

# **Elaboración de un prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado para uso instantáneo**

Silvana del Carmen Arias Tapia

**Honduras**  
Diciembre, 2002

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

# Elaboración de un prototipo de frijol cocido, molido y deshidratado para uso instantáneo

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniera en Agroindustria  
en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Silvana del Carmen Arias Tapia**

**Honduras  
Diciembre, 2002**

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor

---

Silvana del Carmen Arias Tapia

Honduras  
Diciembre, 2002

## **Elaboración de un prototipo de frijol cocido, molido y deshidratado para uso instantáneo**

Presentado por:

Silvana del Carmen Arias Tapia

Aprobada:

---

Ing. Rodolfo Cojulún, MS  
Asesor principal

---

Claudia García, Ph.D.  
Coordinadora de Carrera  
de Agroindustria

---

Ing. Cástula Cerrato  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Mario Contreras, Ph.D.  
Director General

## **DEDICATORIA**

Todo lo que he logrado, mis metas, éxitos y realizaciones, se las dedico a mi familia, que con tanto empeño y perseverancia hicieron de mi camino una constante lucha para alcanzar la meta deseada. A mis padres por darme su luz y amor les dedico mis logros y experiencias, a mis hermanos mis segundos padres toda la gratitud por la gran confianza que depositaron en mí, y a todas las personas que de una u otra forma han dejado en mi vida un mensaje del cual aprender

## AGRADECIMENTOS

Ante todo a Dios por estar siempre conmigo, por ser mi apoyo en los momentos difíciles y mi inspiración en los momentos de alegría.

A mi madre Mariana Tapia, por su ternura y amor incomparables, por regalarme el don de una sonrisa con solo recordarla, por regañarme cuando digo no poder más al saber que en usted está el fiel ejemplo de que el trabajo lo vence todo.

A mi padre José Arias por estar siempre conmigo, por sus consejos, por enseñarme que para ser líder, hay que ser primero persona, gracias padre por ser como es, un hombre sin rencores ni resentimientos.

A mi hermano Geovannie porque cada piedra que ponga en mi camino ha sido la obra que tu con tu amor diseñaste para mi, porque más que regañar enseñas porque más que insinuar actúas, porque eres mi ejemplo a seguir.

A mi hermanita Jimena por estar siempre conmigo por ser mi confidente y amiga, por haber soportado tanto tiempo sin su hermanita, gracias por enseñarme que los golpes de la vida pueden superarse y que a pesar de todo la vida continúa.

A Dina mi compañera de cuatro años de quien guardo los mejores recuerdos, gracias por los grandes momentos por la confianza el apoyo y la eterna amistad.

A Marce por los gratos momentos compartidos, porque pude descubrir en tu amistad la ternura de una buena amiga y el apoyo incondicional de la verdadera amistad.

A Alicia por su confianza y ánimos constantes por confiar en mí por regañarme cuando lo merecía, gracias por todo.

A Juan Carlos por su alegría y cariño, porque se que en ti puedo confiar no una ni dos ni tres sino hasta mil veces.

A Julio por su amistad y ternura, porque en cada estrella voy a recordar lo grande de nuestra amistad.

A mis amigos de siempre Luis García, Luis Aguilar, Aldo, Alejandro, Lesly, Leonardo, René, Marlon, Landy, José Manuel, Magali, Alejandra, Hugo, Ever, gracias por todo lo que vivimos juntos.

A mis asesores por el apoyo y confianza, por entenderme y apoyarme cuando más lo necesite, gracias de todo corazón.

A Zamorano por ser la experiencia, más importante en mi vida porque de ti aprendí a más de lo académico, lecciones de vida y amistad que las llevaré conmigo en mi futura vida profesional y familiar.

### **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A mi familia porque siempre estuvieron pendientes de mi en todo lo que necesitaba, por su sacrificio y por no abandonarme jamás.

A Zamorano por la ayuda que me brindó cuando más lo necesitaba.

## RESUMEN

Arias, Silvana. 2002. Elaboración de un prototipo de frijol cocido, molido y deshidratado para uso instantáneo. Proyecto de Graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria. Zamorano, Honduras. 31 p.

Debido a la demanda que existe en el mercado por productos de rápida preparación, los estudios sobre el tema cobran cada vez mayor importancia. El objetivo del estudio fue el desarrollo de un prototipo de frijol de uso instantáneo, el trabajo incluye el análisis de flujo de proceso, estimación de costos de producción e investigación de mercado exploratoria. Se analizaron tres tiempos de cocción: 30, 35 y 40 minutos a una presión de 103421.36 Pa y 115°C; dos tiempos de deshidratación, 6 y 8 horas, con temperatura y velocidad del aire constantes para los dos procesos, 73.15 °C y 2 m/s respectivamente. Los ingredientes adicionales fueron sal y ajo. Se analizó estadísticamente el balance de masa de cinco repeticiones del proceso considerado el más adecuado, mediante un análisis univariado, que determinó una formulación de 68% agua, 30.29% frijoles, 0.97% ajo, y 0.95% sal. El flujo de proceso de elaboración del prototipo de éste producto, contempla: remojo durante 6 horas, cocción durante 40 minutos a 115°C y 103421.36 Pa, molienda y deshidratado por 8 horas a 73.15°C y velocidad de aire de 2 m/s, molienda en seco, y empaclado. Los costos de producción de 454 g del prototipo de estudio es de L. 12.29. La aceptación del producto se determinó mediante un análisis afectivo, resultando el prototipo Zamorano preferido en sabor, textura y apariencia general, con un 95% de confiabilidad, en comparación a un producto comercial similar. La encuesta y degustación aplicadas en Tegucigalpa y Puesto de Ventas de Zamorano, reveló que el prototipo fue de amplia aceptabilidad en cuanto a sabor, textura y apariencia general y que las futuras estrategias de comercialización deben dirigirse a las mujeres de casa que son las que deciden la compra de este tipo de productos. Hubo preferencia por un empaque de aluminio conteniendo 454 gramos.

**Palabras Clave:** Actividad de agua, análisis afectivos, degustación, fácil preparación, formulación.

**Nota de prensa**  
**NOTA DE PRENSA**

**El desarrollo de nuevos productos es el sistema de permanencia de las empresas en los nuevos mercados**

Cada día los consumidores son más exigentes al momento de adquirir o comprar un nuevo producto, cambian de marca cuando las características del mismo no están innovándose diariamente al ritmo que sus deseos y necesidades lo exigen.

El desarrollo de nuevos productos trae grandes beneficios a la empresa, entre ellos, mejorar su crecimiento y rentabilidad. Esta y otras razones hacen que invertir en el desarrollo de nuevos productos mantenga a la empresa actualizada con su mercado meta, que cambia día a día de acuerdo al ritmo de vida de las personas.

