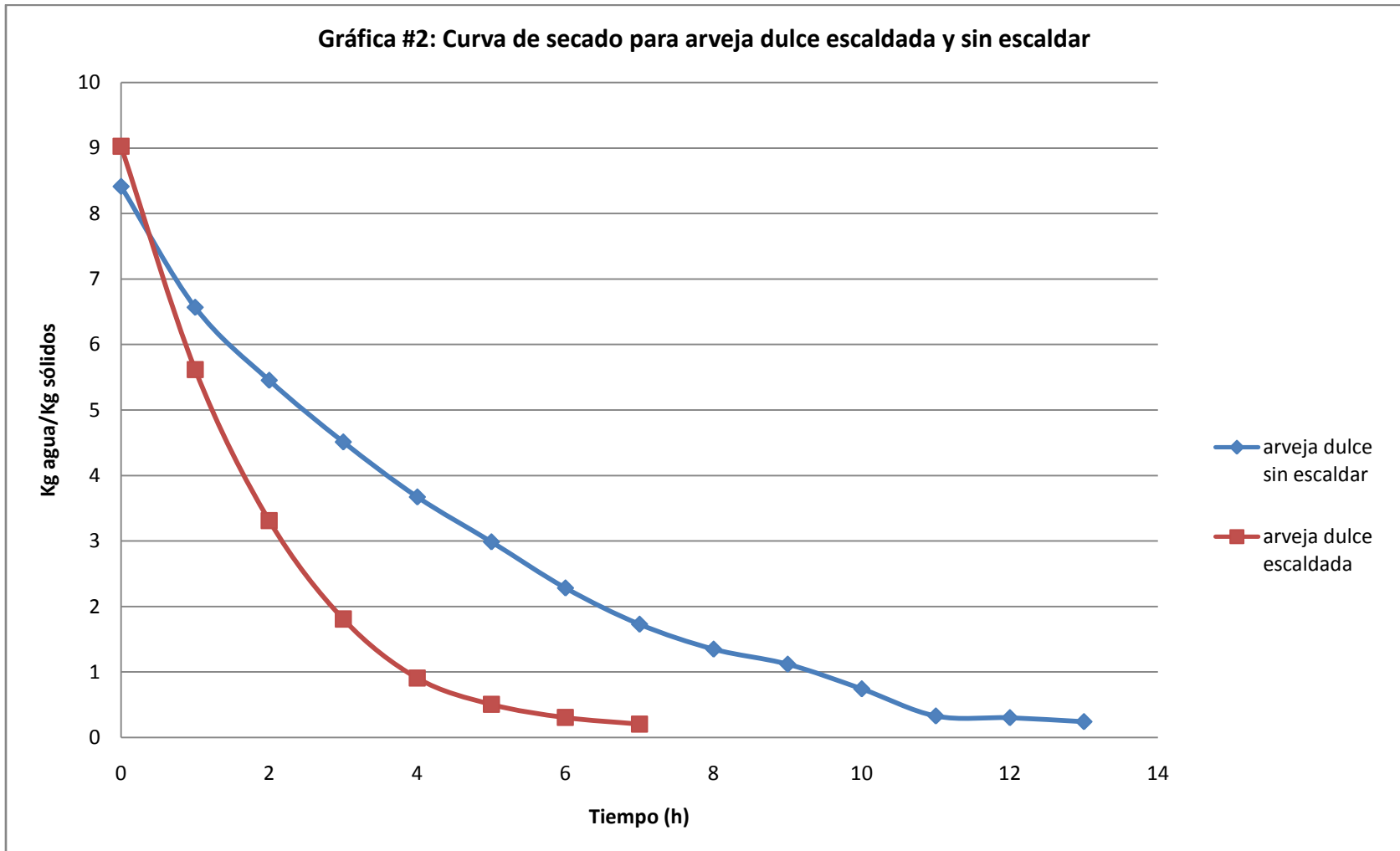
Cuadro #28: Prueba sensorial de preferencia de la crema en polvo de maíz con arveja dulce

<b>Muestra</b>	<b>No de panelistas que prefirieron</b>	<b>Porcentaje de preferencia</b>
Crema con 30% de arveja dulce escaldada	12	48%
Crema con 30% de arveja dulce sin escaldar	7	28%
Crema con 15% de arveja dulce escaldada	2	8%
Crema con 15% de arveja dulce sin escaldar	4	16%

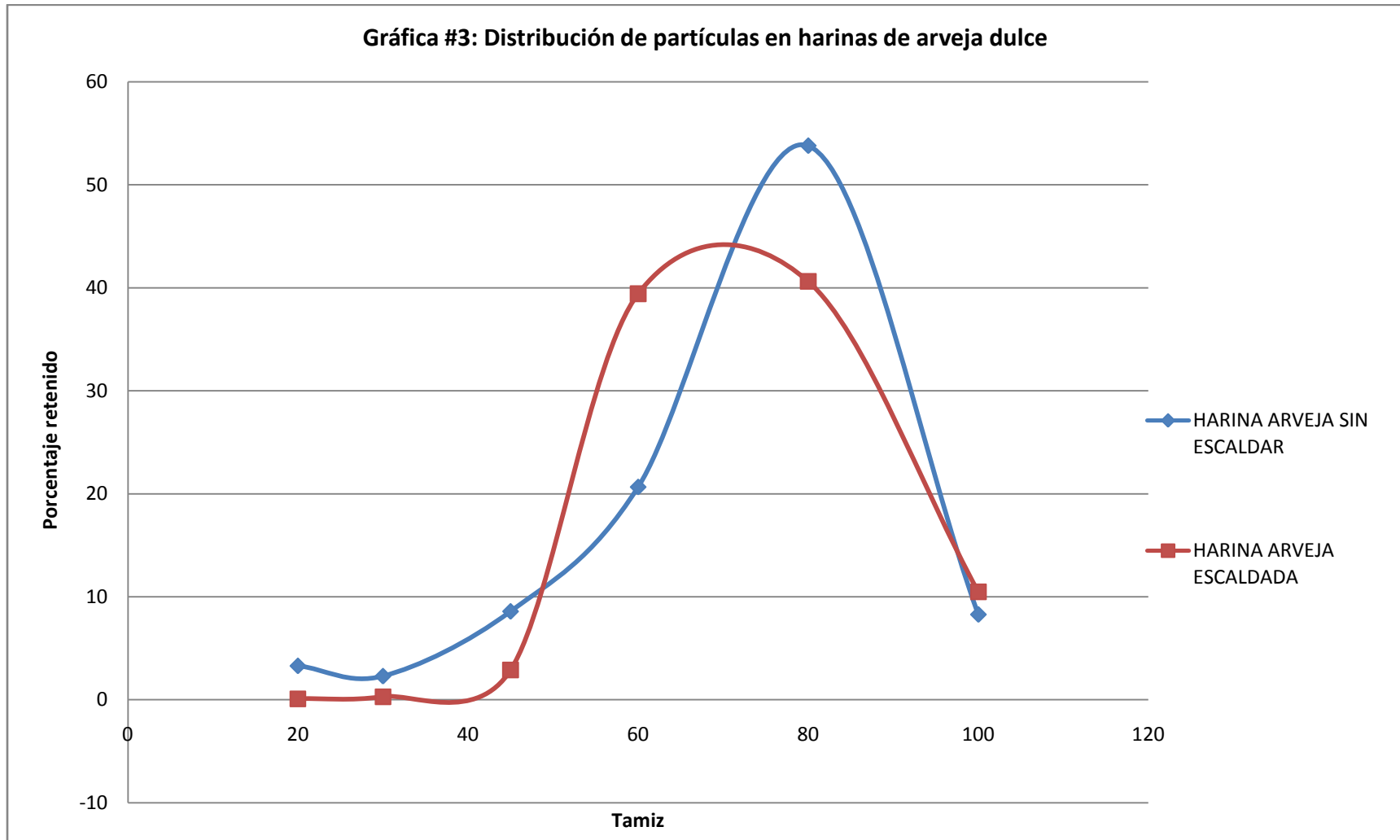
Cuadro #29: Frecuencia de comentarios sobre su preferencia hacia la crema con 30% de arveja dulce escaldada

<b>Comentario</b>	<b>Frecuencia</b>
Buen olor	3
Buen sabor	9
Buen espesor	5
Se debe de mejorar color	9

