

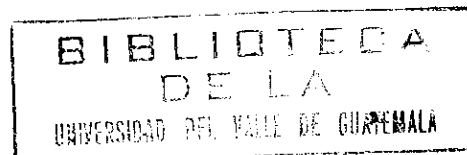
**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ciencias y Humanidades**

**Departamento de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos**

**PROCESAMIENTO DE LA ARVEJA CHINA (*Pisum sativum*)  
POR TRES METODOS, PARA SU UTILIZACION  
AGROINDUSTRIAL**


**JOSE JULIAN URIZAR GARCIA**



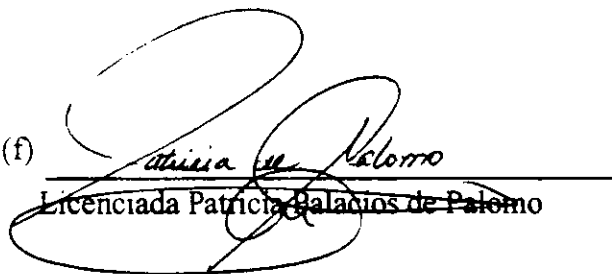
Trabajo de graduación presentado para optar al grado académico de  
Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

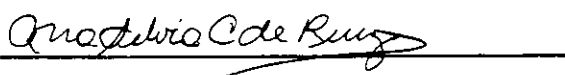
Guatemala  
1998

Vo. Bo.:

(f)   
Doctor Ricardo Bressani  
Asesor

Tribunal:

(f)   
Licenciada Patricia Balacios de Palomo

(f)   
Licenciada Ana Silvia Colmenares

Fecha de aprobación: 3 de Febrero 1998

Trabajo que dedico a :

DIOS, sin El, nada sería posible,

MI FAMILIA, por su incondicional apoyo, especialmente a mi padre Rolando  
Urizar por su gran ejemplo.

**PROCESAMIENTO DE LA ARVEJA CHINA (*Pisum sativum*)  
POR TRES MÉTODOS, PARA SU UTILIZACIÓN  
AGROINDUSTRIAL.**

## RESUMEN

El presente estudio trata sobre las transformaciones que se le pueden dar a los excedentes de arveja china, provenientes principalmente de su exportación, y al desperdicio del subproducto de toda la cosecha de arveja china, el cáliz.

Se puede obtener una harina de arveja china por el proceso de deshidratación. La pérdida de humedad en la arveja china tiene un decaimiento exponencial y se requiere aproximadamente de 3 horas con 20 minutos y una temperatura de 70°C para deshidratarla. La harina se logra moliendo la arveja deshidratada y tamizándola en una malla # 80. Por medio del análisis químico proximal, se determinó que la arveja china tiene en base seca 20.57% de proteína, 4.70% fibra, 9.54% ceniza, 61.14% carbohidratos. Se determinó por medio de las curvas de deshidratación que la humedad de la arveja china es de 88.83%. Una de las posibles aplicaciones que tiene la harina de arveja china, es para la alimentación animal dadas las características de sus nutrientes. Para demostrar la utilidad de esta harina, se hicieron sustituciones al 5 y 10% de harina de arveja china en concentrado para alimentar pollos, manteniendo la misma cantidad de proteína (21%) en cada concentrado y comparándolos con el concentrado existente. Después de 4 semanas de alimentación a 3 grupos de 12 pollos, bajo las mismas condiciones, la eficiencia de cada concentrado, grms. alimento proporcionado por grms. de aumento de peso de los pollos, con 0% de sustitución con arveja china es de 3.54, 5% de 2.69 y para 10% de 4.06. También se deshidrató el cáliz de la arveja, observándose que tiene el mismo comportamiento que la arveja china, con la diferencia de que se necesita de menos tiempo para deshidratarla: 2 horas con 20 minutos. También se hizo el análisis químico proximal y en base seca, el cáliz contiene

17.55% de proteína, 18.3% de fibra, 6.72% de grasa, 5.44% de ceniza y 52% de carbohidratos. Su humedad, determinada por curvas de deshidratación, es de 85.86%. El cáliz representa aproximadamente el 3% en peso de la arveja china y es descartado en toda la producción nacional. Para 1996 la cantidad de cáliz desechado fue de 119 T.M. Considerando la gran cantidad de desecho y el contenido de nutrientes que el cáliz tiene, se podría también utilizar la harina de cáliz para la alimentación animal.

Otra forma de transformar la arveja china es por medio de la fermentación. Es un proceso bastante sencillo. Para su realización, se requiere almacenar la arveja china en recipientes o bolsas que no permitan la entrada de aire. En el presente estudio, se midieron cada 10 días la acidez total, humedad y pH llegándose a un pH mínimo de 3.16 a los 40 días. Después de deshidratar cada muestra tomada, se hizo su caracterización química, pudiendo observarse una concentración en el porcentaje de proteína, fibra, grasa y ceniza. La fermentación fue completa, ya que se redujo sustancialmente el porcentaje de carbohidratos presentes en la arveja china, desde 61.14% hasta 13.03%. Las aplicaciones que puede tener un producto ensilado como este son bastante amplias. Entre ellas están la alimentación de vacas lecheras y cerdos. En la industria de los alimentos se puede aprovechar su sabor ácido como ingrediente en salsas y curtidos.

El último proceso practicado a la arveja china, fue la extracción de la proteína. Esta se logró macerando la arveja china y separando las porciones solubles de proteína por medio de calor y disminución del pH. Se logró extraer el 67.77% de la proteína original en un extracto líquido. El otro 32.23% de proteína se obtuvo en un residuo, que después de deshidratarlo se convirtió en harina. La caracterización química de esta harina, presenta los

siguientes resultados, en base seca 21.84% de proteína, 38.45% fibra, 5.58% ceniza, 7.12% grasa, 27.01% carbohidratos. Esta harina puede utilizarse también para la alimentación animal. El extracto líquido obtenido con 67.77% de la proteína original se podría utilizar como un ingrediente en un jugo de vegetales. Separando este extracto líquido, se obtiene un precipitado que es la proteína de la arveja china, de color verde y que representa el 50.52% de la proteína original. Al sobrenadante que resulta, se le buscó alguna aplicación y para demostrar el aprovechamiento de todos los productos obtenidos de la extracción de la proteína de la arveja china, se mezcló con maíz molido en una proporción 1:1 p/v. El resultado de analizar la mezcla maíz-sobrenadante fue un aumento en 1.5% de proteína para el maíz, y se obtuvo el valor de 10.6% de proteína para el maíz. Este sobrenadante, también aportaría otros nutrientes solubles como azúcares, vitaminas y minerales. Una de las posibles aplicaciones que puede tener el extracto de proteína de la arveja china es la de dar un valor agregado en alimentos.

## INDICE

I. OBJETIVOS	1
II. HIPOTESIS	2
III. INTRODUCCION	3
IV. JUSTIFICACION	5
V. ANTECEDENTES	6
A. Identificación botánica y generalidades de la arveja china	6
B. Producción de arveja china	7
C. Exportación de arveja china	8
D. Comercialización de arveja china en Guatemala	9
E. Composición química de la arveja china	11
F. Posibilidades de procesamiento	11
G. Aplicaciones propuestas para el producto obtenido de arveja china	15
H. Materiales y métodos	16
I. Diseño experimental	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	19
A. Deshidratación de arveja china y de cáliz	19
B. Fermentación de arveja china	28
C. Extracción de la proteína de la arveja china	32
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	37
IX. BIBLIOGRAFIA	38
X. ANEXOS	39

## **I. OBJETIVOS**

### **A. General**

Obtener un valor agregado de los productos no tradicionales no exportables de Guatemala a través del procesamiento del rechazo de arveja china que se produce en el país.

### **B. Específicos**

- Establecer los cambios en composición química de la arveja china por deshidratación con aire caliente.
- Estudiar los cambios en la composición química en arveja china que son inducidos por un proceso de fermentación anaeróbica.
- Aplicar un sistema de extracción de la proteína de la arveja china y evaluar la composición de los productos de esta extracción.
- Buscar algunas aplicaciones de los productos principales de los distintos procesos explicados anteriormente.

## **II. HIPÓTESIS**

**Es posible ampliar los usos de la arveja china con valor agregado a través de la aplicación apropiada de tecnologías de conversión.**

### III. INTRODUCCIÓN

La arveja china es uno de los principales Productos No Tradicionales que son exportados por Guatemala. En los últimos años ha alcanzado un notable crecimiento, debido a la demanda de este producto en el mercado fuera de nuestras fronteras. Por ello la mayoría de la producción nacional se inclina a ofertar arveja china de la mejor calidad. El consumo de esta arveja, en Guatemala es bajo y existe muy poca demanda del mercado interno por este producto.

Los estándares de calidad que debe llenar un lote de arveja china para su exportación, son bastante altos, ya que incluyen un control desde los plaguicidas, hasta el tamaño y forma de la vaina de arveja china. Debido a que no toda la producción llena estos estándares, existe un rechazo que la mayoría de las veces es simplemente desperdiciado, generando contaminación ambiental, entre otros. El monto al que llegó este desperdicio para el año de 1996, fue de 13,526,680 libras de arveja china.

El presente estudio tiene como finalidad investigar la utilización que se les pueda dar a los excedentes de arveja china que son desechados en Guatemala, al no presentar las características necesarias para su exportación. Para ello se hará uso de distintas tecnologías de conversión para un mejor aprovechamiento de este recurso.

Se pretende obtener alimento para animales y una propuesta de alguna utilización para el consumo humano. Se espera que a través de la aplicación de las técnicas de conversión se beneficien los productores, exportadores, y principalmente la población en general:

- a) Productores y exportadores, se beneficiarán al hacer un mejor aprovechamiento de todos los recursos de que disponen. Las cosechas serán más explotadas y existirá menos desperdicio.
- b) Población en general al mejorar las condiciones del medio ambiente.
- c) Con la disponibilidad de productos de arveja china para otros usos.
- d) Creación de agroindustrias con sus beneficios.

#### IV. JUSTIFICACIÓN

Si se toman como referencia el año de 1996, el desperdicio de arveja china que se produjo en Guatemala fue de 13,526,680 libras. Esta no cumplía con las características para su exportación, por lo que fue simplemente desechada, ya que generó contaminación ambiental entre otros. En base a la composición química de la arveja china y a la cantidad desechada anualmente, existe una disponibilidad de 378,747 libras de proteína que bien podrían ser utilizadas.

Existe también una cantidad cuantificable de un subproducto de la arveja china: el cáliz. Este es desechado en toda la producción nacional, sin que hasta el momento se le haya logrado encontrar alguna utilidad.

Al considerar que ocurre un crecimiento sostenido en el volumen de la exportación de arveja china, se podrían aprovechar los beneficios que proporciona la utilización de desperdicios y subproductos de la arveja china, al aplicar tecnologías de conversión. Se verán beneficiados los productores, exportadores y principalmente la población en general.