Un claro ejemplo de este cambio es la tendencia creciente por productos listos para consumir o instantáneos; una de las razones de importancia, para que este tipo de producto tenga un incremento en su demanda, es que el clásico papel de la mujer ha cambiado de un ama de casa tiempo completo a una mujer que atiende a su familia y trabaja fuera de casa para generar ingresos para el hogar.

La industria alimentaria tiene la difícil labor de desarrollar proyectos de investigación y desarrollo de nuevos productos que beneficien al consumidor, tanto en ahorro de tiempo como en la percepción sentida al ingerir alimentos que son semejantes o iguales a los elaboradas en la cocina del hogar. Los productos deshidratados para uso instantáneo que puedan almacenarse por largos períodos de tiempo y mantener los atributos sensoriales propios del alimento, es uno de esos retos.

La planta de procesamiento de frutas y hortalizas de Zamorano, cuenta con el equipo adecuado para el desarrollo de un producto deshidratado de uso instantáneo. Con este recurso se elaboró un prototipo de frijol de fácil preparación. Se eligió como materia prima frijol ya que es el segundo grano básico de importancia en Centroamérica, y especialmente porque su preparación requiere de un largo proceso y gasto de tiempo y energía.

El resultado mostró que el proceso de elaboración de frijoles para uso instantáneo en las condiciones en que se desarrollo el estudio, es posible y que el producto podría convertirse en una nueva opción de producción comercial.

## CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Páginas de firmas.....		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimientos.....		v
Resumen.....		viii
Nota de prensa.....		ix
Contenido.....		x
Índice de cuadros.....		xii
Índice de figuras.....		xiii
Índice de anexos.....		xiv
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4	OBJETIVOS.....	2
1.4.1	General.....	2
1.4.2	Específicos.....	2
<b>2.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL FRIJOL.....	3
2.2	ASPECTO NUTRICIONAL.....	3
2.3	CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.....	4
2.3.1	Deshidratación.....	4
2.3.1.1	Actividad del agua.....	4
2.3.1.2	Aspectos bioquímicos.....	4
2.3.1.3	Aspectos físicos.....	5
2.3.1.4	Razones para secar los alimentos.....	5
2.4	PROCESO DE SECADO.....	5
2.4.1	Secadores discontinuos.....	5
2.4.2	Secador de bandejas.....	5
2.4.3	Deshidratación de hortalizas.....	6
2.4.4	Frijoles deshidratados.....	6
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
3.1	LUGAR DEL ESTUDIO.....	7
3.2	MATERIALES Y EQUIPO.....	7
3.2.1	Materiales.....	7

3.2.2	Equipo.....	7
3.3	MÉTODOS.....	7
3.3.1	Información preliminar.....	7
3.3.2	Desarrollo del prototipo.....	8
3.3.2.1	Fase 1.....	8
3.3.2.2	Fase 2.....	9
3.3.2.3	Fase 3.....	9
3.3.3	Análisis estadístico.....	9
3.3.4	Análisis sensorial.....	10
3.3.5	Investigación de mercado.....	10
3.3.5.1	Encuesta.....	10
3.3.5.2	Muestreo.....	10
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>12</b>
4.1	PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN.....	12
4.1.1	Tiempo de elaboración.....	13
4.2	RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS.....	14
4.2.1	Encuesta informativa.....	14
4.2.2	Degustación.....	15
4.3	ANÁLISIS SENSORIAL.....	15
4.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	15
4.4.1	Formulación del prototipo.....	18
4.5	ANÁLISIS DE COSTOS.....	19
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>23</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Tiempos de deshidratación con velocidad de aire y temperatura constantes para deshidratar frijoles cocidos, molidos.....	9
2.	Tiempos en cada paso del proceso para la elaboración del prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado, en tandas de 2 kg.....	13
3.	Formulación para la elaboración de un prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado.....	19
4.	Costos de materia prima, energía y vapor utilizados durante el proceso de elaboración del prototipo.....	19
5.	Costos de producción para la elaboración de frijol cocido, molido deshidratado para uso instantáneo, utilizando 27.6 kg de frijol crudo.....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura

1. Flujo de proceso para dos tandas de frijol de 13.8 kg, elaborados en la planta Hortofrutícola de Zamorano..... 14
2. Flujo de proceso y resultados obtenidos del análisis univariado, para una tanda de 2 kg de frijol..... 17

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Formato para análisis sensorial.....	25
2.	Tabla estadística.....	26
3.	Formato de encuesta.....	27
4.	Resultados del análisis univariado.....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

La deshidratación o secado es un método utilizado desde épocas muy antiguas como un medio para alargar la vida útil de los alimentos. Es así como en nuestros días se ha convertido en un proceso industrial cuyo principio básico es disminuir la actividad del agua ( $A_w$ ) para reducir de esta manera la actividad microbiana, alargando su vida de anaquel. La deshidratación se aplica a frutas, verduras, hortalizas, destinados esencialmente como materia prima para elaborar productos finales, que ofrecen ventajas apreciables, en lo que se refiere a tiempos de preparación, y que actualmente son de gran aceptación en el mercado por las tendencias de consumo hacia productos de fácil preparación como los alimentos instantáneos (Potter, 1973).

### 1.1 GENERALIDADES

El frijol (*phaseolus vulgaris*) es cultivado tradicionalmente por pequeños y medianos agricultores, es un grano básico considerado uno de los componentes esenciales en la dieta de la población rural de los países más pobres o en vías de desarrollo. Es una fuente de proteína rica en lisina, aunque deficiente en aminoácidos azufrados, además es importante por la cantidad de hierro que aporta a la dieta especialmente en el sector rural. La diversificación de productos derivados de frijol incluye productos congelados y empacados al vacío en forma de pasta; sin embargo, varias empresas en E.E. U.U. El Salvador, Costa Rica, entre otras, han realizado procesos de secado ya sea al sol o mediante un deshidratadores industriales, como un medio para alargar la vida útil del producto manteniendo sus características nutritivas (Rosas, 1998).

### 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El frijol es un alimento básico en la dieta centroamericana, su preparación en la cocina del hogar es laborioso y requiere de mucha energía térmica y tiempo.

Las mujeres tradicionalmente dedicadas a la preparación de los alimentos, cada día en mayor número laboran fuera de casa, lo que exige la disponibilidad de alimentos de fácil preparación final. Actualmente hay en el mercado frijoles enlatados tanto enteros como molidos, pero su costo no permite que ese producto sea de consumo regular en los hogares de clase media y baja.

La deshidratación del frijol permite obtener un producto que puede satisfacer en algún grado la demanda que surge sobre productos que faciliten las labores domésticas, en

cuanto a tiempo de cocción y facilidad de preparación y que pueda ser más accesible en cuanto a precio, para otros segmentos de mercado.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El estudio para el desarrollo de un nuevo producto de frijol deshidratado en la Planta Hortofrutícola de Zamorano se justifica porque:

1. Se obtendrá información sobre el desarrollo de un nuevo producto de frijol, de uso instantáneo.
2. Se desarrollará una nueva opción de producción que ampliará la gama de prácticas docentes en la Planta Hortofrutícola.
3. Permitirá mayor uso del autoclave, despulpador y principalmente el deshidratador de la Planta Hortofrutícola.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 General**

Elaborar un prototipo de producto de frijol cocido, molido y deshidratado para uso instantáneo.