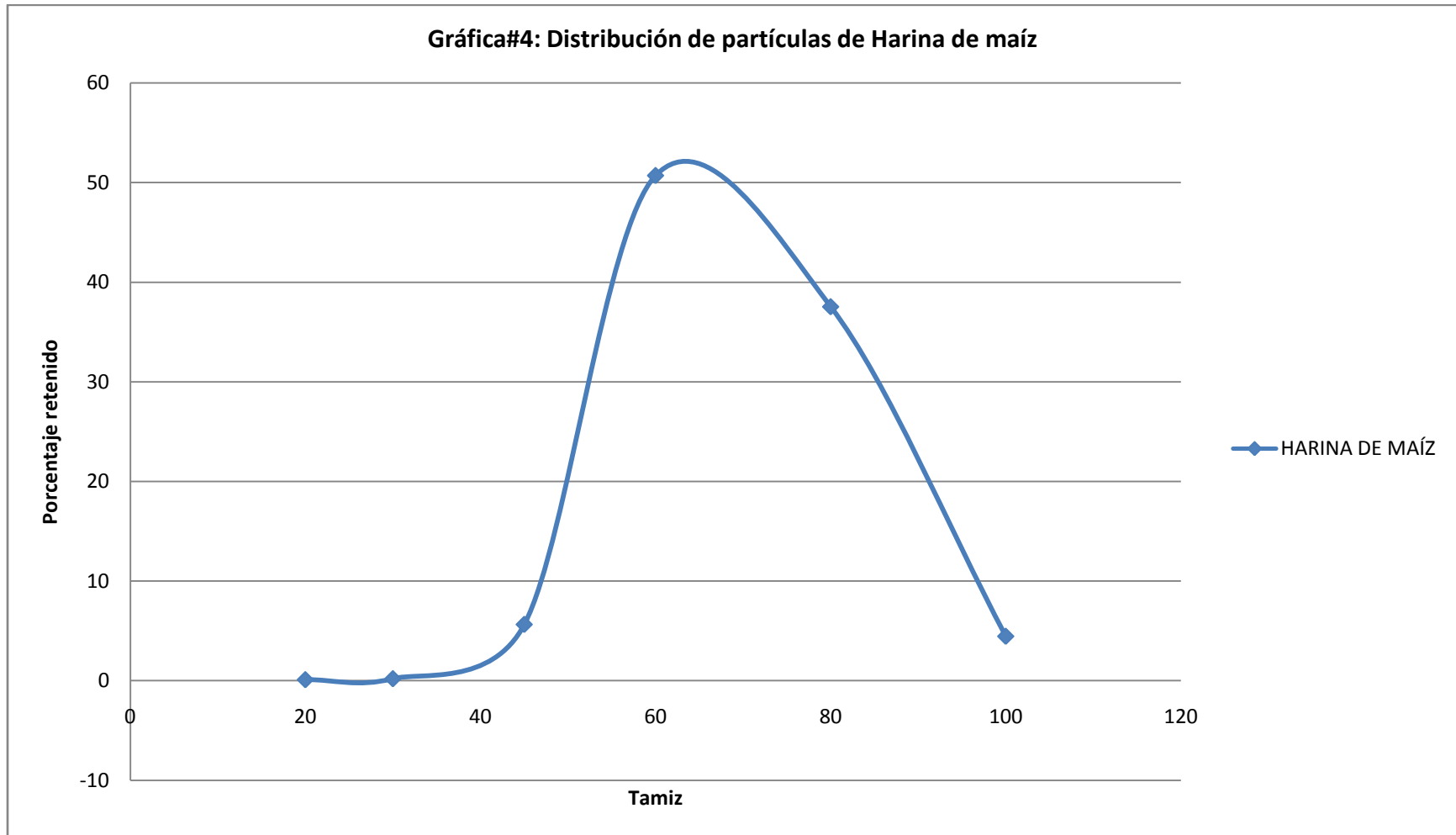
Gráfica#2: Curva de secado de arveja dulce escaldada y sin escaldar



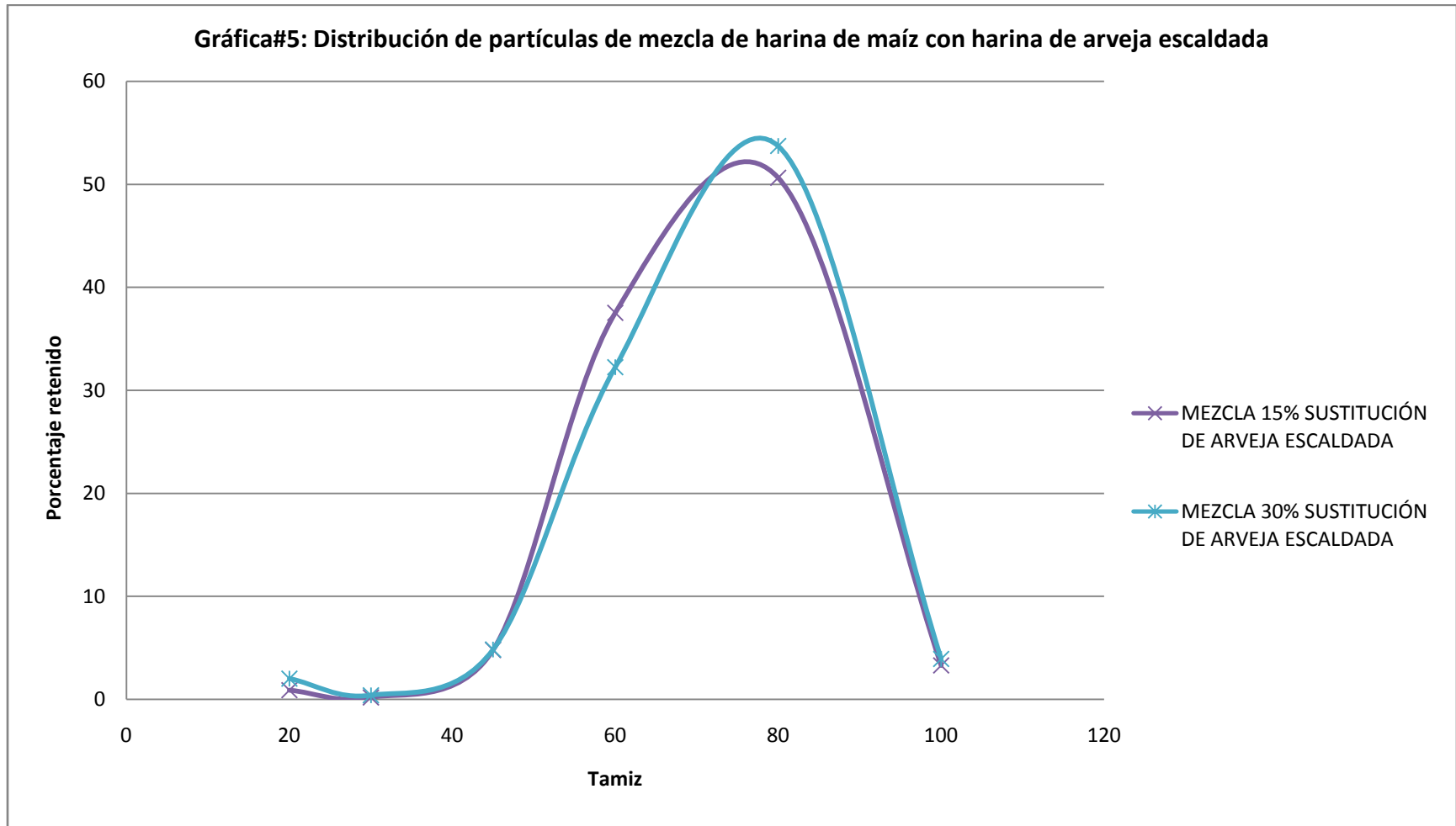
Gráfica#3: Distribución de partículas en harinas de arveja dulce