Entre las principales aplicaciones que se pueden obtener a través de las técnicas de conversión de la arveja china se toma el consumo animal.

## V. ANTECEDENTES

### A. Identificación botánica y generalidades de la arveja china

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

La clasificación botánica de este recurso se detalla en la siguiente tabla:

TABLA # 1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA ARVEJA CHINA* (Saravia, 1988)	
Reino	Vegetal
División	Embryophyta
Sub División	Diploidalia
Clase	Dicotyledoneae
Sub Clase	Archichlamydeae
Orden	Rosidae
Familia	Leguminosae
Sub Familia	Papilionoideae
Género	Pisum
Especie	Sativum
Nombre Común	Arveja China

Es de hábito anual, con tallo herbáceo, que según la variedad alcanza alturas de 50 a 175 cm. o más; por lo que existen variedades enanas y trepadoras. Produce flores auxiliares de color blanco que dan origen a vainas de 6-12 cm de largo, con 6 a 10 semillas en cada una.

La reproducción de la arveja, se hace por semilla, las que conservan su poder de germinación durante 2-3 años. (Gudiel, 1987)

Las variedades de arveja china más importantes en Guatemala son:

- Melting Sugar 160-04: La variedad más popular de arveja china es conocida como Snow Peas, de vaina comestible. Las plantas son compactas, de 150 a 200 cm. de altura, produce vainas anchas aplanadas de 10 cm de largo con 8 ó 10 semillas en cada una. (Gudiel, 1987)
- Alderman 160-02: Variedad de arveja para consumo fresco, conocida como arveja gigante o arvejón. De hábito enredador alcanza alturas de 150-175 cm., con vainas de 10 cm de largo, redondas y puntiagudas, con 8 ó 10 semillas en cada una. Resiste bien el transporte. (Gudiel, 1987)
- Alaska 160-01: Variedad especial para enlatado y consumo en fresco. Plantas de 75 cm de altura. Produce vainas de 6 cm de largo con 6 ó 8 granos en cada una. (Gudiel, 1987)

## **B. Producción de arveja china**

### **1. Zonas de producción en Guatemala**

La arveja china es una planta hortícola propia de clima templado fresco. En Guatemala se siembra en climas templados y fríos, con una temperatura ambiental de 7 a 24 °C. Se produce adecuadamente en alturas de 4,600 a 7,000 pies sobre el nivel del mar y se desarrolla bien en humedades relativas de 60 a 85%. (Saravia, 1988)

La época de cosecha de la arveja china es durante todo el año, pero presenta un incremento en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero. (Hernández,1990). Según el Informe Final sobre el Censo Nacional de Arveja China para 1995, los departamentos productores en Guatemala son: Chimaltenango (79.19 %), Sacatepéquez

(18.23 %), Quiché (0.84%), Guatemala (0.84 %), Jalapa (0.57 %) y Sololá (0.32 %). (Alvarado, 1995)

## **2. Producción total de arveja china en Guatemala**

No existe información que registre la producción total de arveja china en el país, ya que la producción de la misma varía en una gran escala, desde agricultores con pequeñas extensiones de tierra hasta grandes cooperativas. La mayoría de la producción nacional es exportada y su consumo local es bajo y poco cuantificable.

Sin embargo con el fin de poder tener una base para conocer la producción nacional de arveja china, la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales realizó un programa permanente para normar y fomentar el cultivo de arveja china en Guatemala y realizó un censo nacional en los meses de abril a julio de 1995. Este censo es la única fuente de datos que se basa en un conteo detallado y exhaustivo de todos y cada uno de los agricultores y la ubicación de las parcelas. (Alvarado,1995)

Con base en el Informe Final sobre el Censo Nacional de arveja china , abril-julio 1995, se cultivaron 6,216.08 manzanas de tierra con arveja china. Si se considera el rendimiento de 100 quintales de arveja china por manzana de cultivo, propuesto por el informe del Banco de Guatemala y la Gremial de Productos No Tradicionales (GEXPNTRA), se tiene que la producción total para el año 1995-96 es de 62,160,800 libras de arveja china. (GEXPNTRA)

### **C. Exportación de arveja china**

Los países a los que se exporta la arveja china de Guatemala son principalmente: Estados Unidos, Holanda, Alemania, Bélgica, Inglaterra, Canadá y México. (GEXPNTRA)

Las exportaciones para el año de 1995 fueron de 36,400,00 libras de arveja china, y para el año de 1996 se tuvo un crecimiento del 8% en las exportaciones, llegándose a un total de 39,310,000 libras de arveja china. (GEXPNTRA)

#### **D. Consumo de arveja china en Guatemala**

##### **1. Comercialización**

La mayoría de la producción de arveja china en el país, es con fines de exportación. Su consumo en el país es bajo, debido a que ésta no forma parte de la dieta alimenticia de la gran mayoría de la población. Por la falta de información y de datos confiables, no es preciso detallar exactamente la cantidad consumida de arveja china en Guatemala. Esta falta de información, se debe a que existen pequeños agricultores que destinan entre sus extensiones del cultivo principal limitadas extensiones de tierra para el cultivo de arveja china, que no es para exportación sino es llevada a los distintos mercados de su comunidad.

La comercialización de arveja china en Guatemala, la hacen principalmente los siguientes grupos:

- A. Cooperativas: que cuentan con una cantidad apreciable de asociados, a los cuales prestan asistencia técnica y financiera. (Saravia, 1988)
- B. Empresas Exportadoras: son las que compran a agricultores, y cooperativas su producto.
- C. Mercados Comunales: a éstos llega la producción de pequeños agricultores.

Al tener como marco de referencia la situación existente en la comercialización y el consumo de arveja china en Guatemala, se podría hacer una estimación del 15% de la

producción nacional que es consumida en el país. Se sabe que el consumo para el año 1996 fue de 9,324,120 libras de arveja china.

## **2. Formas en que se consume la arveja china en Guatemala**

La arveja china se consume principalmente en la comida de origen oriental, guisos con pollo y camarones, en ensaladas acompañadas de otras verduras.

## **3. Cantidades estimadas de arveja china que se queda en Guatemala**

El consumo interno de arveja china asciende a un 15% de la producción nacional, lo cual es aceptable si se parte de un estudio anterior (Saravia, 1988) que tiene como base el 10% de la producción nacional, se estima que existe una gran cantidad de arveja china que es desperdiciada, según datos del año 1996:

PRODUCCIÓN NACIONAL: 62,160,800 lbs.

EXPORTACIONES : 39,310,000 lbs.

CONSUMO INTERNO: 9,324,120 lbs.

***SOBRANTE DE ARVEJA CHINA: 13,526,680 lbs.***

## **4. Otros subproductos en la producción de arveja china**

Para finalidades de consumo y exportación de arveja china, la vaina se selecciona y se elimina el cáliz que pasa a ser un subproducto en toda la producción.

El cáliz representa aproximadamente un 3% en peso de la arveja china. Con base en la producción de arveja china en Guatemala, las cantidades de cáliz que son eliminadas son bastante grandes, ya que cada vaina, tiene su cáliz.

## E. Composición química de la arveja china

TABLA # 2 COMPOSICIÓN QUÍMICA ARVEJA CHINA ( <i>Pisum sativum</i> ) (INCAP, 1996)	
COMPONENTE	CANTIDAD, g /100 g
Humedad	88.0
Energía	42 kcal
Proteína	2.8 g
Grasa	0.2 g
Carbohidratos	7.6 g
Cenizas	0.6 g
Calcio	43 mg
Fósforo	53 mg
Hierro	2.1 mg
Tiamina	0.15 mg
Riboflavina	0.08 mg
Niacina	0.60 mg
Vitamina C	60 mg
Retinol Equiv.	14 meq

Como se puede observar en la tabla # 2, la arveja china tiene un alto contenido de agua en su composición química, sin embargo hay que hacer notar que en base seca, la arveja china tiene aproximadamente un 25% de proteína y un 67% de carbohidratos. Con base en el excedente de producción y la composición química, con un producto deshidratado habría una disponibilidad de 378,747 lbs de proteína que podría ser utilizada.

## F. Posibilidades de procesamiento

### 1. Deshidratación

La deshidratación se define como el proceso de remoción de humedad, en la que hay una transferencia simultánea de calor y masa. El calor transferido por los alrededores, evapora la humedad de la superficie. La humedad puede ser también transportada a la superficie del producto para luego ser evaporada o evaporadas internamente y ser transportada como vapor a la superficie. (Lund, 1992)

La transferencia de energía (calor) depende de la temperatura, humedad y flujo del aire, área expuesta del alimento y presión del alimento. La naturaleza física del alimento, como composición, contenido de humedad gobiernan el grado de transferencia de humedad. (Lund, 1992)

Los equipos para deshidratación generalmente utilizan conducción, convección o radiación para la transferencia de calor a la superficie del alimento. El calor es transferido directamente por un gas caliente o indirectamente a través de superficies metálicas. (Lund, 1992)

El ciclo típico de deshidratación consiste en tres etapas: calentamiento del alimento hasta la temperatura de secado, evaporación de la humedad de la superficie del producto de acuerdo al contenido de humedad, y una vez el punto de humedad crítico es alcanzado, se detiene la deshidratación. (Lund, 1992)

El aire es el gas más común para el secado de alimentos. Cuando el aire está en contacto con alimentos húmedos, se alcanza un equilibrio (Lund, 1992)

El contenido de humedad en la arveja china es bastante alto, por lo que al deshidratarse perderá un 89% de su peso. Antes del secado, la arveja china pasará el proceso de escaldado en el que se inactivarán las enzimas. Este proceso consiste en colocar el alimento en agua a su temperatura de ebullición por un período corto de tiempo. El tiempo que deba permanecer el alimento depende de las características y propiedades de éste.

## **2. Extracción de Proteína**

En años recientes, muchos investigadores han enfatizado lo inusual del uso en la nutrición humana de proteínas provenientes de varias hojas. Debido a la gran cantidad ofrecida de hojas como producto de las cosechas, parece lógico que mucha de la proteína proveniente de éstas, se pudiera procesar para consumo humano. La proteína extraída de

hojas en nueve especies de plantas ha sido reportada de tener aceptables valores biológicos, sin embargo muy poca diferencia fue observada en la composición de sus aminoácidos. Para la mayoría de las especies en las plantas, la calidad nutricional de las proteínas de las hojas es mejor que la de la semilla, pero no tan buena como lo es la de los huevos y la leche. Algunos reportes indican que los alimentos con proteína proveniente de hojas, son económicamente atractivos sólo si se combinan con productos para alimentación animal. (Neucere, Godshall, 1979)

El concentrado de proteínas provenientes de hojas (Leaf Protein Concentrate, LPC) es una de las muchas fuentes que podrían ser efectivamente utilizadas para combatir la mala nutrición proteica. El valor nutritivo de LPC ha sido evaluado mediante análisis de aminoácidos, estudios enzimáticos y dietéticos. (Betschart, Kinsella, 1974).