#### **1.4.2 Específicos**

- Realizar una investigación acerca de frijoles cocidos, molidos deshidratados en el mercado.
- Desarrollar una formulación y un procedimiento que lleven a un producto aceptado por el cliente potencial.
- Determinar el flujo de proceso del producto que sirva de guía para su producción comercial en la planta Hortofrutícola.
- Determinar los costos de producción del prototipo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL FRIJOL

Dentro del grupo de las especies leguminosas, el frijol común (*P. vulgaris*) es una de las más importantes, es una planta anual, herbácea intensamente cultivada desde la zona tropical hasta las templadas, es originario de América y se le conoce con diferentes nombres: poroto, haricot, caraota, judía, aluvia, habichuela y otros.

En su fisiología puede observarse un arraigamiento medio que presenta una raíz pivotante. El fruto lo constituye una vaina que esta compuesta de pericarpio y semillas, cuando está seco su uso es amplio en la preparación de varios alimentos como: sopas, encurtidos, conservas acidificadas, así como en mezclas de hortalizas secas (FAO, 2002).

En el momento de cosechar el grano es llevado en sacos hacia su lugar de almacenamiento, para su posterior consumo o venta. Previo a almacenamiento es necesario reducir el contenido de humedad, a un 12 - 13%, a fin de asegurar su buena conservación durante el tiempo de almacenamiento. El secado se puede realizar colocando los frijoles al sol si las condiciones son adecuadas, pero si existen factores climáticos adversos, es necesario recurrir a métodos de secado artificial, lo cual incrementa los costos. Por esta razón se recomienda producir en épocas en que la cosecha del grano coincida con épocas suficientemente secas (Rosas, 1998).

### 2.2 ASPECTO NUTRICIONAL

Dentro del grupo de las leguminosas el frijol es considerado de los más importantes, es una fuente importante de vitamina B como la tiamina, sin embargo es deficiente en aminoácidos azufrados. metionina, cistina y triptófano. Esta combinación de vitaminas y minerales le dan la propiedad de ayudar a controlar los niveles de glucosa en la sangre y por lo tanto, pueden ser útiles para los diabéticos. Debido a la deficiencia en aminoácidos azufrados, el frijol se combina con cereales que son ricos en estos, y pueden formar proteínas, que son importantes en la formación de músculos, tejidos y huesos.

Al ofrecer combinaciones de cereales y leguminosas como arroz con frijoles, tortillas con frijol, se aporta mucho para el desarrollo especialmente en las etapas de la niñez, la adolescencia y el embarazo. Por otro lado es importante mencionar que en la mayoría de las leguminosas, se encuentran ciertas sustancias que pueden ser tóxicas, entre estas se encuentran los taninos y algunos azúcares causantes de flatulencia o meteorismos (Ministerio de Economía Industria y Comercio de Costa Rica, 2002).

Estos tóxicos pueden eliminarse remojando los granos de frijol en una solución de agua con una cucharadita de bicarbonato de sodio, se deja en reposo y se hacen cambios cada cierto tiempo. Esta agua se retira y ahí quedan los tóxicos, posteriormente se ponen a hervir con agua limpia. En el caso de utilizar la misma agua para cocer los frijoles los azúcares se fermentan y producen gases en el intestino grueso (Ministerio de Economía Industria y Comercio de Costa Rica, 2002).

## **2.3 CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS**

La preservación de alimentos incluye un conjunto de técnicas y tratamientos que prolongan su vida útil manteniendo sus atributos de calidad, como color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo. Este concepto abarca procesos de conservación que van desde métodos usados en casa, donde el periodo de conservación es corto, hasta tiempos prolongados, que se logran en la industria mediante procesos como congelación, conservería, deshidratados (FAO, 2002).

### **2.3.1 Deshidratación**

La deshidratación es un método utilizado desde épocas muy antiguas como un medio para alargar la vida útil de los alimentos y consiste básicamente en la remoción del agua de los alimentos, obteniendo un producto desecado y estable durante largos periodos de tiempo. Es un proceso que básicamente inhibe el crecimiento microbiano, sin embargo no los destruye. Para impedir el crecimiento microbiano el nivel de humedad sobre el peso seco, debe estar por debajo del 15%, en el caso de mohos esta humedad debe estar por debajo del 10%. Generalmente la mayoría de frutas y hortalizas deshidratadas alcanzan niveles del 5% (Holdsworth, 1988).

**2.3.1.1 Actividad del agua.** Es la relación o razón entre la presión parcial del vapor de agua sobre una solución en relación a aquella como solvente (agua). El agua pura tiene una actividad del agua de 1.00 y la mayoría de los alimentos se alteran rápidamente por encima de 0.8. Los microorganismos utilizan el agua como substrato para crecer; con una actividad del agua de 0.75 a 0.70, el crecimiento de los hongos se reduce pudiéndose almacenar el producto por varias semanas, si la actividad del agua es menor de 0.65 se puede conservar el producto por tiempos prolongados. Mohos y levaduras pueden crecer con valores de  $A_w$  de 0.61, sin embargo la mayoría de los hongos se desarrollan en ambientes con una  $A_w$  entre 0.93 y 0.70, en el caso de las bacterias, estas no pueden desarrollarse con  $A_w$  debajo de 0.90, con excepción de algunos cocos que se desarrollan con valores inferiores a 0.85. Para productos desecados existen ciertos valores típicos, por ejemplo: frutas 0.70 - 0.90, fideos 0.60, hortalizas 0.20 (Holdsworth, 1988).

**2.3.1.2 Aspectos bioquímicos.** Para evitar reacciones enzimáticas que causen deterioro del producto, es necesario controlar por escaldado las enzimas antes de desecar. El objetivo básico del secado es mantener un alto contenido de sólidos en el producto, por

tanto es importante procurar que las pérdidas de sólidos solubles sean mínimas. El deterioro no enzimático es una de las reacciones de mayor importancia durante el proceso por lo cual en estos casos, es muy utilizado el dióxido de azufre (Holdsworth, 1988).

**2.3.1.3 Aspectos físicos.** En pastas o purés deshidratados, ocurre el fenómeno de dureza de la capa y esto ocurre porque los sólidos solubles tienden a subir a la superficie durante la deshidratación, esto puede dar al producto una dureza de la capa externa y limitar la capacidad de reconstitución, ocasionando una textura dura. Las técnicas actuales de secado suelen dar una contracción al producto lo que nos permite utilizar un empaque mas pequeño, sin embargo la desventaja se presenta en ocasiones, cuando el producto no se reconstituye con facilidad (Holdsworth, 1988).