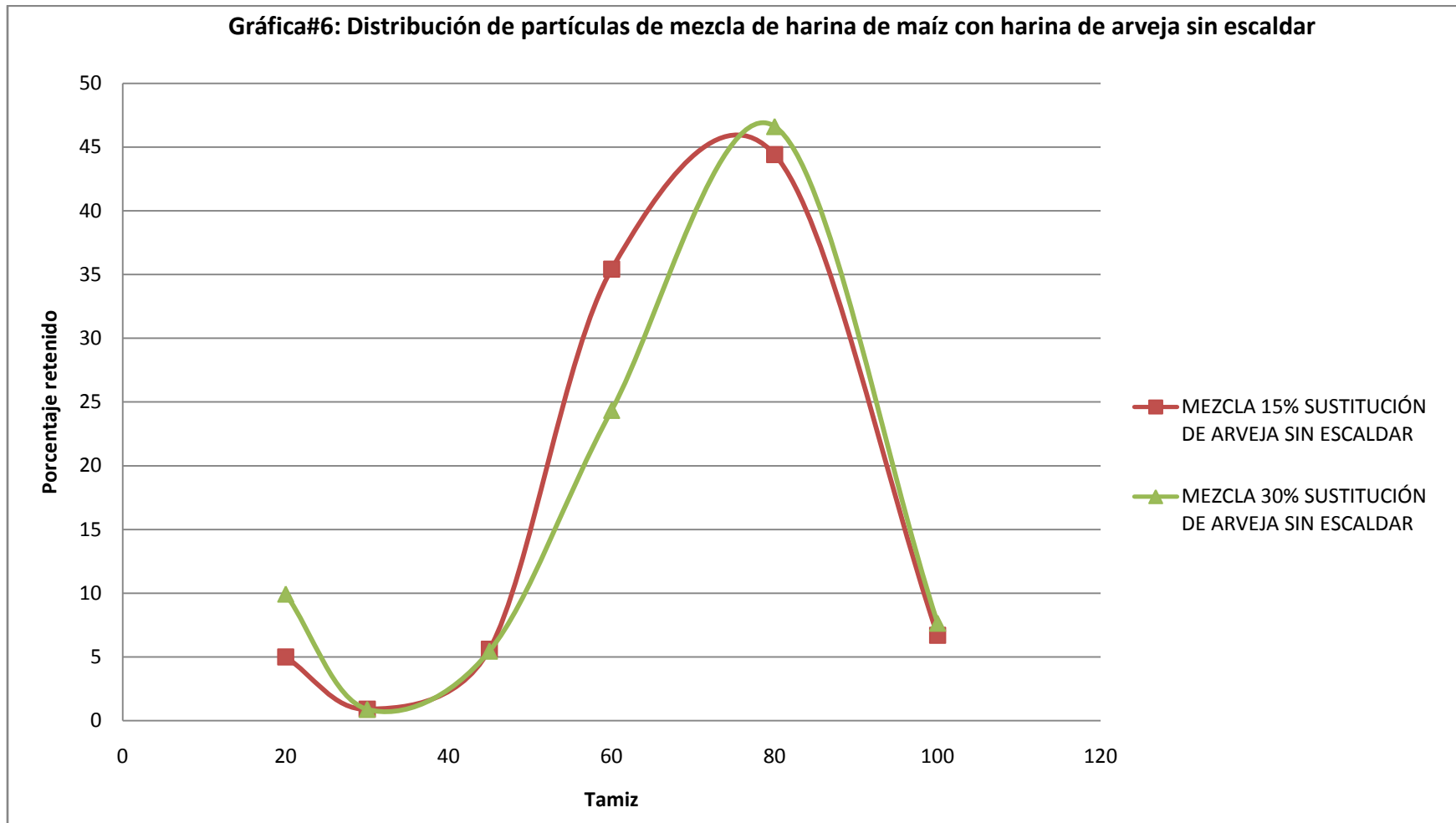
Gráfica#4: Distribución de partículas de harina de maíz



Gráfica#5: Distribución de partículas de mezcla de harina de maíz con harina de arveja escaldada



Gráfica#6: Distribución de partículas de mezcla de harina de maíz con harina de arveja sin escaldar



## VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo principal del siguiente trabajo de investigación fue elaborar una harina de arveja dulce (*Pisum Sativum var. Saccharatum*) deshidratada que presentara buenas características funcionales y nutritivas; y encontrar su posible utilización en la industria de las cremas en polvo, a base de harina de maíz. Para ello fue necesario realizar diferentes análisis físicos, químicos, sensoriales y biológicos.

El primer análisis realizado fue el análisis proximal del la arveja dulce fresca el cual se puede observar en el Cuadro #14, la razón por la cual se llevó a cabo este análisis fue para caracterizar la materia prima y para determinar algunos parámetros necesarios para el proceso de deshidratación. En el cuadro se puede observar que la arveja dulce presentó en su contenido (base húmeda), una mayor cantidad de agua (88.07%), seguido de carbohidratos (4.32%), fibra dietética total (3.79%), proteína (2.46%), cenizas (0.49%) y por último grasa (0.09%). Si se comparan estos datos con los que se presentan en el Cuadro #1, datos obtenidos de tabla del INCAP de 1961, se observa una diferencia considerable en el caso de los carbohidratos, fibra dietética total, cenizas y grasa total. La diferencia de los datos reside en que, a pesar de ser la misma especie, factores como lugar donde se cultiva, época en la que se cultiva, tipo de suelo, cantidad de plaguicidas o abonos utilizados y tiempo en el que se cosecha, pueden afectar o cambiar la composición de la legumbre.

En el mismo cuadro también se observa la composición de la harina de maíz nixtamalizada (base húmeda), los datos obtenidos muestran que la harina se compone en su mayoría por carbohidratos, seguido de fibra dietética total, proteína, agua, grasa y cenizas, lo cual coincide con los datos obtenidos en los cuadros del INCAP de 2007 (Cuadro #5). Al igual que en los datos de la arveja dulce, se pudo observar una diferencia, la cual se debe a la marca de la harina y de los mismos factores mencionados anteriormente (lugar donde proviene el maíz, tipo de maíz, época en la que se cultiva entre otros).

Para la preparación de la harina de arveja dulce, la materia prima fue expuesta a un tratamiento hidro-térmico a alta temperatura (95°C) y bajo tiempo (1min), esto con el objetivo de evitar pérdidas importantes de vitaminas y minerales, y de aumentar la vida de anaquel del producto.

El tiempo se determinó previamente para asegurar la inactivación de la peroxidasa. En el Cuadro #16 se puede ver que la peroxidasa se inactivaba a los 40 segundos de haber sumergido la arveja dulce, sin embargo se tomó 1 minuto como el tiempo para el proceso, para asegurar la completa inactivación de la peroxidasa. Al realizar el escaldado o tratamiento hidro-térmico se pudo observar que la arveja dulce presentaba un color verde brillante en comparación con la arveja sin escaldar (control), es importante resaltar que nunca se observó un color café en la arveja dulce escaldada. El color café se presentó hasta la deshidratación.

Un punto importante tomado en cuenta en esta parte del estudio, fue la posibilidad de la inactivación de los inhibidores de tripsina, los cuales como ya se había mencionado en el marco teórico, son factores anti nutricionales que interfieren en la ingestión y digestión de las proteínas y minerales en los animales mono gástricos, y además pueden causar hipertrofia pancreática y menor crecimiento debido a pérdidas proteicas endógenas. Sin embargo, el Cuadro #16 muestra que la cantidad de inhibidores de tripsina en la arveja dulce fresca (cruda, base húmeda) es de tan sólo 0.10 mg de tripsina inhibida por gramo, lo cual indica que la cantidad no es peligrosa y que es mucho menor al de la soya (leguminosa que tiene una gran cantidad de inhibidores de tripsina, generalmente 50%). Este cuadro también muestra, que la harina arveja dulce sin escaldar presentó una mayor cantidad de inhibidores de tripsina que la harina de arveja dulce escaldada (base húmeda), esto se atribuye al tratamiento térmico tanto en el escaldado como el deshidratado, lo cual concuerda con varios estudios Bilbao, 2000, Gujska, 1991, Hickling, 2003, que han demostrado que los factores anti-nutricionales como el mencionado anteriormente son inactivados por procesos de remojo y cocción simultáneos.

Después del escaldado se realizó la deshidratación de la arveja dulce escaldada y sin escaldar (control). Según la Gráfica #2, el tiempo de deshidratación fue menor para la arveja dulce escaldada, lo cual coincide con el estudio presentado por Moyer en 1959, el cual demostró que el escaldado disminuye el tiempo de secado y por lo tanto aumenta la velocidad de secado. Por otro lado, el rendimiento del proceso se encontró entre un intervalo 10-13%, siendo la arveja dulce escaldada la que presentó un mayor porcentaje. Sin embargo la diferencia no se debe al proceso de escaldado, sino se atribuye a una pérdida durante el proceso de corte y recolección de la muestra. Es importante mencionar que el rendimiento es bajo, ya que la arveja es mayormente constituida por agua, por lo que el producto obtenido pierde la mayor cantidad de peso.