Es posible hacer comparaciones para la obtención de proteínas entre las hojas (LPC) y la proteína de algunos vegetales, como la arveja china.

Los métodos para obtener la proteína de hojas principalmente son:

- Extracción mecánica. Las hojas son presionadas y se obtiene un residuo remanente utilizado para la alimentación de animales y el jugo es extraído para poder obtener una proteína para consumo humano. Primer término, es necesario hacer el proceso de maceración que consiste en sumergir las hojas en agua y desintegrarlas. La extracción mecánica incluye: a.) la ruptura de células, b.) fragmentación de organelos celulares que contienen proteína, especialmente cloroplastos, c.) grados de presión, d.) viscosidad del jugo, e.) coagulación de proteína soluble. (Ogden, 1980)

Este proceso se realiza en un aparato que presiona las hojas en unos rodillos convergentes giratorios, una línea de vacío para obtener el jugo o residuo y otra en donde está la hoja prensada. (Ogden, 1980)

### 3. Fermentación

Entre los procesos de fermentación se designan, entre otros, la desasimilación anaeróbica de compuestos orgánicos por la acción de microorganismos u otras células o de extractos celulares que producen alcohol, butanol-acetona, ácido láctico, vinagre, ácido cítrico, etc.. (Kirk, Othmer, 1963)

El ensilaje, es el proceso por el cual se almacenan los alimentos por un tiempo determinado bajo distintas condiciones. alguna de éstas es la ausencia de oxígeno.

Los cambios que ocurren al ensilar un alimento se pueden resumir:

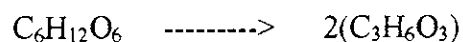
Fase 1: Continúa la respiración de las células de la planta, teniendo como resultado la formación de dióxido de carbono, la utilización de carbohidratos simples y el flujo de agua, y una compresión mecánica. Estos eventos son acompañados por la producción de calor. (Barnett,1954)

Fase 2: Se produce ácido acético en pequeñas cantidades por microorganismos del grupo coliformes y otros. Esta fase es de corta duración y está ligada a la siguiente fase. (Barnett,1954)

Fase 3: La iniciación de la fermentación del ácido láctico, depende de la actividad de los organismos del ácido láctico, lactobacilli y streptococci, y de una adecuada cantidad de carbohidratos. (Barnett,1954)

Fase 4: En esta fase la producción de ácido láctico ha pasado su pico y permanece constante a 1 y 1.5 % del material fresco. El material se mantiene a un pH constante de menos de 4.2. (Barnett,1954)

La importancia de la formación de ácido láctico en la producción de una buena calidad de ensilaje, ha sido siempre observada como necesaria. El ácido láctico es producido durante la fermentación de carbohidratos presentes en el material :



(Barnett, 1954)

## **G. Aplicaciones propuestas para el producto obtenido de arveja china**

### **1. Harina deshidratada**

#### **CONSUMO HUMANO:**

- Sopa deshidratada de Arveja china con verduras, pollo o caldo de res.
- Crema de Arveja china, que podría ser un ingrediente para la preparación de dips.
- Puré para comida de bebé
- Culinarios (Tortas)

#### **CONSUMO ANIMAL:**

- Ingrediente en las raciones para la alimentación animal

### **2. Producto Fermentado**

#### **CONSUMO HUMANO:**

- Salsas
- Curtidos

#### **CONSUMO ANIMAL:**

- Ingrediente en las raciones para la alimentación animal

### **2. Extracto de la proteína de la biomasa**

#### **CONSUMO HUMANO:**

- Componente de jugo de vegetales.
- Incorporar un cereal.

- Pasta para untar (dip) con algún sabor deseado: picante, barbacoa, queso.

#### CONSUMO ANIMAL:

- El residuo de la extracción como ingrediente en las raciones para la alimentación animal.

### **H. Materiales y métodos**

#### **1. Material experimental**

Se obtendrá arveja china en buen estado aunque haya sido rechazada para su exportación. Se almacenará bajo congelación hasta su uso. También se obtendrá el cáliz de arveja china y se almacenará bajo las mismas condiciones.

#### **2. Métodos**

##### **2.1 Deshidratación**

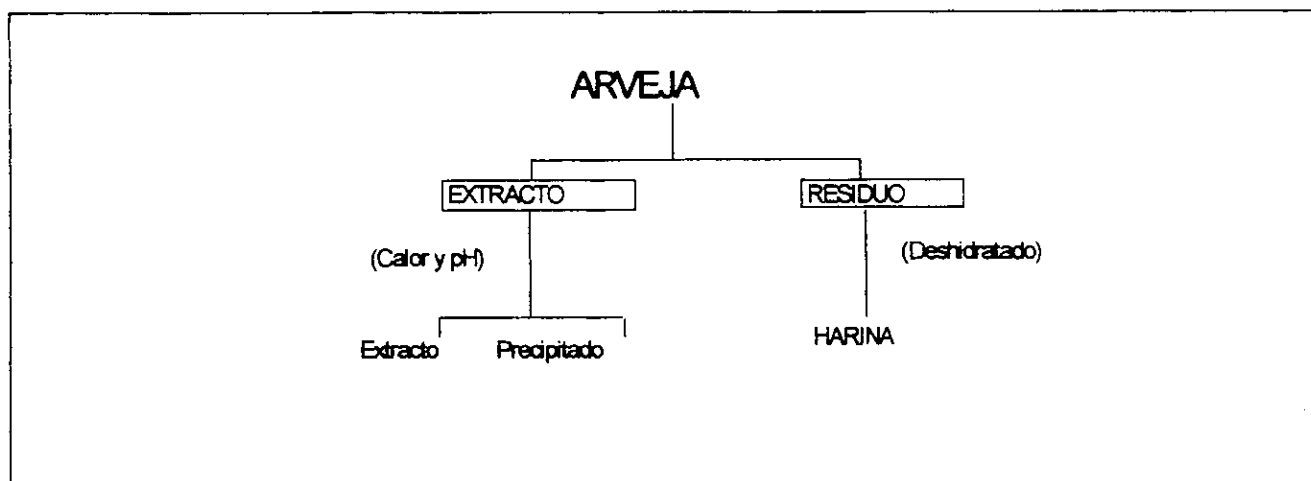
Se pesan en una balanza 500 gramos de arveja china y 500 gramos de cáliz. Se lavan y escaldan por 10 min. en agua. Se deshidratan a 60°C hasta alcanzar entre un 10-12% de humedad. La arveja china y cáliz secos, se muelen en un procesador de alimentos hasta un tamaño de partícula aproximado de 80 mallas. Se harán curvas de deshidratación, el balance de masa y análisis químicos. El procedimiento se repetirá tres veces.

##### **2.2 Fermentación**

Se toman 500 gramos de arveja china, se lavan y cortan en tiras transversales. Se envasan y sellan en bolsas plásticas, evitando que exista aire en el interior. El muestreo se realizará cada cinco días desde el inicio hasta los treinta días. Se medirá el pH, contenido de agua, ácido acético en cada muestreo. El proceso se repetirá tres veces.

## 2.3 Extracción de la proteína de la biomasa

Se hace la maceración de 500 gramos de arveja china con 400 ml. de agua en una licuadora para alimentos. Se medirá y ajustará el pH a 7. Con un extractor se separa el jugo y el bagazo. El procedimiento se repetirá tres veces y se hará una caracterización química del jugo y del bagazo por medio del análisis químico proximal.



## 3. Métodos químicos

Se seguirán los métodos estándar AOAC para ceniza: método # 7.009, proteína cruda: método # 7.015, grasa cruda: método # 7.060, humedad: método # 7.003, fibra: método # 7.071, ácido láctico: método # 22.058, energía: método # 17.024. (Williams, 1984)

### I. Diseño experimental

Para cada procedimiento, la unidad experimental es la arveja china, la cual será procesada por deshidratación, fermentación y extracción de proteína de la biomasa. El cáliz será la unidad experimental para el proceso de deshidratación. Los distintos procedimientos se repetirán 3 veces cada uno.

También se hará un estudio de la arveja china deshidratada, al sustituirse en la ración de alimentación de animales como a continuación se detalla en la tabla #3. Se tendrán dos grupos de 12 pollos de 1 día de edad. Cada grupo estará separado y tendrá alimentación y agua libre. La temperatura será controlada con un foco en la parte superior de cada jaula.

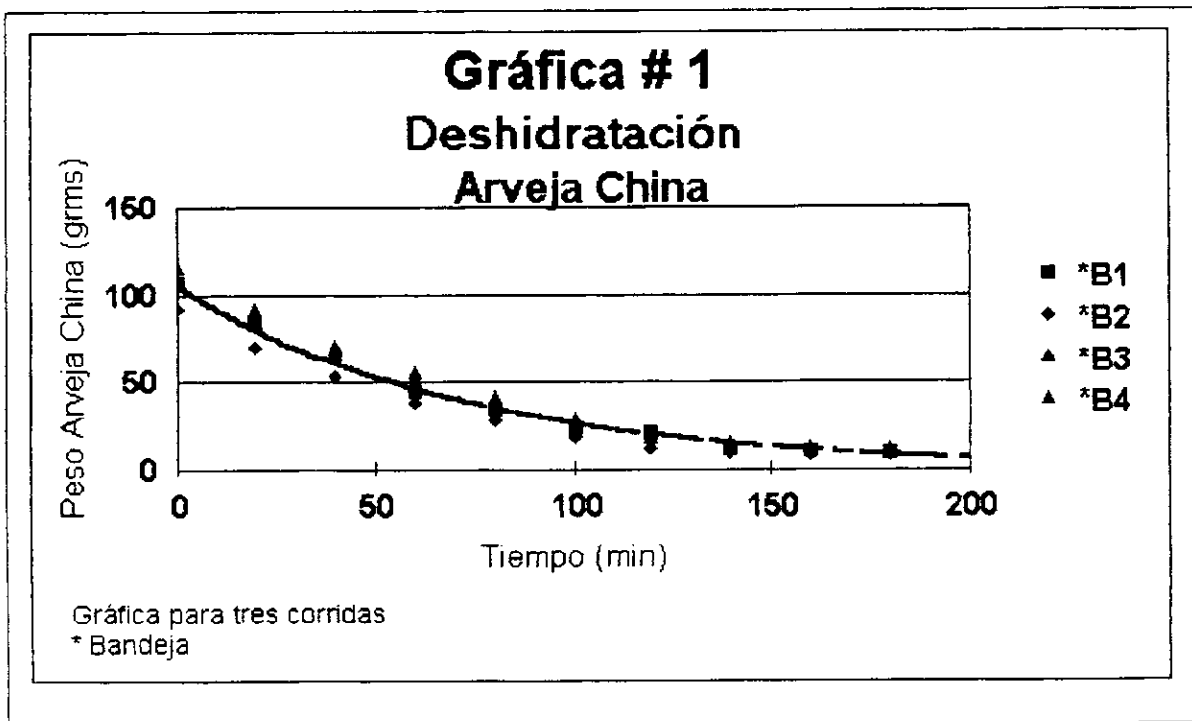
Tabla # 3 Cantidades de maíz, soya y arveja china en concentrado para pollos		
	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
	% (P/P)	% (P/P)
MAIZ	66	67
HARINA SOYA (50% PROTEINA)	27	17
HARINA DE ARVEJA CHINA DESHIDRATADA (25% PROTEINA)	0	11
FIBRA	2	0
MINERALES Y VIATAMINAS	5	5