**2.3.1.4 Razones para secar los alimentos.** Los alimentos secos y deshidratados son más concentrados que cualquier otra forma de productos alimenticios preservados. Ellos son menos costosos de producir, el trabajo requerido es mínimo, el equipo de proceso es limitado, los requerimientos de almacenamiento del alimento seco son mínimos y los costos de distribución son reducidos (Potter, 1973).

## **2.4 PROCESO DE SECADO**

### **2.4.1 Secadores discontinuos**

Este tipo de secadero es usado para operaciones de secado de poco material, diferentes tipo de material o estacionales (Barbosa y Vega, 2000).

### **2.4.2 Secador de bandejas**

El secador esta constituido por una cámara donde se colocan las bandejas con el producto. Existen secadores grandes y pequeños, en el primer caso las bandejas son colocadas sobre vagonetas que facilitan su manejo, y en el segundo, las bandejas se colocan sobre soportes permanentes en el secador. Las bandejas conteniendo el producto se colocan en los compartimentos en contacto con el aire de secado. En la entrada el aire es calentado y forzado a pasar sobre el conjunto de bandejas y a través del producto. Los calentadores de aire pueden ser quemadores de gas directo, serpentines de vapor, intercambiadores o resistencias eléctricas. La velocidad de aire es de 2 a 5 m/s, el problema más grande que presenta este tipo de secador es la obtención de un secado uniforme en los diferentes puntos de las bandejas. Generalmente este tipo de secadero es usado en operaciones de planta piloto y a pequeña escala, su costo es menor en relación a otro tipo de secadores y su mantenimiento es bastante flexible. Se utilizan para secar frutas y hortalizas con una producción aproximada de 1000 a 20000 kg/día (Barbosa y Vega, 2000).

### **2.4.3 Deshidratación de hortalizas**

Para inactivar los sistemas enzimáticos es necesario calentarlos con agua hirviente o en vapor, en muchos casos las hortalizas pueden obtener mayor estabilidad con adición de dióxido de azufre o sulfito. Para lograr una vida de anaquel exitosa es necesario mantener las hortalizas con una humedad por debajo del 4%, para lograr una larga vida de anaquel y calidad satisfactoria. Por lo general las hortalizas son secadas en secadores de túnel, de cabina o de banda, en algunos casos de hortalizas en polvo se usan secadores de tambor y secadores al vacío. Actualmente en el mercado la cantidad de hortalizas deshidratadas es muy escasa y limitada en cuanto a variedad. Varias de las hortalizas deshidratadas son vendidas en mezclas con sopas y varias son usadas en la manufactura de productos enlatados. Se necesita mucho trabajo de desarrollo para llegar a un producto de hortalizas deshidratadas.

Para la mayoría de las hortalizas las temperaturas seguras de secado están entre 45.77 y 48.55°C, pero para frijoles cocinados y secados es permisible una temperatura de 73.15°C, 54.11°C para las zanahorias, 48.67°C para el maíz y 43°C para las cebollas. Como productos finales deshidratados de hortalizas se desea una humedad bajo el 4% para la mayoría de las hortalizas y del orden del 2 a 3% para productos en polvo (Desrosier, 1989).

Aunque las hortalizas desecadas por aire no tienen fácil reconstitución son útiles en abastecimiento industrial y muy usado en sopas envasadas. Aun no se cuentan con técnicas especiales para producir géneros de alta calidad, especialmente cuando se trata de sabores delicados. La vitamina C presente es sensible a la luz, oxígeno, niveles de humedad, contaminantes metálicos, se puede usar dióxido de azufre para evitar pérdidas que a menudo pueden ser del orden del 40%. Los factores a considerarse en la retención de esta vitamina son esencialmente la temperatura del bulbo húmedo en el momento que se inicia el proceso de secado y la temperatura de evaporación. Otro tipo de vitaminas son más estables sin embargo al usar dióxido de azufre estas tienden a perderse, sin embargo las proteínas se mantienen impidiendo las reacciones de empardeamiento (Holdsworth, 1988).

### **2.4.4 Frijoles deshidratados**

Es un producto de consumo básico alimenticio, el frijol instantáneo deshidratado en polvo se prepara de una manera muy rápida, eficiente y práctica que conserva sus propiedades y sabor original. El frijol deshidratado en polvo representa una alta fuente nutricional, se conserva por mucho más tiempo pese a que es un producto 100% natural, es de fácil y rápida preparación y representa una opción para la vida de las familias modernas. El ahorro en tiempo y energía, permite eficientizar la mano de obra, estandarización de platillos en costo, sabor y apariencia además de su practicidad y alto rendimiento (El Molino, 2002).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR DEL ESTUDIO**

El proyecto se desarrolló en la Planta Hortofrutícola de Zamorano, localizada en el valle del Yeguaré, 30 km. al este de Tegucigalpa, Honduras.

#### **3.2 MATERIALES Y EQUIPO**

##### **3.2.1 Materiales**

- Frijoles variedad Tiocanela
- Agua
- Sal
- Ajo
- Bolsa plástica de polietileno

##### **3.2.2 Equipo**

- Autoclave
- Colador
- Cucharones: Bonny
- Deshidratador: Harvest Saber, Modelo # HS-R-SS-LE
- Despulpadora
- Licuadora
- Molino: Retsel CorpMc Cammon Jaard

#### **3.3 MÉTODOS**

##### **3.3.1 Información preliminar**

En la planta hortofrutícola de Zamorano se realizó un ensayo de un proceso tentativo de elaboración de frijoles cocidos, molidos deshidratados realizada por el grupo #1 del año 2001 de la carrera de Agroindustria.

El proceso inicial fue el siguiente:

Se utilizaron los siguientes ingredientes: frijol rojo variedad Tiocanela, agua, ajo, sal, en cuanto al equipo usado está: marmita, recipientes de acero inoxidable, procesador de alimentos, bolsas plásticas, deshidratador, molino para azúcar.

### **Procedimiento**

- 1 Seleccionar y lavar el frijol.
- 2 Pesar los ingredientes.
- 3 Poner a cocer con agua suficiente para cubrir los frijoles, añadir ajo y sal hasta darle el sabor deseado; el frijol debe retirarse cuando al presionarlo suavemente con los dedos se desbarate por completo. Al utilizar la marmita para cocer los frijoles, el agua evaporada debe restaurarse continuamente para evitar que los frijoles se quemen.
- 4 Licuar los frijoles hasta formar una pasta.
- 5 Colocar la pasta de frijoles en la bandeja del deshidratador, con velocidad 2 m/s durante seis horas a 73.15°C.
- 6 Cuando el frijol esté seco molerlo en el molino de azúcar hasta obtener polvo de frijol.

Este proceso exploratorio fue realizado una sola vez, y permitió establecer que las cantidades de sal y ajo han de ser de 1%, además brindó información sobre posibles inconvenientes durante el proceso, debidos a tiempos y manejo del equipo existente en la planta.