Una vez obtenidas las harinas se realizaron los análisis químicos y físicos de las mismas. En el análisis químico proximal, que se presenta en el Cuadro #17, se puede ver una diferencia significativa en cuanto a la humedad, cenizas y fibra cruda. La diferencia en la humedad, se atribuye a un mal almacenamiento de la muestra en comparación con la otra. Sin embargo, la humedad de las harinas es buena, ya que es menor a 13% (mayor porcentaje de humedad aceptado en harinas de trigo y maíz).

En cuanto a las cenizas, la harina de arveja dulce sin escaldar presentó mayor porcentaje que la harina de arveja dulce escaldada, lo cual se atribuye a la pérdida de minerales durante el proceso de escaldado. Por otra parte, la diferencia en fibra cruda se debe a una mala distribución de la vaina, ya que se perdió cierta cantidad de vaina durante el troceado de las arvejas, la cual presenta una mayor cantidad de fibra en comparación con el grano.

En los únicos macronutrientes donde no se observó una diferencia significativa fue en la proteína y la grasa, por lo que en este caso el escaldado no influyó. El porcentaje de proteínas, cenizas y fibra cruda en las harinas de arveja dulce fue mayor que en la harina de maíz nixtamalizada, mientras que los porcentajes de humedad y grasa fueron menores.

Los análisis físicos se muestran en los Cuadros #20, 22 y 24. En el caso del análisis de retención de agua y grasa superficial, se puede observar que la harina de arveja dulce sin escaldar presentó una mayor retención de agua que la escaldada, y que las dos harinas por igual presentaban una menor retención de grasa. En este caso, debido a que las harinas fueron utilizadas para la elaboración de una crema, se necesitó que la retención de agua y grasa fuera buena, para obtener una crema homogénea. En general, las dos harinas de arveja dulce presentaron una mayor retención de agua y grasa en comparación con la harina de maíz nixtamalizada.

En cuanto al tamaño de partícula, presentado en el Cuadro #24 y en las Gráficas #3 y 4, se puede decir que la harina de arveja escaldada posee una distribución de partícula más uniforme que la que no se encuentra escaldada, sin embargo la harina sin escaldar presentó un mayor porcentaje de partículas retenidas en el tamiz 80 (partículas más finas) en comparación con la escaldada. Es por esto que la harina de arveja dulce sin escaldar posee una mayor retención de agua que la escaldada, ya que la teoría indica que entre menor tamaño de partícula mayor es la absorción de agua y grasa; además de que en el escaldado se disminuye la capacidad de

retención de agua, ya que las células, por la pérdida de agua que sufren se contraen y forman una estructura plana y arrugada que ya no es capaz de retener o absorber el agua.

En general, las dos harinas de arveja dulce presentaron un mayor porcentaje de retención, en los tamices 80 y 60, es decir que las harinas presentaron un tamaño de partícula entre un rango de 0.335-0.18mm.

Por otro lado, se observa que la harina maíz nixtamalizada presentó un porcentaje menor de partículas retenidas en los primeros dos tamices y un porcentaje mayor en el tamiz 60 en comparación con las harinas de arveja dulce. Es decir que la mayoría de sus partículas presentaron un tamaño de 0.335-0.25mm. Sin embargo, debido a que no presentó una gran cantidad de partículas retenidas en los últimos dos tamices, su retención de agua y grasa fue menor al de las harinas de arveja dulce.

También como análisis físico se determinó la dureza de una masa realizada con las harinas, este análisis es importante, ya que la harina puede ser utilizada para la elaboración de otro tipo de alimento como galletas, snacks, tamales entre otros. En el Cuadro #22 se puede observar que la masa realizada con harina de arveja dulce sin escaldar presentó una menor dureza que la masa de harina de arveja dulce escaldada, es decir que la masa de harina de arveja dulce sin escaldar es más suave por su mayor capacidad de retener agua. El que la harina de arveja dulce sin escaldar sea más suave puede ser una ventaja o una desventaja dependiendo del producto que se quiera realizar posteriormente. En cuanto a la comparación con la harina de maíz (243g) se puede decir que la harina de arveja dulce escaldada presentó una mayor dureza (428.80g) y la harina de arveja dulce sin escaldar una menor dureza (207.05g).

El análisis proximal de las mezclas de harina de maíz con las harinas de arveja fue realizado, y se encuentra en el Cuadro #19. No se obtuvo una diferencia significativa en la humedad de la harina de maíz nixtamalizada, harina de maíz con 15% de sustitución y harina de maíz con 30% de sustitución.

En cuanto a las cenizas, se puede ver que sí hubo una diferencia significativa entre la harina de maíz nixtamalizada y todas las harinas de maíz con arveja dulce, siendo las harinas de maíz con harina de arveja dulce sin escaldar las que presentaron por igual, un porcentaje de cenizas mayor en comparación con la harina de maíz y las que fueron escaldadas. La razón por la cual

presentaron un mayor porcentaje fue, como se mencionó anteriormente, por la pérdida de ciertos minerales en el proceso de escaldado.

El dato más importante y que más interesa del Cuadro #19 es el porcentaje de proteína, en donde se observa que sí existió una diferencia significativa al agregar en cualquier porcentaje, harina de arveja dulce escaldada o sin escaldar. También se observa que las harinas de maíz con 30% de sustitución presentan una mayor cantidad de proteína que las que se sustituyeron con 15% de arveja dulce; Es importante mencionar que no existió una diferencia significativa entre si la harina era escaldada o sin escaldar, lo cual coincide con la tendencia encontrada en las harinas de arveja dulce presentadas en el Cuadro #19.

En cuanto al porcentaje de grasa también se encontró una diferencia significativa entre la harina de maíz y las sustituciones con harina de arveja dulce. Siendo las harinas con 30% de sustitución las que presentaron una menor cantidad de grasa en comparación con las que solamente se sustituyeron un 15%. Al igual que en la proteína, no se encontró una diferencia significativa entre las harinas escaldadas y sin escaldar. Las diferencias significativas se debieron principalmente, a que la harina de maíz proporcionó una mayor cantidad de grasa en comparación con las harinas de arveja dulce.

Por último, los datos de fibra cruda muestran que todas las harinas presentaron una diferencia significativa por la mala distribución de la vaina. Sin embargo es importante mencionar que las harinas con sustitución de harina de arveja dulce, presentaron una mayor cantidad de fibra cruda que la harina de maíz, ya que la arveja dulce se utilizó con la vaina (cáscara), la cual es rica en fibra.

En general, se puede decir que entre mayor porcentaje de sustitución, mayor es la cantidad de fibra en la harina y menor es la cantidad de carbohidratos totales.

Los análisis físicos, de estas mezclas, se muestran en los Cuadros #21, 23 y 24, y en las Gráficas #4, 5 y 6. En el primer cuadro se puede observar que al agregar arveja dulce a la harina de maíz se disminuyó significativamente la capacidad de retención de agua y se aumentó no significativamente la capacidad de retención de grasa. En el primer caso (retención de agua) se puede decir que disminuyó, ya que aumentó el número de partículas de mayor tamaño, por lo que el área de contacto con el agua fue menor. Sin embargo a pesar de que la retención de agua disminuyó, la capacidad de retención de grasa aumentó no significativamente con la adición de

arveja dulce, esto debido a que la arveja dulce presenta una mayor capacidad de retener grasa que la harina de maíz.

Otra tendencia importante de mencionar, de los datos obtenidos en el análisis de retención de agua, es que no existió diferencia entre los porcentajes de sustitución, es decir que no importa cuánto se le agregue de arveja dulce (15 ó 30%), la retención de agua siempre va ser menor a la que presenta la harina de maíz. En cuanto a la retención de grasa, se puede ver que las harinas con 15% de sustitución no presentaron diferencia significativa entre sí y que la harina con 15% de sustitución sin escaldar no presentó diferencia significativa con la harina de 30% de sustitución sin escaldar.

Del análisis granulométrico, presentado en el Cuadro #24 y en las Gráficas #4,5 y 6, se puede decir que las harinas de arvejas escaldadas presentaron una distribución de partícula uniforme y parecida, ya que presentaron el mayor porcentaje de retención de partícula en los tamices 60 y 80, por lo que el tamaño de partícula de estas harinas es de 0.335-0.18mm. El Intervalo es parecido al del tamaño de partícula de la harina de maíz y la harina de arveja dulce escaldada.