Se pesará cada pollito semanalmente durante cuatro semanas. Se hará una gráfica con el peso vrs. tiempo para los dos tratamientos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Deshidratación de arveja china y de cáliz

Una de las formas más prácticas de utilización de los excedentes de arveja china y del cáliz, es a través de su deshidratación y conversión en harina. En el proceso de deshidratación, se elimina el agua presente en la arveja china y el cáliz. Para ello se utilizó un deshidratador de bandejas, con un flujo de aire a 70 °C. Para la arveja china se necesitaron aproximadamente tres horas y veinte minutos para lograr que la vaina tuviera la consistencia de hojuela, fácilmente quebrable. Como se puede observar en la siguiente gráfica, (#1).



La pérdida de peso vs. tiempo, tiene un descenso exponencial. En menos de la mitad del tiempo que duró la deshidratación, ya se había alcanzado una reducción en un 50% del peso de la misma. Se determinó por medio de las gráficas de deshidratación, que la arveja china tiene un 88.83 % de humedad, resultado muy semejante al 88.0 % encontrado en Tabla #2, Composición química de la arveja china (*Pisum sativum*) (INCAP, 1996). El poder deshidratar la arveja china a

temperaturas no muy altas, 70°C, y un flujo moderado de aire, permite que no se dañen otros componentes nutricionales como la proteína, al aplicar este proceso. La transferencia de agua dentro de la arveja china ocurre de adentro hacia fuera. Sin embargo la semilla de la arveja, de consistencia bastante suave, es la que más tiempo necesita para su deshidratación. Contrariamente, la capa que envuelve a la semilla, en sí la vaina, esto es tiene un espesor muy delgado que permite la evaporación del agua con facilidad. Probablemente el tiempo de deshidratación podría reducirse significativamente pasando la arveja por rodos, a manera de romper la estructura aumentando el área superficial y la facilidad de remoción del agua. Antes de llegar al punto crítico para la deshidratación de la arveja china, es notoria la presencia de carbohidratos solubles, ya que se puede sentir un olor dulce y la consistencia de la arveja china es pegajosa.

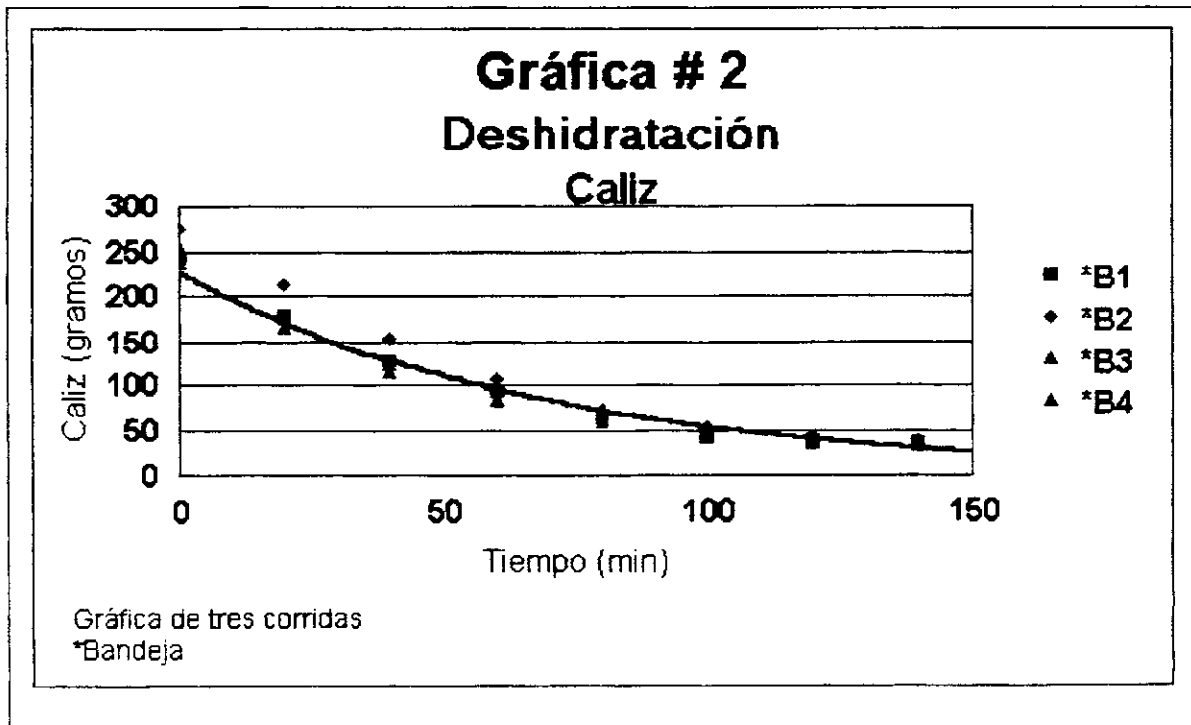
En la siguiente Tabla (#4) se detallan los resultados del análisis químico proximal realizados a la arveja china y cáliz deshidratados. Cada determinación se hizo siguiendo los métodos estándar AOAC y representa el promedio de tres determinaciones independientes.

Tabla # 4 Análisis Proximal para Arveja China y Cáliz Valores Promedios						
	% Humedad	% Proteína	% Fibra	% Grasa	% Ceniza	% Carboh.
		* B.S.	B.S.	B.S.	B.S.	B.S.
<b>Arveja China</b>	88.83	20.57	4.79	9.54	3.95	61.14
Desv.Std	0.24	0.48	1.21	0.26	0.32	1.19
<b>Cáliz</b>	85.6	17.55	18.3	6.72	5.44	51.99
Desv.Std	0.25	0.98	0.22	0.2	0.01	0.84
* B.S. = Base Seca						

Como se puede observar, tanto la arveja china como el cáliz, tienen un contenido de humedad bastante alto. El cáliz, a diferencia de la arveja china tiene un contenido mayor de fibra y ceniza. Como se mencionó anteriormente, la notable presencia de carbohidratos en la arveja

china se debe a que mas de la mitad de su masa en base seca son carbohidratos. Otro nutriente en alta concentración, es proteína.

La eliminación del agua del cáliz sigue el mismo patrón que para la arveja china. La pérdida de peso vrs. tiempo, tiene un decaimiento exponencial y se requiere menos tiempo en comparación con la arveja china para llegar a masa constante a una temperatura de 70°C, esto se debe al tamaño, área superficial y contenido de humedad del cáliz, el cual se determinó que es de 85.6 %, como se puede observar en la siguiente gráfica, (#2)



No existe información con la cual se puedan comparar los valores encontrados para la composición química proximal del cáliz, pues no se han realizado estudios sobre este subproducto. En toda la producción de arveja china, tanto la que se exporta como la que se

consume en el mercado local, se le elimina el cáliz y se desecha. Aproximadamente 3% del peso de la arveja china es el cáliz. Se toma como base la producción nacional de arveja china para 1996 y se tuvieron 1,864,824 de libras de cáliz que se desecharon, o sea alrededor de 119 T.M.

Esta enorme cantidad de cáliz, se puede aprovechar a través del proceso de deshidratación en el que se requieren 2 horas con 20 min. para eliminar el agua del cáliz y obtener una harina alta en proteína y en fibra.

En el presente estudio, se decidió demostrar la posibilidad de utilizar la arveja china deshidratada y molida en la alimentación de pollos. Para este fin, se obtuvo un concentrado "broiler" con 40% de proteína que al ser diluido con maíz, da origen a un alimento con 20-21% de proteína y suficientes calorías para las cuatro primeras semanas de alimentación del pollo. Para el estudio, se sustituyó parcial y equilibradamente la harina de arveja china.

Utilizando el método de deshidratación, se deshidataron aproximadamente 130 lbs. de arveja china para la elaboración de un concentrado para alimentar a 36 pollos. Se obtuvo una harina que se mezcló en proporciones diferentes, teniendo así un concentrado con 5% de arveja china y otro con 10%. El concentrado consistía de una premezcla (broiler), y maíz amarillo. Para cada tipo de concentrado (0,5 y 10% de arveja china) los porcentajes en peso de premezcla y maíz molido fueron distintos, según se indica en la Tabla # 5.

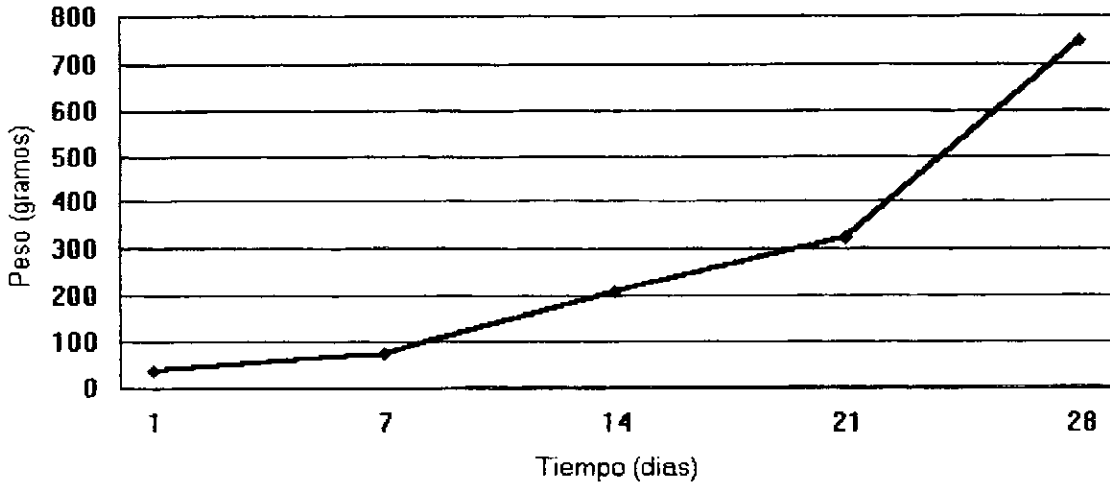
Tabla # 5 Formulación de Concentrado para Pollos de engorde				
	Maíz Amarillo *	Broiler 40% Proteína	Arveja China **	% Proteína
Concentrado 0%	62 %	38 %	0 %	21.1
Concentrado 5%	59 %	36 %	5 %	21
Concentrado 10%	56 %	34 %	10 %	21
* Maíz amarillo con 9.5 % Proteína				
** Arveja china con 21.5 % Proteína (B.S.)				