### **3.3.2 Desarrollo del prototipo**

En el proceso de desarrollo del prototipo, se determinó tres fases, en las cuales se realizaron cambios acorde con equipo, materia prima e información disponible.

**3.3.2.1 Fase 1.** Se realizaron tres ensayos del flujo de proceso inicial, para validar los resultados obtenidos y determinar posibles cambios en el proceso tentativo, que hagan el proceso más eficiente, utilizando el equipo existente en la planta e investigando las ventajas de usar un equipo en lugar de otro.

La Fase 1 dio como resultado un flujo de proceso en el cual se realizaron cambios en equipo, tales como:

- Marmita fue sustituida por autoclave.
- En el molido del puré se sustituyó la licuadora por la despulpadora.
- Molienda seca fue realizada en molino de mano, luego en molino de maíz y finalmente en licuadora, considerada ésta última más eficiente para lograr un producto final más uniforme.

**3.3.2.2 Fase 2.** Posterior a cambios realizados en fase 1, el proceso fue analizado en diferentes etapas que incluyeron: remojo, cocción, molido, deshidratado, molienda seca y empaque. Para cada etapa se determinó el tiempo, cantidad de materia prima ingresando al proceso en cada etapa, temperaturas y tiempos de procesos específicos, tales como cocción y deshidratado, de la manera siguiente:

**a) Para determinar el sabor del producto:** se utilizó sal y ajo al 1%, al obtener el prototipo final se evaluó mediante análisis sensoriales y degustaciones, si el sabor es agradable o no al consumidor.

**b) Para definir el tiempo de cocción:** se evaluaron en el autoclave tres tiempos de cocción, 30, 35 y 40 minutos. Las muestras fueron degustadas por grupos focales constituidos por ocho señoras que frecuentemente preparan puré de frijol.

**c) Para definir el tiempo de deshidratación:** se evaluaron dos tiempos, 6 y 8 horas, manteniendo constante velocidad de aire y temperatura, 2 m/s y 73.15°C, respectivamente. Se tomó la actividad del agua  $A_w$  del producto final.

**Cuadro 1. Tiempos de deshidratación con velocidad de aire y temperatura constantes para deshidratar frijoles cocidos, molidos.**

Deshidratación	Velocidad de aire	Tiempo (h)	Temperatura(°C)	Repeticiones
1	2 m/s	6	73.15	3
2	2 m/s	8	73.15	3

**d) Para definir la rehidratación:** se tomó la cantidad de rehidratación de un producto similar cuya marca fue Frijosal; comercializado en El Salvador. La cantidad de agua a añadirse es de 1 litro de agua por cada 454 gramos de frijol.

**3.3.2.3 Fase 3.** Con los resultados de Fase 1 y Fase 2 se diseñó un flujo de proceso para elaborar el prototipo de frijol cocido molido, deshidratado, el mismo que fue analizado mediante un balance de masa en cinco repeticiones. Cada repetición se realizó con dos kg de frijoles, entrando al proceso, lo cual permitió obtener la formulación del prototipo, el tiempo de elaboración del prototipo y la capacidad de producción de la Planta Hortofrutícola.

### 3.3.3 Análisis estadístico

Se realizó un análisis univariado de las cinco repeticiones del flujo de proceso obtenido en fase 3, para evaluar el balance de masa del prototipo, en los distintos pasos del flujo de proceso final: remojo, cocción, molido, deshidratado, molienda seca, prototipo final.

### 3.3.4 Análisis sensorial

Se utilizó un análisis afectivo cuantitativo de preferencia pareada, donde ochenta panelistas evaluaron dos muestras codificadas con números aleatorios de tres dígitos. La cantidad de panelistas se definió con ayuda del programa estadístico STAST, calculado para un 5% de la población un error máximo aceptable del 10% y con una confianza del 90%.

Todas las muestras fueron presentadas de forma simultánea, y se utilizó una boleta individual para medir la aceptabilidad en cuanto a textura, sabor y apariencia general, de dos muestras de frijol; una fue el prototipo obtenido y la otra fue un producto de marca Frijosal, manufacturado en El Salvador (Anexo 1).

El porcentaje de rehidratación de las muestras fue el recomendado en el producto de la competencia. Los resultados fueron evaluados utilizando la tabla para 3 –100 panelistas y 3-12 muestras.

Las diferencias entre todos los posibles pares se comparan con el valor crítico de la tabla, en base a un nivel de significancia determinado (95%), y al número de panelistas y muestras empleadas en la prueba (Anexo 2).

### 3.3.5 Investigación de mercado

**3.3.5.1 Encuesta.** Se realizó con consumidores del Puesto de Ventas y supermercado Maxi Mall de Tegucigalpa. La encuesta fue estructurada con el objetivo de recolectar información acerca del mercado de productos de frijol de rápida preparación. La encuesta abarcó aptitudes de aceptación, preferencia en presentaciones del producto, frecuencia de compra, el consumidor, aspectos demográficos y competencia. El número de encuestas y degustaciones a aplicarse fue definido por el análisis estadístico hecho a una prueba piloto. La misma encuesta fue aplicada después a la muestra final. En la encuesta las primeras ocho preguntas corresponden a la parte informativa y las últimas cinco a la parte de degustación (Anexo 3).

**3.3.5.2 Muestreo.** El tamaño de la muestra se definió por la siguiente fórmula:

$$n' = \frac{(S)^2}{(V)^2} = \text{tamaño provisional de muestra} = \frac{\text{Varianza de la muestra}}{\text{Varianza de la población.}}$$

$$\text{Donde } S = (d)(q) (t)^2 \\ V = (E)^2$$

Se corrigió después con otros datos, ajustándose si se conoce el tamaño de la población:

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

Este tamaño de la muestra fue de 203 encuestas ha aplicarse en Tegucigalpa, de las cuales se realizaron 205, la corrección por finitud para la población dada fue de menos de una encuesta.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN

Con base al estudio realizado se propone como proceso de elaboración de frijoles cocidos, molidos y deshidratados para uso instantáneo, el siguiente proceso:

Disponer de frijol rojo variedad Tiocanela con una humedad de 11.5 %, y llevarlos a un recipiente de acero inoxidable para posteriormente colocar en remojo.

**Selección:** Eliminar granos dañados y otras partículas que estén contaminando el producto.

**Lavado:** Colocar el producto en un colador y lavar hasta eliminar todas las impurezas del ambiente o residuos que pudieron quedar después del proceso de selección.

**Remojo:** Colocar los frijoles con agua y dejar reposar durante seis horas.

**Preparación del equipo:** Lavar el autoclave, las licuadoras y las paletas que van a ser utilizados a partir de este momento.