Por otro lado, las harinas que poseen harina arveja dulce sin escaldar presentaron también una distribución parecida; sin embargo, como se muestra en la Gráfica #7 existe una diferencia en el tamiz 60, ya que la harina con 15% de sustitución, presentaba un mayor porcentaje en dicho tamiz. En este caso, el tamaño de partícula se encuentra dentro del rango de 0.335-0.18mm, igual al mencionado anteriormente y que coincide con el intervalo del tamaño de partícula de la harina de maíz y la harina de arveja dulce sin escaldar.

En general, se puede decir que las harinas de arveja dulce sin escaldar presentaron un porcentaje mayor de partículas retenidas en los últimos dos tamices en comparación con las harinas de arveja dulce escaldadas, es por esto que a pesar de que no hubo una diferencia significativa en el análisis de retención de agua entre escaldado y sin escaldar, sí observó que las no escaldadas presentaban valores mayores de retención de agua, que las escaldadas.

Por último, se observa que la harina de maíz presentó menor cantidad de partículas finas que las otras harinas sustituidas, y es por esta razón que la retención de agua disminuyó y la retención de grasa no presentó diferencia significativa.

El análisis de dureza, se presenta en el Cuadro #23, en donde se observa que todas las masas presentan una diferencia significativa entre sí. En este caso la masa con mayor suavidad (mayor penetración) fue la masa a base harina de maíz con sustitución del 30% de harina de arveja dulce sin escaldar, seguida de harina de maíz con 15% de harina de arveja dulce sin escaldar, harina de maíz con 30% de harina de arveja dulce escaldada y por último harina de maíz con 15% de harina de arveja dulce escaldada.

En general se puede decir que las masas a base de harina de arveja dulce en un porcentaje de 30% sustitución, son más suaves que aquellas que presentaron una sustitución del 15%, y que las escaldadas presentaron una mayor dureza que las no escaldadas; esto es debido a que las no escaldadas presentaron una mayor retención de agua que las escaldadas. Los datos obtenidos en este análisis coinciden con los datos presentados en el Cuadro #22.

Una vez realizados los análisis químicos y físicos de las harinas se realizaron las cremas, las cuales presentaban la misma formulación de especias, pero distinto tipo de harina (harina con 15% de sustitución escaldada y sin escaldar y harina con 30% de sustitución escaldada y sin escaldar). A las cremas se les realizó el análisis sensorial de preferencia y aceptabilidad con el objetivo de determinar si las cremas eran del gusto de los consumidores.

En el Cuadro #27 se presentan los resultados del análisis de aceptabilidad de color, olor, sabor y espesor. En cuanto al color se observa que las cremas a base de harina de maíz con harina de arveja sin escaldar, gustaron un poco en comparación con las que eran a base de harina de maíz con harina de arveja escaldada, esto debido a que las harinas de arveja escaldada eran color café claro (15% de sustitución) y café oscuro (30% de sustitución).

La razón del color de estas harinas escaldadas se cree que es, primero por una gran cantidad de taninos que puede poseer la vaina y segundo por una posible caramelización en el proceso de escaldado y deshidratación por la falta del control de pH y la gran cantidad de azúcares. Sin embargo como se observa en el cuadro, el color café tampoco fue de disgusto de los consumidores, ya que las clasificaron como "Ni me gusta, ni me disgusta". En cuanto al olor todas las cremas presentaron una calificación parecida, y los consumidores por lo tanto clasificaron el olor como "Me gusta un poco". El sabor fue la única característica de las cremas que presentó una diferencia significativa en cuanto al porcentaje de sustitución, ya que las cremas con 30% de sustitución fueron clasificadas como "Me gusta poco" y las cremas con 15%

de sustitución fueron clasificadas por los consumidores como “Ni me gusta, ni me disgusta”. El espesor de las cremas fue igualmente aceptado por los consumidores. En general se puede decir que ninguna crema disgustó a los consumidores en cuanto al color, olor, sabor y espesor, pero tampoco gustó mucho.

En cuanto a la preferencia, el Cuadro #28, se puede ver que la crema con 30% de arveja dulce escaldada fue aceptada un 48%, seguido de la crema con 30% de arveja dulce sin escaldar (28%). Las cremas que presentaron una menor preferencia fueron las sustituidas con 15% de arveja. La razón por la cual la crema con 30% de arveja dulce escaldada fue la preferida, se encuentra en el cuadro#29, en donde se puede ver que el sabor fue la característica que más gustó, seguido del espesor, olor y por último el color, el cual según los consumidores debía mejorar, ya que no sugería que la crema era de maíz con arveja dulce.

Teniendo en cuenta que la harina con 30% de sustitución presentó una mayor cantidad de proteína y fibra y que la crema realizada con esta harina escaldada fue la preferida, se realizó el análisis químico proximal de esta la crema en base húmeda (Cuadro #25). En donde se puede ver que ésta presenta una mayor cantidad de cenizas que la mezcla de harina original debido a la cantidad de especias que se le agregaron. En cuanto a la cantidad de proteína y la grasa, la crema presentó un porcentaje de 13.46% y 5.73% respectivamente, porcentajes mayores a los de la mezcla de harina original, debido a la adición de leche entera. Por otro lado, en el caso de la fibra y los carbohidratos el porcentaje disminuyó debido a la adición de otros ingredientes.

Es importante mencionar que la cantidad de proteína obtenida en el producto fue menor al sugerido por la OMS y la FAO (mayor a 16% de proteína) para que clasificar el producto como un alimento complementario, por lo que se recomienda utilizar otra leguminosa en conjunto para aumentar el % de proteína.

El último análisis realizado en el estudio, fue el análisis biológico, el cual fue un análisis importante para determinar la calidad proteica y nutricional de la crema. En el análisis se comparó una crema en polvo de maíz con 30% de arveja dulce escaldada, con una crema en polvo de harina de trigo con 30% de arveja dulce escaldada; es decir que la fórmula fue la misma pero con diferente tipo de cereal. Los resultados del análisis se presentan en el Cuadro #26, en donde se puede ver que tanto el NPR (razón proteica neta) como el PER (razón de eficiencia proteica) son mayores para la crema a base de harina de maíz en comparación con la

harina de trigo. La diferencia significativa en el caso de la razón proteica neta se debe a la pérdida del germen y otras partes del grano que contienen cierta cantidad de proteína durante la elaboración de la harina de trigo. En el PER no se presentó una diferencia significativa pero sí se observó un resultado mayor en la crema de maíz. Por otro lado, comparando los resultados con la caseína se puede decir que ambas dietas presentaron un porcentaje mayor a 70%, en el caso del PER y NPR, por lo que ambas dietas presentan una buena calidad proteica y nutricional.