Cada grupo de 12 pollos se mantuvieron bajo las mismas condiciones de luz, agua y alimentación libre. El peso semanal se puede observar en la Tabla #6 y se ilustra en las siguientes gráficas, (#3,4,5).

Tabla # 6					
Aumento de peso en pollos alimentados con 0, 5 y 10 % de Arveja China deshidratada y molida.					
Valores Promedios (Peso en gramos)					
	Peso 1 día	Peso 7 días	Peso 14 días	Peso 21 días	Peso 28 días
<b>Grupo* 1 (0%)</b>	552.50	1027.50	2378.50	4808.10	8234.00
Desv.Std	3.59	7.78	18.97	40.61	67.74
<b>Grupo* 2 (5%)</b>	521.4	1153.20	2707.20	5842.10	11088.15
Desv.Std	2.96	27.1	25.73	40.43	56.77
<b>Grupo* 3 (10%)</b>	541.80	1017.40	1891.80	4081.0	7509.15
Desv.Std	2.56	26.35	23.73	69.26	124.15
* Cada grupo de 12 pollos					

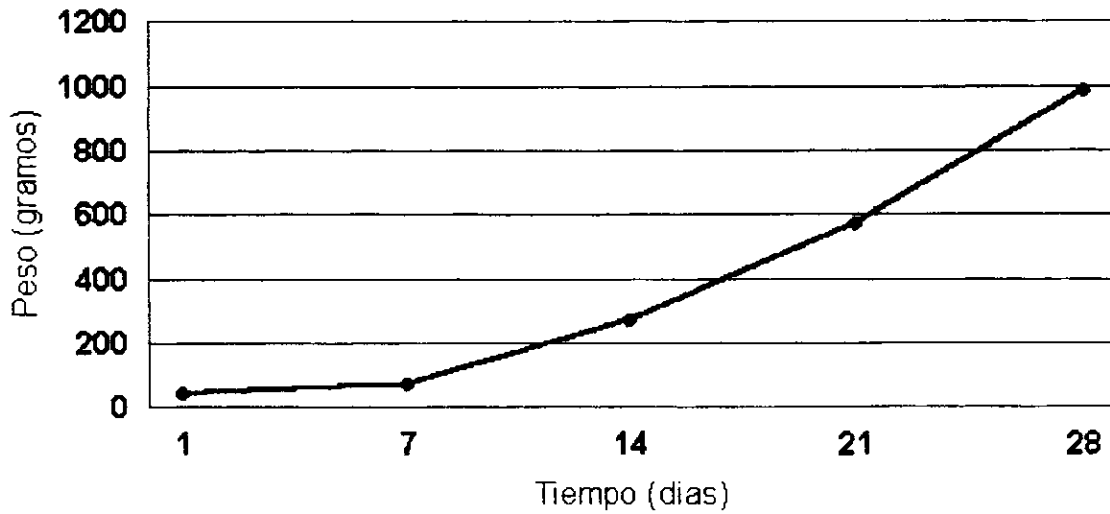
### Gráfica # 3

Crecimiento en peso de pollos alimentados con la dieta normal



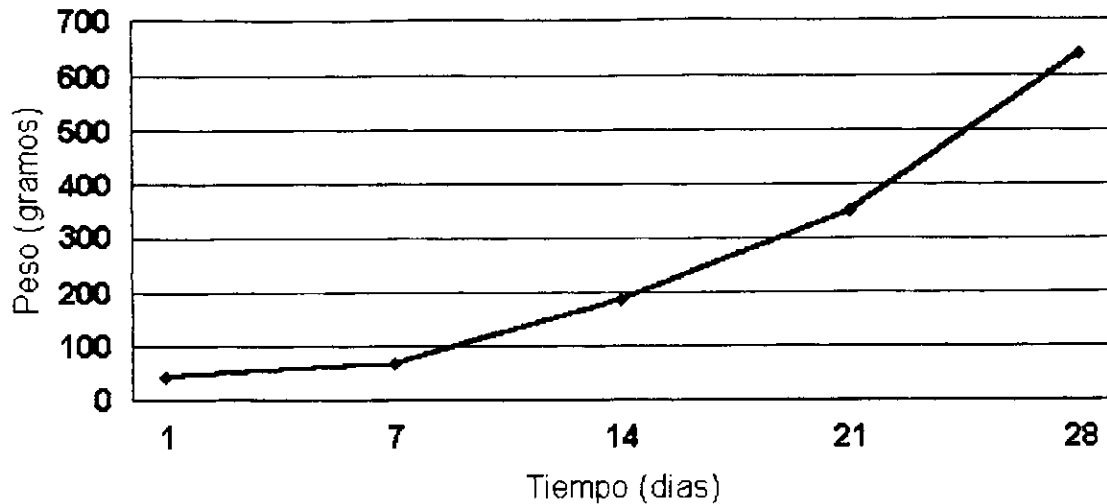
### Gráfica # 4

Crecimiento de pollos alimentados con 5% de harina de arveja china



## Gráfica # 5

Crecimiento de pollos alimentados con 10% de harina de arveja china

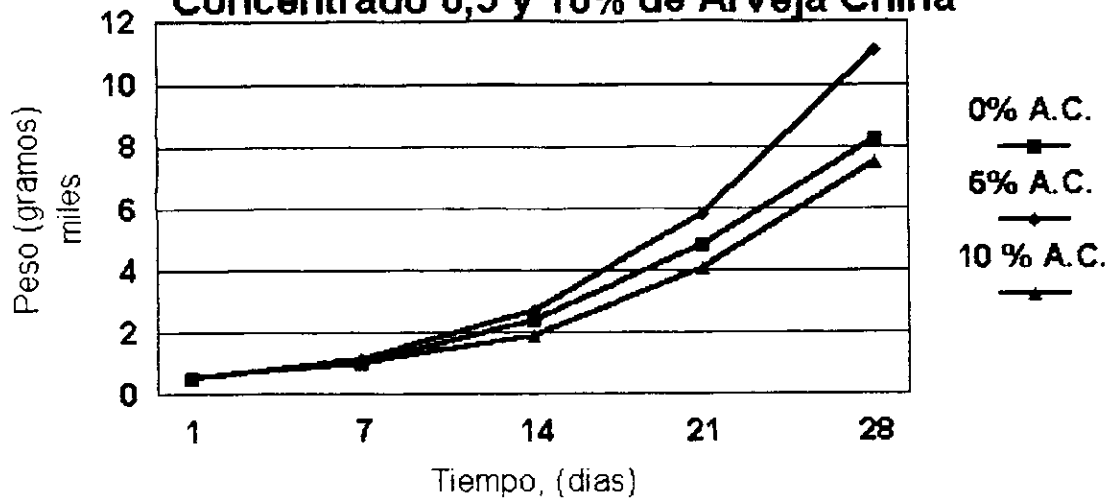


Las gráficas anteriores son el promedio del peso de los 12 pollos con que se conformaba cada grupo. Se pesó semanalmente cada pollo y en la sección de anexos se tiene el récord para cada pollo. Las gráficas tienen un comportamiento exponencial y es durante estas primeras cuatro semanas, en donde el pollo aumenta de peso más rápidamente, y consecuentemente la etapa en que necesita de más nutrientes.

En la gráfica #6 la comparación entre el peso de cada grupo de pollos vrs. tiempo, se puede observar que con el concentrado con 5% de arveja china el grupo de pollos tiene un peso mayor en comparación con el concentrado al 0% y al 10%.

## Gráfica # 6

### Comparación entre la Alimentación a 12 Pollos Concentrado 0,5 y 10% de Arveja China



La eficiencia del concentrado al 5% es mucho mayor, pues según la siguiente Tabla (#7) se requiere en general menos gramos de concentrado con 5% de arveja china por gramo de peso aumentado en cada pollo.

Tabla # 7				
Eficiencia Alimentaria				
Alimentación Pollos				
Semana	Alimento Proporcionado (grms.)	Tipo de Concentrado % de Arveja China	Peso Aumentado (grms)	Eficiencia grms. Alimento/grms. Aumento en Peso
1	2184.70	0	475.00	4.60
1	2184.70	5	631.80	3.46
1	2184.70	10	475.60	4.59
2	4369.40	0	1351.00	3.23
2	4369.40	5	1554.00	2.81
2	4369.40	10	874.40	5.00
3	7646.45	0	2429.60	3.15
3	7646.45	5	3134.90	2.44
3	7646.45	10	2189.20	3.49
4	10923.50	0	3425.90	3.19
4	10923.50	5	5246.05	2.08
4	10923.50	10	3428.15	3.19

Al comparar la composición de cada concentrado, se necesita menos cantidad de maíz amarillo y pmezcla conforme aumenta el porcentaje de arveja china, lo que tiene un efecto directo sobre la disminución de los costos de producción del concentrado. El concentrado al 5% tiene un 5.26% menos de pmezcla y un 4.83% menos de maíz amarillo. Esta diferencia es proporcionada con arveja china y como queda demostrado, resulta beneficioso para la eficiencia del concentrado. El concentrado al 10% tiene un 10.52% menos de pmezcla y un 9.67% menos de maíz amarillo. El concentrado al 10% tuvo un rechazo mayor que los otros dos concentrados, que no pudo ser cuantificado. Esto hace que la eficiencia para este concentrado, sea menor. Puede ser que ya con 10% se esté incrementando la fibra significativamente, lo que se traduce en un menor consumo de alimento y consiguientemente un menor aumento en peso. Con el concentrado al 10% de arveja china, se aumentan los inhibidores de tripsina, lo que provoca un menor aprovechamiento del alimento. La aceptabilidad de los tres concentrados fue igual. A pesar de que el concentrado al 10% tuvo un rechazo mayor, en la gráfica #6 la diferencia entre las curvas entre 0 y 10% es menos que la diferencia que hay entre la de 5 y 0%.

La deshidratación, se presenta como una alternativa que se le puede dar a los desperdicios de arveja china y cáliz. Tiene la ventaja de que la aplicación de este método, es bastante sencilla y la harina obtenida por esta transformación puede crear nuevos productos con una aplicación real. Con la harina de arveja china o cáliz, se pueden hacer sustituciones parciales en concentrados para pollos de engorde con resultados satisfactorios y posiblemente para otras especies animales.