**Cocción:** Colocar en un recipiente el frijol, agua y ajo.. Someter en autoclave los ingredientes a cocción durante 40 minutos a 115°C y 103,421.36 Pa de presión. En el análisis de grupo focal se determinó que 40 minutos de cocción eran suficientes para obtener la textura requerida para el proceso de molido.

**Molido:** Retirar cuidadosamente el recipiente con los frijoles cocidos, retirar el agua de cocción y pesar frijoles y agua por separado. Llevar al despulpador y preparar el equipo con un tamiz de 0.49 cm, colocar los frijoles y la mitad del agua de cocción. Posterior al paso por el despulpador se obtuvieron dos masas de diferente concentración; para uniformizar el puré, se propone pasar una vez más las dos masas por el mismo tamiz.

**Deshidratado:** Sobre las bandejas distribuir el producto uniformemente esparciéndolo con ayuda de una paleta y formando una masa de no más 1.5 cm de espesor. Cerrar correctamente el deshidratador y programar el equipo a 73.15°C, a velocidad de 2 m/s, durante ocho horas. El producto final debe presentar una actividad del agua de 0.225, con un error no mayor de 0.05.

Se utilizó esta velocidad, tiempo y temperatura de deshidratación por la actividad del agua que presenta el prototipo final, estando dentro del rango aceptable 0.21 a 0.32 para este

tipo de productos deshidratados. En la primera prueba realizada, donde se expuso el producto a seis horas de deshidratación la actividad del agua fue de 0.85.

**Molido:** Retirar las bandejas después de terminado el tiempo de deshidratación y colocar el producto en bolsas plásticas para evitar el intercambio de humedad con el ambiente. Llevar el producto a molienda seca. Licuar el producto por tandas, llenando el envase hasta tres cuartas partes de su contenido total. Se obtiene un producto fino, que se pasa por un colador de malla de 0.33cm, para eliminar partículas de mayor tamaño.

**Empacado:** El producto se coloca en bolsas de polietileno correctamente selladas, para preservar el producto de la humedad del ambiente.

**Rehidratado:** Se recomienda añadir agua en su punto de ebullición, con una proporción de 1 litro de agua por cada 454 g de producto. El consumidor final puede añadir más o menos agua dependiendo de su preferencia. El aumento en peso es de 3.2 veces el peso original.

#### 4.1.1 Tiempo de elaboración

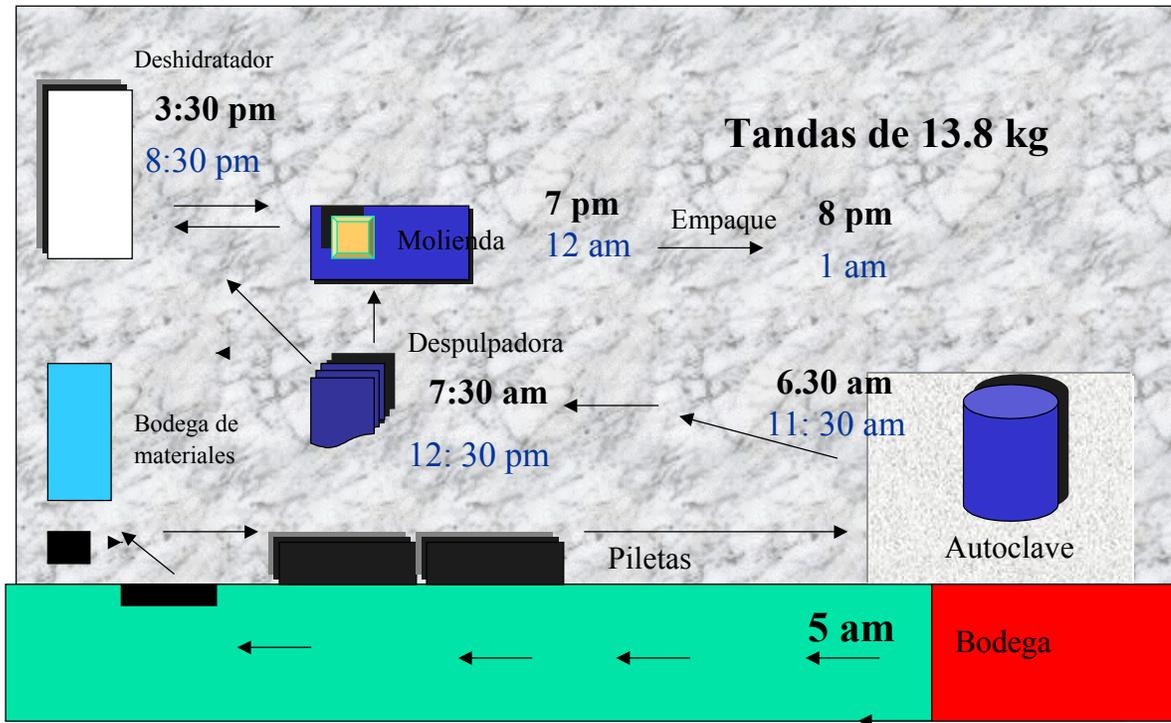
Los tiempos de elaboración del producto en cada etapa del proceso, son los siguientes:

**Cuadro 2. Tiempos en cada paso del proceso para la elaboración del prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado, en tandas de 2 kg.**

Procedimiento	Tiempo (h)
Remojo	6
Cocción	1.5
Molienda	1
Deshidratado	8
Molienda seca	3.5
Empacado	1

El tiempo total para elaborar el producto es de 21 horas, suponiendo horarios de trabajo continuos durante el día , se pueden realizar hasta dos tandas.

Los horarios asignados, no son coherentes con la línea de producción actual de la planta. Sin embargo, en caso de mostrarse interés para elaborar el prototipo se pueden realizar horarios de ocho horas distribuidas entre todo el personal, logrando realizarse dos tandas en 21 horas de proceso, considerando que remojo y deshidratado son tiempos en los que el personal puede realizar otra actividad.



**Figura 1.** Flujo de proceso para dos tandas de frijol de 13.8 kg, elaborados en la planta Hortofrutícola de Zamorano.

## 4.2 RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Los resultados fueron evaluados para las dos etapas de la encuesta, la primera parte informativa sobre el tipo de productos listos para consumir existentes en el mercado, su compra y preferencia, y por otra parte la degustación para que el consumidor estuviera expuesto al producto y tuviera suficientes criterios para decidir o no su compra.

### 4.2.1 Encuesta informativa

- De las 205 personas encuestadas, el 17% son estudiantes, 56% profesionales y el 28% ejercen un oficio.
- El 28% de los consumidores prefieren consumir fíjoles cocidos y el 72% molidos.
- Los encargados de comprar los frijoles son; 84% las amas de casa, 22% los hombres y un 2% otros miembros de la familia y empleados.
- Los condimentos preferidos al momento de cocer los frijoles son ajo y sal.
- Para freír los condimentos preferidos son la cebolla, el chile y el apio.
- El 87% de los encuestados compran frijoles listos para consumir, el restante 13% no frecuentan este tipo de productos.
- Las marcas de mayor posicionamiento en el mercado son: Naturas 94%, El Paladar, Casera y otras que incluyen productos sin marca el 6%.