En general se puede decir que el producto realizado puede ser útil en cuanto al tema de seguridad alimentaria, ya que no sólo es bueno nutricionalmente sino que es un alimento que es fácil de elaborar, manejable y que se puede presentarse no sólo como una sopa deshidratada sino también como una sopa enlatada.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Las harinas de arveja dulce elaboradas presentaron características físicas y químicas aceptables para la elaboración de las cremas en polvo y otros productos, ya que ambas presentaron un porcentaje de proteína aproximadamente de 20%, menos de 4% de humedad, menos de 1% de grasa y de 6-7% de fibra; mientras que su granulometría y retención de agua y grasa fue la adecuada para el producto elaborado.
2. Agregar en cualquier porcentaje harina de arveja dulce escaldada o sin escaldar a la harina de maíz aumentó significativamente el porcentaje de proteínas, disminuyó las grasas y aumentó la fibra cruda, siendo las sustituidas con 30% de harina de arveja dulce las que presentaron un mayor porcentaje. No existió una diferencia significativa la harina era escaldada o sin escaldar.
3. Todas las cremas fueron aceptadas en cuanto al color, olor, sabor y espesor. La crema con 30% de arveja dulce escaldada fue la preferida por los consumidores, siendo el sabor la razón principal por la cual la eligieron, seguido del espesor, olor y por último el color, el cual debía mejorar, ya que los consumidores no veían una relación entre el color y la composición de la crema.
4. La crema de maíz en polvo con 30% de harina de arveja dulce escaldada presentó una buena calidad proteica y nutricional de la crema elaborada, y se vio su potencial para clasificarse como un alimento que contribuya a la seguridad alimentaria.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Para la elaboración de las harinas es importante tomar en cuenta el estado de maduración de la legumbre, parte de la arveja utilizada, taninos y temperatura de los procesos de deshidratado y escaldado, ya que estos pudieron ser factores que influyeron en las características (color y químico proximal) de las harinas y las cremas elaboradas.
2. Es importante determinar la vida de anaquel de la harina de arveja dulce, ya que éste puede ser un factor que delimite su uso para cierto producto, sobre todo para la crema realizada.
3. La crema elaborada a pesar de haber presentado buenas características nutritivas, todavía no puede ser considerada un alimento complementario, ya que el porcentaje de proteína no alcanza los requerimientos establecidos por la OMS y FAO, es por esto que se recomienda agregar a la crema otro tipo de leguminosa como la aba o frijol.
4. Se recomienda utilizar otro tipo de cereal, por ejemplo de trigo, para la elaboración de las pre-mezclas y la crema, ya que a partir de éstas se podrían elaborar muchos más alimentos debido a las diferentes propiedades físicas y químicas que presenta el trigo en comparación con el maíz.
5. Se recomienda buscar otro tipo de aplicación, en el área de alimentos, a la harina de arveja dulce, ya que ésta presenta buenas características funcionales y nutritivas, sobre todo por su capacidad de ser mezclada con harinas de cereales para aumentar su calidad proteica.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. <<Arveja >>.2009.*Revista Agronegocios*. [Guatemala]. Noviembre-Diciembre: 7-12.
2. Alasino, María, *et al.* 2008.<<Panificación con harina de arvejas (*Pisum sativum*) previamente sometidas a inactivación enzimática>>. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*. 58(4): 397-402.
3. Aldrich, S, *et al.* 1970. *Corn: Culture, Processing, Products*. Estados Unidos, The Avi Publishing Company. 362 págs.
4. Almeida-Dominguez, NG, *et al.* 1990. <<Formulation of combase "snacks" with high nutritive value: biological and sensory evaluation>>. *Journal of food Science*. 55(1):228-231.
5. Alzamora, Stella, *et al.* 1985. <<Mathematical prediction of leaching losses of wáter soluble vitamins during blanching peas>>. *Journal of Food Technology*. 20 :252-262.
6. Barbosa, Gustavo; H. Vega. 1996. *Dehydration of Food*. New York, Champan & Hall. 330 págs.
7. Beuchat, B. 1977. << Functional and Electrophoretic Characteristics of Succinylated Penut Flour Protein>>. *Journal of Agricultural and Food Chemestry*. 25 (2): 258-261.
8. Bilbao, T, *et al.* 2000. << Ocurrencia de tóxicos naturales en frijol colorado y arveja>>. *Revista Facultad nacional de agronomía*. 53 (1): 258-261.
9. *Comité de arveja*. 2009. AGEXPORT. Guatemala.  
<http://www.export.com.gt/Portal/Home.aspx?tabid=2019>
10. *Cuadro 2.4.6: Otras verduras: Área cosechada y producción (Años: 2001-2009)*.2010. Ministerio de agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) e Instituto Nacional de Estadística (INE). Guatemala.
11. Cubero,J.I, *et al* . 1983. *Leguminosas de grano*. Madrid, Mundi-prensa. 359 págs.
12. De la Torre, Monica. 2007. <<Fortification of baked and fried tortilla chips with mechanically expelled soy flour>>. Tesis de la universidad de Texas A&M. 109 págs.

13. Dendy, David, *et al.* 2004. *Cereales y productos derivados: química y tecnología*. Zaragoza, Acribia. 537 págs.
14. *El maíz en la nutrición humana*. 1993. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS). Roma, Italia.
15. Estévez, AM. 1990. «Avances en la industrialización de leguminosas de grano». *Alimentos*. 15(5):64-67.
16. *Exportaciones de arveja china*. 2010. INFOAGEXPORT. Guatemala.
17. Fellows, P. 2000. *Food procesing Technology*. 2ª ed. New York, CRC Press. 592 págs.
18. Fuentes, Mario, *et al.* 2002. «HB-PROTICTA contra el hombre y la desnutrición». *Instituto de ciencia y tecnología agrícola*. III (31): 32-35.
19. García, Marian. 2002. «Estrategias comerciales para el nuevo milenio». *Extra*. 14-28 págs.
20. Granito, Marisela; V. Ascanio. 2009. «Desarrollo y transferencia tecnológica de pastas funcionales extendidas con leguminosas». *Archivos Latinoamericanos de nutrición*. 59(1): 71-77.
21. Gujska, Elzbieta; K. Khan. 1991. «Functional Properties of Extrudates from High Starch Fraction of Navy and Pinto Breans and Corn Meal Blended with Legume High Protein Fractions». *Journal of food Science*. 56(2):431-435
22. Halpin, B.E; C.Y. Lee. 1987. «Effect of Blanching on Enzyme Activity and Quality Changes in Green Peas». *Journal of food science*. 52(4): 1002-1005.
23. Hickling. D. 2003. *Guia de la arveja canadiense para la industria a forrajera*. 3ra edición. Canada, Pulse Canada. 36 pág.
24. Horwitz, William; G. Latimer. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18ª ed. Gaithersburg, AOAC International.  
<http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.HTM#Contents>  
<http://www.nutritiondata.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2516/2>

25. Kerh, Elizabeth; M. Mera. 2007. «Arvejas de vaina comestible: sugar snap». *Boletín del instituto de investigaciones agropecuarias fundación para la innovación agraria*. [Chile]. (157): 1-97
26. Mazzeo, Miguel, et al. 2006. «Deshidratación osmótica de arveja (*Pisum sativum* L.) y habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando soluciones de glicerol y cloruro de sodio». *Vector*. 1(1): 9-28.
27. McCabe, Warren, et al. 2007. *Operaciones unitarias en ingeniería química*. 7ª ed. Guatemala, McGrawhill. 1189 págs.
28. Mera, Mario, et al. 2007. «Arvejas (*Pisum Sativum*) de vaina comestible "Sugar Snap": Antecedentes y comportamiento en el sur de Chile». *Agricultura técnica*. 67 (4): 343-352.
29. Moreira, Rosana, et al. 1999. *Deep-Fat Frying*. Gaithersburg, Aspen Publishers, Inc. 350 págs.
30. Moyer, J.C, et al. 1959. «The Interaction Between Blanching and Drying Rates of Peas». *Food Technology*. 13 : 581-583.
31. Nadal, Salvador, et al. 2004. *Las leguminosas grano en la agricultura moderna*. Madrid, Mundi-prensa. 318 págs.
32. Nutrition Data. 2009. *Peas, edible-podded, raw [Snowpeas, Sugar snap peas]*. <http://www.nutritiondata.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2516/2>
33. Onuma, B ; A. Bello. 1988. « Pshysicochemical and Fuctional Properties of Winged Bean Flour and Isolate Compared with Soy Isolate ». *Journal of Food Science*. 53 (2): 450-454.
34. Palma, María. 2007. «Formulación de un producto de panificación tipo champurrada por medio de sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz de alta calidad proteica (QPM y maíz suave». Tesis de la Universidad del Valle de Guatemala. 78 págs.
35. Reichert, Robert; S. Mackenzie. 1982. «Composition of Peas (*Pisum sativum*) Varying Widely in Protein Content ». *Journal of agricultural and food chemistry*. 30 (2): 312- 317.
36. Salunkhe, D.K; S. Kadam. 1998. *Handbook of Vegetable Science and Technology*. New York, Marcel Dekker, INC. 721 págs.

37. Shams, M.A; D.R. Thompson. 1987. <<Quantitative Determination of Pea Losses as Affected by Conventional Water Blanching>>. *Journal of Food Science*. 52 (4): 1006-1009.
38. Smith, C., et al. 1980. "Determination of Trypsin Inhibitor Levels in Foodstuffs" *Journal of Science Food and Agriculture [Países Bajos]*. 31: 341-350
39. *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*.2007. Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). 2ª ed. Guatemala. 128 págs.
40. *Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina*. 1961. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) y Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional. Guatemala. 131 págs.
41. Tettweiler, Peter. 1991. <<Snack Foods Woldwide>>. *Food Technology*. 45(2): 58-62.
42. Torres, E. 1988. <<"Snack": Alimento muchas veces controvertido>>. *Alimentos Procesados*. 7(10):14-16.
43. Urbano, Gloria, et al. 2003.<< Nutritional Evaluation of Pea (*Pisum sativum* L.) Protein Diets after Mild Hydrothermal Treatment and with and without Added Phytase>>. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(8): 2415-2420.
44. Urías, Moisés. 2010. <<Minivegetales y arveja registran un buen año>>. *Prensa Libre*. [Guatemala].12 de febrero, pág. 19, vol.2
45. Witting,W. *Evaluación sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos*. 25-26 págs.