La harina de arveja china, puede tener aplicaciones también en la industria de los alimentos. Puede agregarse como ingrediente a sopas deshidratadas, consomés, sazonadores, cremas, dips, purés.

## **B. Fermentación de arveja china**

La fermentación es un proceso utilizado para la preservación de los alimentos. A través de este proceso un alimento sufre cambios que provocan una alternativa diferente para su presentación y consumo. Durante la fermentación, algunos azúcares son transformados en otros compuestos, como ácidos (ácido láctico), responsables de las características organolépticas para este tipo de productos. Para la fermentación de la arveja china, no se hizo necesaria la presencia de un iniciador para la reacción de fermentación. Así como se puede observar en la siguiente Tabla (#8), el contenido de carbohidratos en la arveja china fresca, es bastante alto y se redujo sustancialmente durante los 40 días de la fermentación.

Tabla # 8							
Análisis Proximal Producto Fermentado							
Valores Promedios							
	%	%	%	%	%	%	pH
	Humedad	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza	Carbohidratos	
		* B.S.	B.S.	B.S.	B.S.	B.S.	
<b>0 días</b>	88.83	20.57	4.79	9.54	3.95	61.14	4.28
Desv. Std	0.24	0.48	1.21	0.26	0.32	1.19	0.04
<b>10 días</b>	78	25.89	11.2	10.26	5.64	47	4.14
Desv. Std	1.63	4.54	6.46	0.56	0.04	11.18	0.02
<b>20 días</b>	91.67	26.23	25.8	13.01	4.58	30.38	4.1
Desv. Std	0.47	0.24	1.11	0.56	0.18	1.23	0.07
<b>30 días</b>	90.85	28.23	37	16	4.72	13.97	4.07
Desv. Std	1.67	1.7	5.04	0.61	0.2	4.01	0.02
<b>40 días</b>	91.67	28.23	36.7	17.57	4.44	13.03	3.16
Desv. Std	0.94	0.05	1.34	0.27	0.4	3.65	0.93

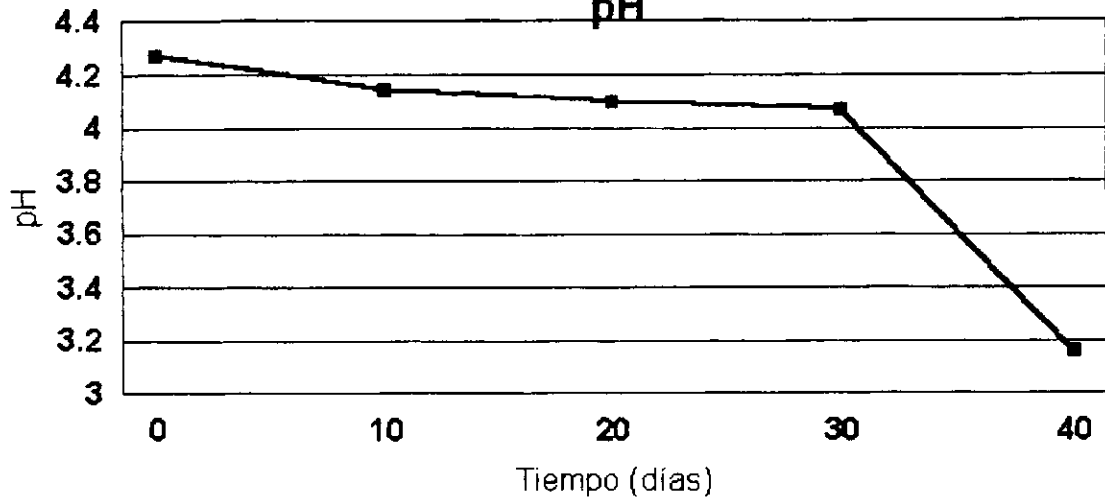
\* B.S. = Base Seca

Se puede decir que la fermentación de la arveja china, fue bastante completa si se analiza que después de cuarenta días, el porcentaje de carbohidratos decayó de un 61.14% hasta 13.03%. También podemos observar un aumento en el porcentaje de proteína durante el mismo tiempo, así como también del contenido porcentual de grasa, fibra y ceniza. Otros dos indicadores del resultado de una buena fermentación, son el pH y la acidez total, como se observa en las siguientes dos gráficas (7,8). El pH disminuye debido a la formación de ácido láctico y la acidez total titulable con álcali aumenta durante los cuarenta días.

### Grafica # 7

#### Proceso Fermentación

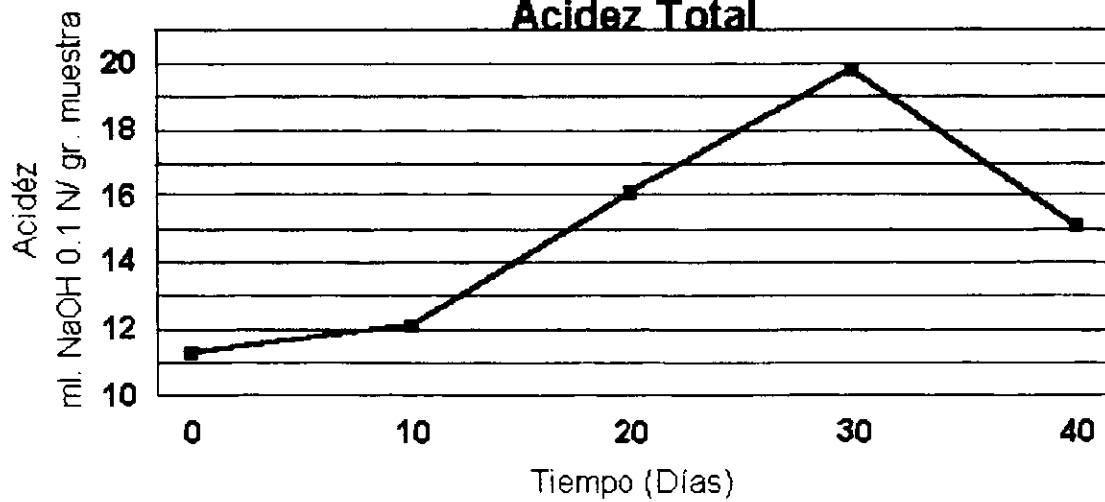
pH



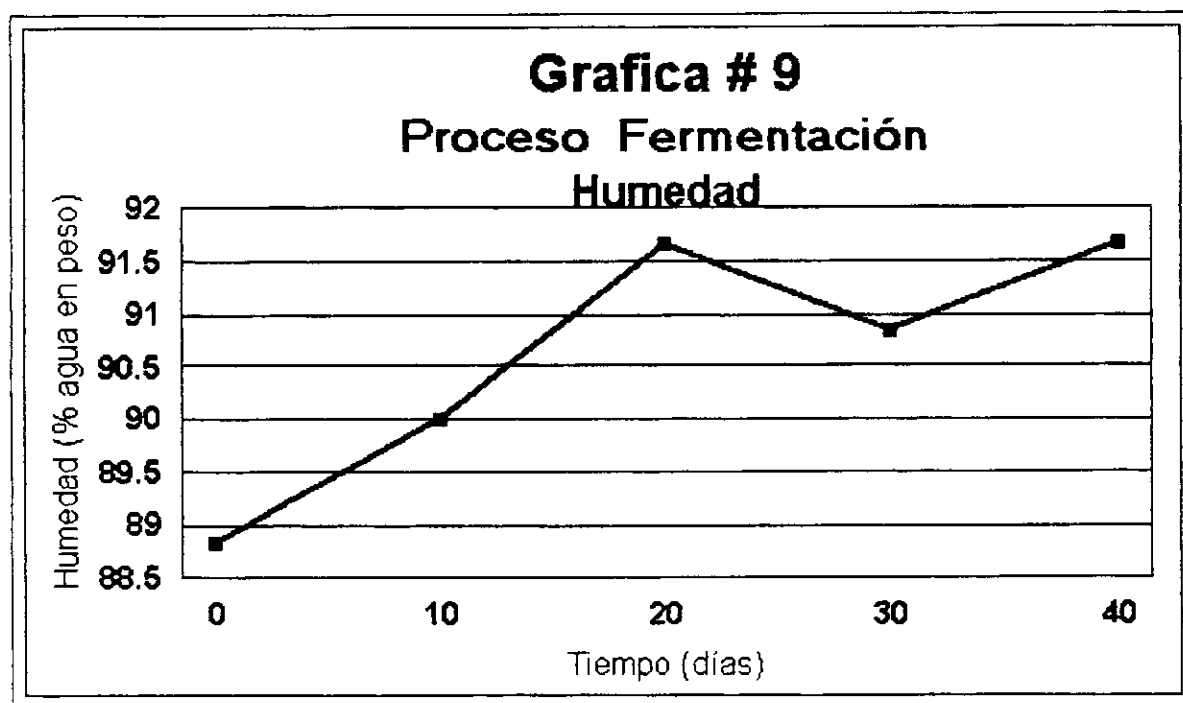
### Gráfica # 8

#### Proceso de Fermentación

Acidez Total



La arveja china se empacó en bolsas cuyo diámetro de poro no permitía la migración de oxígeno hacia el interior. Al aumentar el tiempo de fermentación en ausencia de oxígeno, la consistencia de la vaina de la arveja china fue menor y su pared presentaba una flexibilidad mayor. Fue evidente la producción de ácido láctico ya que existió acumulación de líquidos en el fondo de la bolsa. Ya de los 30 a 40 días, la arveja china tenía una consistencia pastosa. Como indican los resultados de acidez total, ésta fue aumentando con el tiempo, a pesar de haber una disminución a los 40 días que posiblemente se debe a la neutralización con el agua del medio. Existe un aumento de humedad en la arveja china de los 30 a 40 días, como se puede observar en la siguiente gráfica. De los datos obtenidos se puede concluir que el proceso de fermentación puede reducirse a 30 días.



El proceso de fermentación, tiene algunas ventajas que se podrían utilizar para la transformación de la arveja china. Una de estas ventajas es la utilización de arveja china en un estado avanzado de madurez. Los productos obtenidos a través del proceso de fermentación, se pueden utilizar para la alimentación de vacas o cerdos. La aplicación de esta metodología requiere únicamente del almacenamiento de la arveja china en silos o en bolsas plásticas

evitando que tenga contacto con el aire. Después de algunos días, se obtendrá un producto ensilado que combinándolo con otros pastos producirá un alimento más completo.

La arveja china fermentada y deshidratada puede tener aplicaciones también en alimentos. Aprovechando su sabor ácido puede agregarse a salsas y curtidos o como ingrediente en sopas o algún preparado deshidratado salado. El producto fermentado sin deshidratar podría servir como base para una pasta para untar (dip) con algún sabor, picante, barbacoa o queso.