### 4.2.2 Degustación

La prueba de degustación dio los siguientes resultados:

- El 90% estaría dispuesto a consumir frijoles deshidratados, el 10% restante no está interesado.
- Del 90% de los interesados; el 60% comprarían el producto ocasionalmente y el 40% frecuentemente. Así mismo el 80% gustaron del sabor de los frijoles, el 15% mejorarían su consistencia, el 3% le aumentaría la concentración de sal, el 2% mejorarían su textura.
- El 75% prefiere un empaque de aluminio, el 22% prefieren un empaque plástico y el 3.12% recipientes rígidos.
- La cantidad adecuada para este producto fue de 454 gramos para el 69%, 227 gramos el 6.25% y más de 454 gramos el 6%.

### 4.3 ANÁLISIS SENSORIAL

Se comprobó con un 95% de probabilidad, que la muestra realizada en la planta Hortofrutícola es considerada la de mejor sabor, textura y apariencia general. En el primer análisis sensorial realizado al prototipo que fue molido en seco en un molino de mano, el sabor y apariencia general fueron preferidos, en tanto que la textura de Frijosal fue de mayor preferencia.

El prototipo molido en licuadora tuvo total aceptación en los tres factores evaluados, lo cual indica que es necesario moler el frijol hasta obtener una harina fina, para mejorar la textura del producto final rehidratado.

La cantidad de agua para rehidratación fue igual para las dos muestras. Sin embargo, los participantes del panel sensorial opinaron sobre hacer la pasta más liviana, este factor puede modificarse añadiendo mayor cantidad de agua al producto. La consistencia final va a depender de los gustos y preferencias del consumidor.

### 4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Después de recopilar los datos obtenidos en las cinco repeticiones, se realizó un análisis univariado (Anexo 4). Los resultados fueron los siguientes:

**El balance de masa en el proceso de remojo:** Se pesaron 2.09 kg de frijol crudo y 8.06 kg de agua para remojar los frijoles. Después del tiempo de remojo los granos de frijol se hinchan, y su peso fue de 3.06 kg . El agua que se usó para el remojo se pesó y el valor obtenido fue 6.96 kg.

**El balance de masa en el proceso de cocción:** Se utilizaron 3.05 kg de frijol y 6.86 kg de agua para cocer los frijoles.

Las cantidades de ajo y sal a añadirse fueron de 0.098 y 0.096 kg, respectivamente.

Después de cocción los frijoles tuvieron un peso promedio de 4.46 kg y el agua de cocción de 4.96 kg.

La mitad del agua de cocción (2.48 kg), se utilizó para elaborar el puré durante el proceso de molienda.

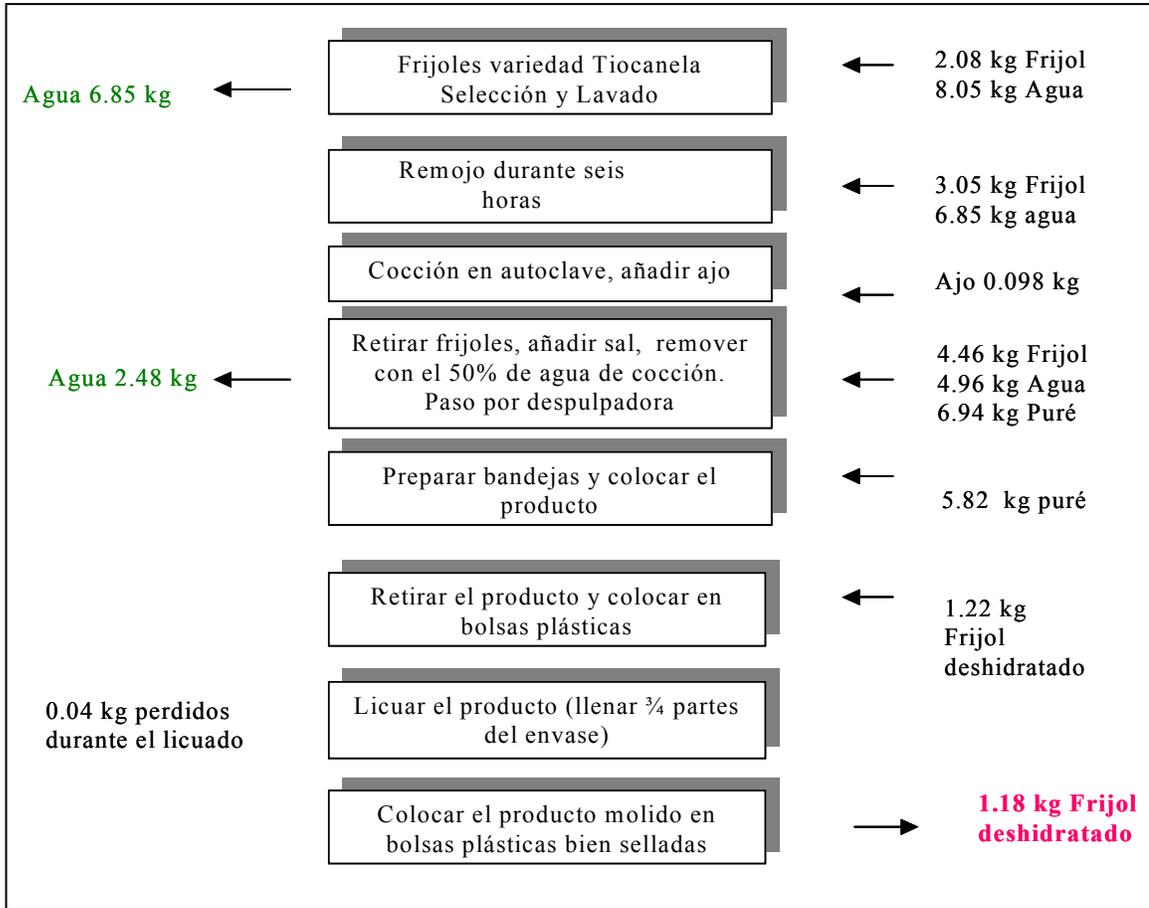
**El balance de masa en el proceso de molienda:** En el despulpador entraron 4.46 kg de frijol cocido y 2.48 kg de agua. Durante el proceso de molienda en el despulpador, una cantidad de puré de frijol queda adherida en el equipo y no disponible para seguir en el proceso, esta cantidad fue de 1.12 kg en promedio.

Al trabajar con tandas más grandes, las mermas son menores, incrementando el rendimiento por kg de frijol crudo.

Después de pasar por el despulpador se obtuvieron en promedio 5.82 kg de puré para ser deshidratado.

**El balance de masa en el proceso de deshidratación:** Después de deshidratación se obtuvieron 1.22 kg de frijol deshidratado.