XI. APÉNDICE

**ANÁLISIS BIOLÓGICO**

Cuadro #30: Datos obtenidos para el cálculo del NPR y PER

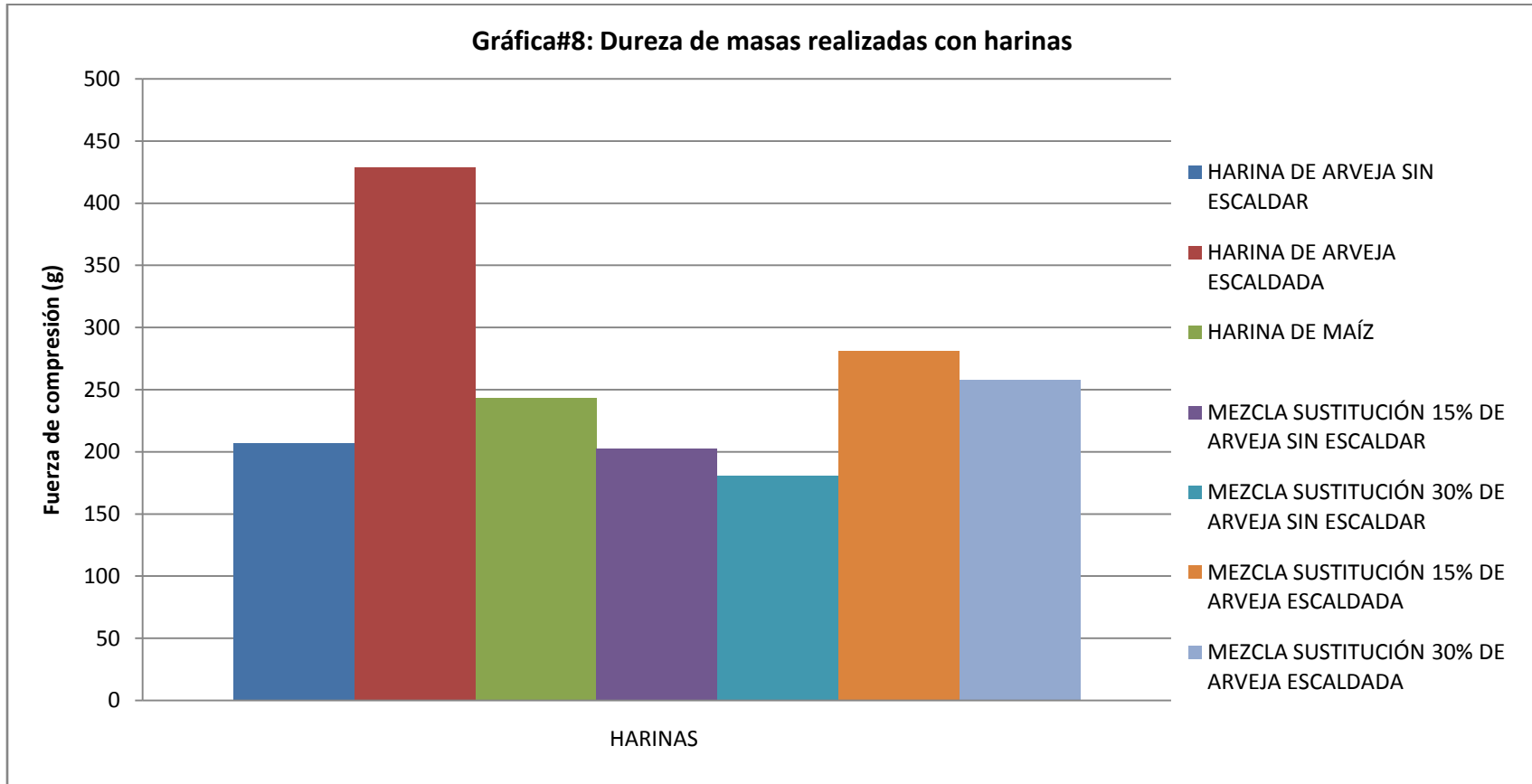
Dieta	No de rata	Peso inicial (g) (20/09/2010)	Peso final (g) (04/10/2010)	Aumento en peso (g)	Promedio (g)	Desviación estándar	Alimento dado total (g)	Alimento sobrante total (g)	Alimento ingerido (g)	Promedio (g)	Desviación estándar
Dieta 1 Harina de trigo	R1	50	105	55	45.00	8.09	200	133.00	169.00	159.38	14.45
	R2	50	106	56			200	140.50	165.00		
	R3	50	81	31			200	143.00	129.00		
	R4	48	91	43			200	138.50	154.00		
	R5	50	97	47			200	129.50	169.00		
	R6	48	89	41			200	150.00	156.00		
	R7	46	87	41			200	134.50	157.00		
	R8	46	92	46			200	131.50	176.00		
Dieta 2 Harina de maíz	R1	50	93	43	39.88	3.14	200	114.00	140.00	144.00	11.56
	R2	50	91	41			200	128.50	127.00		
	R3	50	91	41			200	122.00	131.00		
	R4	48	92	44			200	134.30	160.00		
	R5	50	86	36			200	121.00	158.00		
	R6	48	89	41			200	125.00	144.00		
	R7	46	83	37			200	133.00	145.00		
	R8	46	82	36			200	129.50	147.00		
Dieta libre de nitrógeno	R1	50	37	-13	-11.50	2.93	200	135.30	66.00	69.63	3.81
	R2	50	45	-5			200	123.00	74.00		
	R3	50	37	-13			200	132.00	65.00		
	R4	50	39	-11			200	136.50	70.00		
	R5	50	35	-15			200	117.70	72.00		
	R6	50	39	-11			200	133.00	74.00		
	R7	46	34	-12			200	130.10	65.00		
	R8	46	34	-12			200	135.00	71.00		

Cuadro #31: Datos calculados para el cálculo del NPR y PER

Dieta	No de rata	Promedio % de proteína en la dieta	Proteína ingerida (%)	Promedio de proteína ingerida	Desviación estándar	NPR	Promedio de NPR	Desviación estándar	PER	Promedio de PER	Desviación estándar
Dieta 1 Harina de trigo	R1	14.20	24.00	22.63	2.05	2.83	2.49	0.17	2.29	1.98	0.24
	R2		23.43			2.60			2.39		
	R3		18.32			2.40			1.69		
	R4		21.87			2.47			1.97		
	R5		24.00			2.58			1.96		
	R6		22.15			2.35			1.85		
	R7		22.29			2.38			1.84		
	R8		24.99			2.32			1.84		
Dieta 2 Harina de maíz	R1	12.50	17.50	18.00	1.45	3.20	2.87	0.26	2.46	2.23	0.27
	R2		15.88			2.90			2.58		
	R3		16.38			3.30			2.50		
	R4		20.00			2.75			2.20		
	R5		19.75			2.58			1.82		
	R6		18.00			2.89			2.28		
	R7		18.13			2.70			2.04		
	R8		18.38			2.61			1.96		
Dieta libre de nitrógeno	R1	1.48	0.98	1.03	0.06	0	0	0	0	0	0
	R2		1.10								
	R3		0.96								
	R4		1.04								
	R5		1.07								
	R6		1.10								
	R7		0.96								
	R8		1.05								

## ANÁLISIS DE DUREZA DE LAS MASAS

Gráfica#8: Comparación de la dureza entre las masas realizadas con las harinas



## ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS HARINAS DE ARVEJA DULCE

### 1. PRUEBA T Y F : HUMEDADES

Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>
Media	3.618550677	4.29410346
Varianza	0.005817496	0.000541611
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2
F	10.74110073	
P(F<=f) una cola	0.188535306	
Valor crítico para F (una cola)	161.4476387	

-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las varianzas son iguales

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>
Media	3.618550677	4.29410346
Varianza	0.005817496	0.000541611
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.003179553	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-11.9805355	
P(T<=t) una cola	0.003447527	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.006895054	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

-La probabilidad es menor 0.05 por lo que las medias no son iguales

## 2. PRUEBA T Y F : CENIZAS

Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>
Media	3.84364497	3.942843297
Varianza	2.12295E-05	0.000410348
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2
F	0.051735377	
P(F<=f) una cola	0.142379426	
Valor crítico para F (una cola)	0.006193959	