### C. Extracción de la proteína de la arveja china

Otra posible forma de utilizar la arveja china, es a través de un proceso para extraer el jugo, el cual acarrea compuestos orgánicos solubles, como son las proteínas plasmáticas, minerales, vitaminas y carbohidratos solubles. Este proceso de extracción, ha sido utilizado para obtener lo que se ha envasado como proteína foliar, ya que el substrato han sido las hojas. Esto es durante la primera vez que se aplica a una verdura. La extracción de la proteína de la arveja china, fue bastante aceptable, ya que los porcentajes de extracción de la proteína fueron altos, como se puede observar en la figura #2

Figura # 2  
BALANCE DE MASA EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN

#### **ARVEJA CHINA**

500 g (88.83 % Humedad, 20.57 % Proteína B.S.)  
11.48 g Proteína B.S. (100%)

Extracto  
7.79 g Proteína (67.77%)

Residuo  
3.7 g Proteína (32.23%)

Extracto (425 ml)

Precipitado

Harina

1.98 g Proteína  
(17.25%)

5.8 g Proteína  
(50.52%)

16.9 g (90.18% Humedad,  
21.84 % Proteína B.S.)  
3.7 g Proteína

Como se puede observar en el balance de masa para el proceso de extracción, al precipitar la proteína se forman varios productos, líquidos y harinas, con diferentes porcentajes de proteína. Se logró extraer utilizando este método un poco más de la mitad de la proteína de la arveja china (67.77%). El resto de la proteína, forma parte del residuo de extracción, comúnmente llamado “bagazo” y que representa un 32.23% de la proteína original de la muestra de arveja china. El bagazo al ser deshidratado, forma una harina con un alto contenido de fibra y proteína, como se observa en el análisis químico proximal en la Tabla # 9, y por consiguiente puede tener aplicaciones como ingrediente en alimento para animales.

Tabla # 9 Análisis Proximal Extracción Proteína Valores Promedios						
	% Humedad	% Proteína	% Fibra	% Grasa	% Ceniza	% Carboh.
		* B.S.	B.S.	B.S.	B.S.	B.S.
Extracto de Proteína	—	31.17	—	—	—	—
Desv.Std	—	0.52	—	—	—	—
Residuo Bagazo	90.18	21.84	38.45	7.12	5.58	27.01
Desv.Std	0.53	2.84	2.76	0.09	0.2	5.44
* B.S. = % en Base Seca						

El extracto o jugo con 67.8% de la proteína originalmente presente en la arveja china, fue ajustado a pH 4.5 y calentado a 80°C dando origen a un precipitado que sería la “proteína soluble” de la arveja china. El sobrenadante de esta operación, todavía contiene otros nutrientes solubles, siendo uno de ellos proteína en un 17.25% del valor original.

Este sobrenadante, fue agregado en una proporción 1:1 p/v a una cantidad determinada de maíz blanco molido con 9.1% de proteína, mezcla que luego fue deshidratada. En la siguiente Tabla #10, se puede observar la ventaja que proporciona la utilización que tiene este sobrenadante.

Tabla # 10 Enriquecimiento Maíz Valores Promedios		
	Maíz	Maíz Enriquecido**
% Proteína (*B.S)	9.1	
Desv. Std	0.21	
% Proteína (B.S.)		10.6
Desv. Std		0.4
% Sólidos		4.18
Desv. Std		0.25
* B.S. = Base Seca		
** Maíz Enriquecido con extracto líquido con % de sólidos mencionados y una relación 1:1 p/v		

El resultado del análisis de proteína hecho al maíz blanco más extracto líquido, fue un aumento de 1.5% de proteína obteniéndose el nuevo valor de 10.6% de proteína para la mezcla maíz-extracto. Si el sobrenadante contiene aminoácidos como lisina, la calidad de la proteína del maíz sería mejorada. Este sobrenadante también estaría aportando otros nutrientes solubles como azúcares, vitaminas y minerales. Este resultado es muy interesante, ya que queda demostrado que se pueden aprovechar todos los subproductos de la extracción.

El proceso de extracción para aislar la proteína soluble de la arveja china es complejo, pero presenta resultados muy importantes. Mediante este método se obtienen varios productos que pueden utilizarse para dar un valor agregado a algún alimento. Específicamente se podría utilizar el aislado de proteína como base para fortificar alimentos o incorporar un cereal. La harina obtenida en la primera extracción, puede utilizarse como alimento para animales. El extracto líquido completo se podría combinar con el jugo de otro vegetal, como jugo de zanahoria o tomate, y tener un jugo de vegetales con un porcentaje de proteína mayor.

## VII. CONCLUSIONES

- Una de las formas más prácticas de utilización de los excedentes de arveja china y del cáliz es a través de su deshidratación y conversión en harina.
- La arveja china, se puede deshidratar a temperaturas no muy altas, 70°C, y un flujo moderado de aire, que permiten que no se dañen otros componentes nutricionales como la proteína al aplicar este proceso.
- Es notoria la presencia de carbohidratos solubles en la arveja china ya que al deshidratarla se puede sentir un olor dulce y la consistencia de la arveja china es pegajosa.
- La arveja china y el cáliz, tienen en base seca un contenido de proteína bastante alto. El cáliz a diferencia de la arveja china tiene un contenido mayor de fibra y ceniza.
- La eliminación del agua del cáliz sigue el mismo patrón que para la arveja china y se requiere menos tiempo en comparación con la arveja china para llegar a masa constante a una temperatura de 70°C.
- El 3% del peso de la arveja china, es el cáliz y tomando como base la producción nacional de arveja china para 1996, se tuvieron 1,864,824 libras de cáliz que se desecharon, o sea alrededor de 119 TM que podrían utilizarse muy bien.
- La eficiencia del concentrado al 5% de arveja china es mayor en comparación con 0% y 10%, se requiere en general menos gramos de concentrado con 5% por gramo de peso aumentado en cada pollo.
- Se necesita menos cantidad de maíz amarillo y premezcla conforme aumenta el porcentaje de arveja china en el concentrado para alimentar pollos, lo que tiene un efecto directo sobre la disminución de los costos de producción del concentrado.
- El concentrado al 10% tuvo un rechazo mayor que los otros dos concentrados. Esto hace que la eficiencia para este concentrado sea menor.
- Con 10% de arveja china en el concentrado, se está incrementando la fibra significativamente lo que se traduce en un menor consumo de alimento y consiguientemente un menor aumento en peso.
- La sustitución del 10% de arveja china en el concentrado para pollos de engorde, aumenta los inhibidores de tripsina, lo que hace que el alimento sea menos aprovechado.

- La deshidratación se presenta como una alternativa a la que se le pueden dar los desperdicios de arveja china y cáliz. Su aplicación es bastante sencilla y la harina obtenida por esta transformación, puede crear nuevos productos con una aplicación real.
- Con la harina de arveja china o cáliz se pueden hacer sustituciones parciales en concentrados para pollos de engorde con resultados satisfactorios y posiblemente para otras especies animales.
- La fermentación de la arveja china fue bastante completa si se analiza que después de cuarenta días, el porcentaje de carbohidratos decayó de un 61.14% hasta 13.03%. También existe un aumento en el porcentaje de proteína durante el mismo tiempo, así como también del contenido porcentual de grasa, fibra y ceniza.
- El proceso de fermentación puede reducirse a 30 días, ya que de los 30 a 40 días la arveja china tenía una consistencia pastosa y existió un aumento en la humedad.
- La fermentación de la arveja china, no requiere de procesos complicados y presenta ventajas que se podrían utilizar para la transformación de ésta. Una de las ventajas es la utilización de arveja china en un estado avanzado de madurez.
- La extracción de la proteína de la arveja china, fue bastante aceptable, ya que los porcentajes de extracción de la proteína fueron altos (68%).
- El sobrenadante, proveniente de la extracción de la proteína, y agregado a maíz presenta ventajas en el aumento en la cantidad de nutrientes y proteína para la mezcla maíz-sobrenadante.
- El resultado del análisis de proteína hecho al maíz blanco más extracto líquido, fue un aumento de 1.5% de proteína con lo que se obtiene el nuevo valor de 10.6% de proteína para la mezcla deshidratada maíz-sobrenadante.
- El proceso de extracción para aislar la proteína soluble de la arveja china es complejo, pero presenta resultados muy importantes. Se obtienen varios subproductos que pueden utilizarse para dar un valor agregado a algún alimento.

## VIII. RECOMENDACIONES

- En el proceso de deshidratación, sería conveniente aumentar el flujo y la temperatura del aire en el deshidratador. De esta forma se podría secar más rápido la arveja china y se eliminarían los inhibidores de tripsina presentes en la arveja china.
- Ampliar los análisis químicos en la arveja china y cáliz, con el propósito de conocer si contiene factores antifisiológicos (inhibidores de tripsina y lectinas). Otros análisis de interés, son los minerales y aminoácidos.
- Se recomiendan más estudios de evaluación con animales (aves, cerdos, ganado lechero) de los productos deshidratados y ensilados (fermentados).
- Buscar aplicaciones en alimentos para seres humanos de los diversos productos de procesamiento de la arveja china. Por ejemplo, la harina de arveja china puede utilizarse como ingrediente en sopas deshidratadas, consomés, sazonadores, cremas, dips, purés. Los productos obtenidos a través del proceso de fermentación, se pueden utilizar para la alimentación de vacas lecheras o cerdos. La arveja china fermentada y deshidratada puede tener aplicaciones también en alimentos. Aprovechando su sabor ácido puede agregarse a salsas y curtidos o como ingrediente en sopas o algún preparado deshidratado salado. El producto fermentado sin deshidratar, podría servir como base para una pasta para untar (dip) con algún sabor, picante, barbacoa o queso. Se puede utilizar el aislado de proteína como base para fortificar alimentos o incorporar un cereal. El bagazo proveniente de la extracción, al ser deshidratado forma una harina con un alto contenido de fibra y proteína y por consiguiente puede tener aplicaciones como ingrediente en alimento para animales. El extracto líquido completo, se podría combinar con el jugo de otro vegetal, como jugo de zanahoria o tomate, y tener un jugo de vegetales con un porcentaje de proteína mayor.
- Continuar con el proceso de extracción de proteína, caracterizarla químicamente y estudiar sus posibles aplicaciones en alimentación humana..

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado J. 1995 . Informe final sobre el censo nacional de arveja abril-julio 1995. Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (GEXPNTRA). Guatemala.
- Barnett A. 1954. Silage Fermentation. Butterworths Scientific Publications. London.
- Betschart A. , J. Kinsella. 1974. Influence of Storage on Composition, Amino Acid Content, and Solubility of Soybean Leaf Protein Concentrate. J. Agr. Food Chem., Vol 22, No. 1.
- Gudiel M. 1987. Manual Agrícola Superb. VI edición. Productos Superb. Guatemala.
- Hernández J. 1990. Estimaciones de Area y Producción de algunas hortalizas y frutas en Guatemala, durante el período 1985-1989. CIPREDA. Guatemala
- INCAP. 1996. Tabla de composición de Alimentos.
- Kirk, Othmer. 1963. Enciclopedia de Tecnología Química. Tomos 14 y 7. México.
- Kohler G., B. Knuckles. 1977. Edible Protein from Leaves. Food Tech. 31:191, 1977.
- Lapedes D. 1977 Food Agriculture & Nutrition. 4th. Ed. Mc Graw-Hill Encyclopedia. N. Y. pg. 428, 429.
- Lund D. 1992. Handbook of Food Engineering New Brunswick, New Jersey.
- Neucere N., M. Godshall. 1979. Peanut Leaf Extract. Chemical Composition and Protein Characterization . J. Agric. Food Chem., Vol 27, No. 5.
- Ogden H. 1980. Expression of Alfalfa Juice. J. Agric. Food Chem, Vol 28 No. 6.
- Saravia W. 1988. Cultivo y Exportación de Arveja china de Guatemala. Tesis Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Agrícolas. Guatemala.
- Williams S. 1984. Official Methods of Analysis. Published by the Association of Official Analytical Chemist, Inc. 14 th. Ed. USA.

## X. ANEXOS

Tabla # 11 A				
Datos Obtenidos				
Deshidratación Arveja China *				
Tiempo (min)	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 4
0	108.2	92.7	116.8	108.9
20	84.8	71.1	93	83.7
40	64.9	54	72.5	66.5
60	45	39.1	56.4	50.9
80	35.5	29.2	42.2	38.1
100	24.7	18.6	29.8	26.7
120	22.1	12.6	21.5	18.5
140	13	9.8	16	13.6
160	11.6	9.1	13.1	11.5
180	10.8	8.9	12.5	11.3

\* Primera Corrida

Tabla # 11 B				
Datos Obtenidos				
Deshidratación Arveja China *				
Tiempo (min)	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 4
0	128.5	142.1	132	123.7
20	110.5	121.7	107.5	101.6
40	89.8	99.1	87.9	81.8
60	71.7	80.1	71.9	66.3
80	55.5	63.9	55.6	50.3
100	41.3	48.4	42.9	37.3
120	29.8	35.7	32	27
140	21.5	24.9	23.3	18.6
160	16.7	18.4	17.5	14.3
180	14.4	15.3	14	11.8
200	13.5	14.1	13.1	11.3
220	13	13.5	12.1	10.9

\* Segunda Corrida

Tabla # 11 C

Datos Obtenidos

Deshidratación Arveja China \*

Tiempo (min)	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 4
0	113.1	112.5	115.3	113.2
20	89.6	90.8	90.6	90.8
40	71.1	73.5	69.5	69.5
60	53.4	57.2	51.2	47.3
100	27.7	30.3	25.8	27.9
120	19.5	22	17.8	18.9
140	14.7	15.2	13.7	13.8

Tabla # 12 A

Datos Obtenidos

Deshidratación Cáliz \*

Tiempo (min)	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 4
0	243.8	274.8	239.7	255.9
20	178.8	214.1	166.8	176.8
40	129.5	155.2	115.6	125.3
60	93.9	108.4	84.5	85.8
80	65.4	73.1	59.9	61.4
100	48.8	54.7	44.5	45.1
120	39.4	43.4	37.7	37.5
140	36.5	39.8	36.2	35.8

\* Primera Corrida

Tabla # 12 B

Datos Obtenidos

Deshidratación Cáliz \*

Tiempo (min)	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 4
0	262.2	253.8	284.85	276.4
20	176	174.2	204.9	199.8
40	122	122	145.2	143.8
60	85.2	82.1	100.5	95.4
80	57	55.6	67.5	67.2

100	42.8	41.1	50	49.6
120	37.6	37.3	42	41.3
140	36.5	36.3	39.5	39
* Segunda Corrida				

Tabla # 13  
Datos Obtenidos  
Fermentación Arveja China

Tiempo (días)	Muestra	pH	% Humedad (g H <sub>2</sub> O/g ACh)	Acidez Total (ml.NaOH 0.1 N/ g ACh)
0	1	4.28	89.00	11.35
0	2	4.23	88.50	11.47
0	3	4.32	89.00	11.08
10	1	4.15	78.00	11.01
10	2	4.12	76.00	13.20
10	3	4.16	80.00	12.07
20	1	3.81	92.00	17.27
20	2	3.98	92.00	14.87
20	3	3.88	91.00	16.08
30	1	4.04	88.95	17.00
30	2	4.08	91.05	22.71
30	3	4.08	92.54	19.78
40	1	3.15	91.00	15.36
40	2	3.2	93.00	14.37
40	3	3.13	91.00	15.64

Tabla # 12 C  
Datos Obtenidos  
Deshidratación Cáliz\*

Tiempo (min)	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 4
0	260.3	269.1	183	189.1
20	186.4	191.1	136.8	142.6
40	132.9	134.7	91.9	97.6
60	91.5	90.2	63.1	63.3
80	63.2	63.9	42.5	43.5
100	45.8	46	30.2	31.8
120	37.8	38.6	27.7	29.5

140	36.2	37.4	—	—
* Tercera Corrida				

Tabla # 14  
Datos Obtenidos  
Extracción Proteína

Muestra	Extracto (1)	Residuo	Harina	Extracto* (2)	% Sólidos**	Proteína
1	528 ml	172.9 g	16 g	425 ml	4.15	4.1 g
2	645 ml	137.2 g	13.3 g	470 ml	4.5	5.1 g
3	595 ml	203.4 g	21.4 g	380 ml	3.9	8.2 g

\* Proveniente de Extracto 1 y utilizado para enriquecer maíz.

\*\* % de Sólidos del Extracto 2

Tabla #15  
Datos Obtenidos  
Análisis Proximal

Muestra	% Hum	% Prot.	% Fibra	% Grasa	% Ceni.	% Carb
Arveja China Deshidratada 1	89.0	21.2	6.2	9.2	3.5	59.9
Arveja China Deshidratada 2	88.5	20.0	3.3	9.8	4.1	62.7
Arveja China Deshidratada 3	89.0	20.5	4.8	9.6	4.2	60.8
Cáliz Deshidratado 1	85.4	18.9	18.0	6.9	5.5	50.8
Cáliz Deshidratado 2	86.0	17.3	18.5	6.4	5.4	52.4
Cáliz Deshidratado 3	85.5	16.5	18.4	6.9	5.4	52.8
Fermentado 0 días 1	89.0	21.2	6.2	9.2	3.5	59.9
Fermentado 0 días 2	88.5	20.0	3.3	9.8	4.1	62.7
Fermentado 0 días 3	89.0	20.5	4.8	9.6	4.2	60.8
Fermentado 10 días 1	78.0	19.9	2.1	9.6	5.7	62.7
Fermentado 10 días 2	76.0	26.9	16.0	11.0	5.6	40.6
Fermentado 10 días 3	80.0	30.9	15.5	10.2	5.6	37.7
Fermentado 20 días 1	92.0	25.9	27.3	13.7	4.4	28.8
Fermentado 20 días 2	92.0	26.5	24.7	12.3	4.8	31.7
Fermentado 20 días 3	91.0	26.3	25.4	13.1	4.6	30.7
Fermentado 30 días 1	89.0	26.0	42.9	16.8	4.6	9.8
Fermentado 30 días 2	91.0	30.1	30.6	15.3	4.6	19.4
Fermentado 30 días 3	92.5	28.5	37.8	15.9	5.0	12.8
Fermentado 40 días 1	91.6	24.3	35.4	17.2	5.0	18.2
Fermentado 40 días 2	93.0	31.6	36.3	17.9	4.1	10.2

Fermentado 40 días 3	91.0	28.8	38.5	17.7	4.2	10.8
Harina 1	90.8	25.6	42.1	7.0	5.6	19.7
Harina 2	90.3	18.8	35.5	7.2	5.8	32.8
Harina 3	89.5	21.1	37.8	7.2	5.3	28.6
Proteina 1	-	31.8	-	-	-	-
Proteina 2	-	30.5	-	-	-	-
Proteina 3	-	31.3	-	-	-	-
Maiz 1	-	9.3	-	-	-	-
Maiz 2	-	8.8	-	-	-	-
Maiz 3	-	9.2	-	-	-	-
Maiz 1 + Extracto (2) 1	52.1	10.1	-	-	-	-
Maiz 2 + Extracto (2) 2	51.2	11.1	-	-	-	-
Maiz 3 + Extracto (2) 3	51.3	10.6	-	-	-	-

Tabla # 16  
 Datos Obtenidos  
 Alimentación Pollos

Concentrado 0 % ACh	Peso 1 día (grms)	Peso 7 días (grms)	Peso 14 días (grms)	Peso 21 días (grms)	Peso 28 días (grms)
1	45.0	85.8	210.7	436.5	540.0
2	46.6	90.9	190.7	389.6	699.0
3	48.3	87.9	215.8	427.5	680.0
4	44.3	88.0	198.7	413.7	600.0
5	44.5	89.0	191.2	395.5	750.0
6	45.5	75.5	164.7	344.2	600.0
7	41.3	81.1	226.2	472.5	750.0
8	45.3	81.8	223.2	424.5	685.0
9	52.3	104.5	197.7	432.3	695.0
10	53.4	89.8	176.5	384.5	740.0
11	45.3	75.2	173.4	363.5	745.0
12	40.9	78.0	209.7	323.8	750.0
Concentrado 5 % ACh					
13	44.9	97.7	243.3	493.0	960.0
14	46.1	96.3	220.7	486.5	850.0
15	39.5	92.0	177.0	412.0	803.4
16	49.5	94.9	256.9	540.0	986.3
17	42.5	73.0	242.7	483.5	942.8
18	39.1	101.5	212.2	500.0	975.0
19	41.1	77.1	225.0	491.6	958.6
20	46.5	80.8	186.7	439.8	857.6
21	45.4	72.5	273.1	575.6	985.3

22	42.1	97.6	224.2	463.0	902.9
23	42.9	89.8	224.2	487.1	949.9
24	41.6	180.0	221.2	470.0	916.5
Concentrado 10 % ACh					
25	46.1	69.0	170.9	353.2	650.0
26	43.0	69.5	184.7	347.2	638.9
27	46.4	92.4	131.1	237.2	436.4
28	41.4	167.7	184.7	384.1	706.7
29	42.0	61.3	145.9	300.0	552.0
30	43.8	79.8	204.1	437.7	805.4
31	44.5	83.4	174.2	293.6	540.2
32	44.5	86.0	132.1	259.5	477.5
33	50.1	85.4	134.2	308.7	568.0
34	49.5	72.2	143.3	494.6	910.1
35	45.1	75.0	146.8	327.0	601.7
36	45.4	75.7	139.8	338.2	622.3