-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las varianzas son iguales

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>HARINA DE ARVEA ESCALDADA</i>	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>
Media	3.84364497	3.942843297
Varianza	2.12295E-05	0.000410348
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.000215789	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-6.752893696	
P(T<=t) una cola	0.010616566	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.021233132	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias no son iguales

### 3. PRUEBA T Y F : PROTEÍNA

Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>
Media	20.78817176	20.62171341
Varianza	0.062488766	0.085037659
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2
F	0.734836387	
P(F<=f) una cola	0.451156	
Valor crítico para F (una cola)	0.006193959	

-La probabilidades mayor a 0.05 por lo que las varianzas son iguales

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>
Media	20.78817176	20.62171341
Varianza	0.062488766	0.085037659
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.073763212	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	0.612894415	
P(T<=t) una cola	0.301177563	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.602355125	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

-La probabilidad es mayor a 0.05 por las medias son iguales

#### 4. PRUEBA T Y F : GRASA

Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>
Media	0.938236915	1.146144352
Varianza	0.010378054	0.030365916
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2
F	0.341766553	
P(F<=f) una cola	0.254713871	
Valor crítico para F (una cola)	0.052631579	

-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las varianzas son iguales

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>
Media	0.938236915	1.146144352
Varianza	0.010378054	0.030365916
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.020371985	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-1.78401697	
P(T<=t) una cola	0.074492644	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846782	
P(T<=t) dos colas	0.148985289	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las medias son iguales

## 5. PRUEBA T Y F : FIBRA CRUDA

Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>HARINA DE ARVEJA</i>	
	<i>ESCALDADA</i>	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>
Media	7.993965441	6.302108258
Varianza	0.027176792	0.082692627
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2
F	0.328648307	
P(F<=f) una cola	0.331385807	
Valor crítico para F (una cola)	0.006193959	

-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las varianzas son iguales

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>HARINA DE ARVEJA</i>	
	<i>ESCALDADA</i>	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>
Media	6.302108258	7.993965441
Varianza	0.082692627	0.027176792
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.054934709	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-7.218389021	
P(T<=t) una cola	0.009328283	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.018656566	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias son diferentes

## 6. PRUEBA T Y F: RETENCIÓN DE AGUA

Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>MUESTRA SIN ESCALDAR</i>	<i>MUESTRA ESCALDADA</i>
Media	4.202624247	3.054841549
Varianza	0.000335657	0.000327705
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2
F	1.024265503	
P(F<=f) una cola	0.496184228	
Valor crítico para F (una cola)	161.4476387	
-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las varianzas son iguales		

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>MUESTRA SIN ESCALDAR</i>	<i>MUESTRA ESCALDADA</i>
Media	4.202624247	3.054841549
Varianza	0.000335657	0.000327705
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.000331681	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	63.02302811	
P(T<=t) una cola	0.000125837	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.000251674	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias son diferentes

## 7. PRUEBA T Y F : RETENCIÓN DE GRASA

Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>
Media	1.77476853	1.60632248
Varianza	0.01738567	0.01162429
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2
F	1.49563248	
P(F<=f) una cola	0.43636056	
Valor crítico para F (una cola)	161.447639	

-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las varianzas son iguales

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>HARINA DE ARVEJA SIN ESCALDAR</i>	<i>HARINA DE ARVEJA ESCALDADA</i>
Media	1.77476853	1.60632248
Varianza	0.01738567	0.01162429
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.01450498	
Diferencia hipotética de las medias	4	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	1.3986281	
P(T<=t) una cola	0.14841098	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.29682197	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las medias son iguales

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS HARINAS DE MAÍZ CON HARINA DE ARVEJA DULCE

### 1. ANOVA : HUMEDADES

Análisis de varianza de un factor

#### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
HARINA DE MAÍZ	3	18.3645257	9.18226285	0.021068364
HARINA 15% SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	17.40700822	8.703504111	0.000978189
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	16.2634665	8.13173325	0.401779329
HARINA 15% SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	17.59486024	8.797430119	0.005964382
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	16.34261381	8.171306904	0.00026881

#### 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	1.583470833	1	0.395867708	4.602480593	0.06253193	5.19216777
Dentro de los grupos	0.430059074	4	0.086011815			
<b>Total</b>	<b>2.013529907</b>	<b>5</b>				

-La probabilidad es mayor a 0.05 por lo que las medias no son diferentes

## 2. ANOVA : CENIZAS

Análisis de varianza de un factor

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
HARINA DE MAÍZ	3	2.694371216	1.347185608	4.55107E-05
HARINA 15% SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	3.786409618	1.893204809	0.013474031
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	4.443900036	2.221950018	0.003690083
HARINA 15% SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	3.591028027	1.795514013	1.00244E-05
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	4.289204916	2.144602458	0.001270027

### 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	0.956292987	1	0.239073247	64.65046903	0.00017108	5.19216777
Dentro de los grupos	0.018489676	4	0.003697935			
Total	0.974782663	5				

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias son diferentes

### 3. ANOVA: PROTEÍNA

Análisis de varianza de un factor

#### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
HARINA DE MAÍZ	3	18.48096814	9.240484068	0.30643092
HARINA 15% SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	20.12520532	10.06260266	0.074317722
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	24.98270556	12.49135278	0.047534712
HARINA 15% SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	20.86515747	10.43257873	0.074654424
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	23.89043741	11.9452187	0.051439504

#### 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	14.55422032	1	3.638555079	32.81659623	0.000879	5.19216777
Dentro de los grupos	0.554377281	4	0.110875456			
Total	15.1085976	5				

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias son diferentes

#### 4. ANOVA: GRASA

Análisis de varianza de un factor

##### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
HARINA DE MAÍZ	3	7.079109653	3.539554827	0.000347641
HARINA 15% SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	6.175718884	3.087859442	0.001023518
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	5.584584081	2.79229204	0.001337555
HARINA 15% SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	6.135777655	3.067888827	0.000720519
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	5.519874142	2.759937071	0.015316153

##### 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	0.783931906	1	0.195982976	52.27499122	0.00028684	5.192167773
Dentro de los grupos	0.018745386	4	0.003749077			

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias son diferentes

## 5. ANOVA: FIBRA CRUDA

Análisis de varianza de un factor

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
HARINA DE MAÍZ	3	2.680909785	1.340454892	0.054707813	
HARINA 15% SUSTITUCIÓN SIN ESCALCALAR	3	4.545038079	2.27251904	0.02561347	
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	6.225414569	3.112707285	0.140664808	
HARINA 15% SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	5.978006446	2.989003223	0.037844165	
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	7.694501526	3.847250763	0.030050994	

### 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	7.200740313	1	1.800185078	31.15787338	0.00099445	5.192167773
Dentro de los grupos	0.288881249	4	0.05777625			
Total	7.489621563	5				

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias son diferentes

## 6. ANOVA: RETENCIÓN DE AGUA

Análisis de varianza de un factor

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
HARINA DE MAÍZ	3	5.38160426	2.690802131	0.00107175
HARINA 15% SUSTITUCIÓN SIN ESCALCALAR	3	4.65465513	2.327327567	0.00120768
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	4.80708576	2.40354288	0.05125107
HARINA 15% SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	4.2511936	2.125596801	0.00061976
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	4.33920364	2.169601819	0.00147292

### 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	0.404415535	1	0.101103884	9.0882861	0.01625529	5.19216777
Dentro de los grupos	0.055623185	4	0.011124637			
Total	0.46003872	5				

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias son diferentes

## 7. ANOVA: RETENCIÓN DE GRASA

Análisis de varianza de un factor

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
HARINA DE MAÍZ	3	3.084490134	1.542245067	0.0324141
HARINA 15% SUSTITUCIÓN SIN ESCALCALTAR	3	3.473282149	1.736641074	0.00026555
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN SIN ESCALDAR	3	3.225912006	1.612956003	1.8162E-06
HARINA 15% SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	3.553723175	1.776861588	0.00444114
HARINA 30 % SUSTITUCIÓN ESCALDADA	3	2.803003822	1.401501911	6.2349E-05

### 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	0.18374004	1	0.04593501	6.1765586	0.03578868	5.19216777
Dentro de los grupos	0.03718495	4	0.007436991			
Total	0.22092499	5				

-La probabilidad es menor a 0.05 por lo que las medias son diferentes