**El balance de masa en el proceso de molienda:** Después de licuar 1.22 kg de frijol, se obtuvieron en promedio 1.18 kg de prototipo final. Los 0.04 kg que se pierden durante esta parte del proceso, se deben principalmente a la volatilidad del producto después de licuado.



**Figura 2.** Flujo de proceso y resultados obtenidos del análisis univariado, para una tanda de 2 kg de frijol.

Los rendimientos de frijol fueron de 59%. Este resultado pueden deberse a varios factores de transformación de la materia prima durante el proceso, como son: la cocción, molido y el deshidratado.

$$\text{Rendimiento} = 1.18 \text{ kg del prototipo final} / 2.05 \text{ kg de frijol crudo} = 59\%$$

Si se deshidrata el producto final el rendimiento es de 188 % con respecto a la materia prima inicial y la cantidad final del producto ya rehidratado.

$$\text{Rendimiento} = 5.76 \text{ kg del prototipo final rehidratado} / 2.05 \text{ kg de frijol crudo} = 188\%$$

En el caso de la planta Hortofrutícola donde se pueden procesar por día, hasta dos tandas de frijol de 13.8 Kg cada una, los rendimientos son los siguientes:

**Remojo:**

Frijol crudo = 27.6 kg

Frijol remojado = 40.47 kg

Rendimiento = 146%

Se tiene un rendimiento de 146%, de frijol crudo a frijol después de remojo.

**Cocción:**

Frijol crudo = 27.6 kg

Frijol cocido = 59.18 kg

Rendimiento = 214%

El rendimiento de frijol después de cocido es de 214%.

**Molido:**

Frijol crudo = 27.6 kg

Puré = 77.22kg

Rendimiento = 279%

El rendimiento del frijol crudo hasta llegar al puré obtenido durante la molienda en la despulpadora es de 279%.

**Molido en seco**

Frijol crudo = 27.6 kg

Frijol deshidratado = 11.24 kg

Rendimiento = 40.72%

El rendimiento de frijol crudo hasta el producto final deshidratado es de 40.72%.

**Rehidratación**

Frijol crudo = 27.6 kg

Prototipo rehidratado = 50.10

Rendimiento = **181.52%**

Al momento de rehidratar el producto el rendimiento es de 181.52%, considerando 27.6 kg de frijol crudo entrando al proceso. Por tanto, mientras mayor es la cantidad de frijol menor pérdida en el proceso de molienda en el despulpador.

**4.4.1 Formulación del prototipo**

Pesar cada ingrediente según la formulación:

**Cuadro 3. Formulación para la elaboración de un prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado.**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>PORCENTAJES (%)</b>
Frijoles remojados	30.29
Agua	67.88
Ajo	0.97
Sal	0.95

#### 4.5 ANÁLISIS DE COSTOS

Los costos por materia prima, energía, agua, vapor en la planta Hortofrutícola fueron los siguientes:

**Cuadro 4. Costos de materia prima, energía y vapor utilizados durante el proceso de elaboración del prototipo.**

<b>FUENTE DE COSTOS</b>	<b>COSTO</b>
Frijol	9.9 L / kg
Agua	7 L/ m <sup>3</sup>
Ajo	24 L / kg
Sal	4.1 L/ lb
Vapor	11 L/ h
Mano de obra	16 L/ h
Energía	Potencia Total* horas utilizadas*Precio Kw /hora
Costo Kw/h	0,85

Los costos se evaluaron para 27.6 kg de frijol, que es lo máximo que puede procesarse en la Planta Hortofrutícola, durante 21 horas de proceso, en dos tandas de 13.2 kg de frijol entero entrando al proceso. Esta estimación se realizó considerando que el deshidratador de bandejas tiene 11 bandejas y en cada una pueden distribuirse 4 kg de puré, lo cual nos da un máximo de puré entrando al deshidratador de 44 kg, para lo cual se necesitan 13.2 kg de frijol entero.

El costo total de producir dos tandas de 13.8 kg de frijoles, es de L. 746.24, con un costo por kg de L. 27.04.

Los 454 g tienen un precio de L. 12.2 y considerando que cada libra de frijol deshidratado rinde 3.2 lb de producto rehidratado, cada libra de producto rehidratado tendría un costo de L. 3.84.

**Cuadro 5. Costos de producción para la elaboración de frijol cocido, molido deshidratado para uso instantáneo, utilizando 27.6 kg de frijol crudo.**

<b>Costos frijol deshidratado (27.6kg)</b>	
	Lempiras (L)
Frijol	273,24
Agua	1,10
Ajo	33,12
Sal	42,78
Vapor	11,00
Mano de obra	336,00
Energía	49,01
Costo Total	746,25
Costo Kg	27,04
Costo 454g	12,29
Costo 454g rehidratada	3,84

## 5. CONCLUSIONES

El prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado fue de amplia aceptación en la población encuestada, el 90% estaría dispuesto a adquirir el producto. Este producto tuvo mayor aceptación que el producido por la marca Frijosal.

Se diseñó el flujo de proceso para la elaboración de frijol cocido, molido, deshidratado.

El proceso de elaboración del prototipo de frijol cocido, molido deshidratado requiere: remojo durante 6 horas, cocción durante 40 minutos a 115°C y 103421.36 Pa de presión, molienda, deshidratado a 73.15°C, velocidad de aire de 2 m/s durante 8 horas, licuado en seco y empacado.

La formulación del producto consiste en agua 67.88%, frijoles 30.2%, sal 0.97% y ajo 0.95%.

El costo de producir 454 g de frijol deshidratado es L. 12.29

## **6. RECOMENDACIONES**

Probar diferentes temperaturas, velocidades y tiempos de deshidratación que puedan hacer al proceso más eficiente y abaratar costos.

Realizar una prueba de mercado y un análisis económico del prototipo.

Realizar pruebas para prototipos utilizando otros condimentos, como: chile, cebolla, especias.

Utilizar empaques de aluminio para almacenar el producto.

Comprobar sensorial y microbiológicamente la vida útil del producto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Barbosa, G.; Vega, H. 2000. Deshidratación de Alimentos. Zaragoza, España. ACRIBIA. 297 p.

Desrosier, N. 1989. Conservación de alimentos. 2 ed. México. CONTINENTAL. 468 p.

El Molino. 2002. Frijol deshidratado. Consultado el 4 de abr.2002. Disponible en <http://fca.uasnet.mx/ExpoMerka/elmolino.htm>

FAO. 2002. Hortalizas. Poroto o fréjol (*Phaseolus vulgaris*). Consultado el 4 de abr. 2002. Disponible en <http://www.fao.org/inpho/vlibrary/x0062s/X0062S07.htm#Hortalizas>

FAO. 2002. Procesos. Los principios de conservación de alimentos. Consultado el 6 de abr. 2002. Disponible en <http://www.fao.org/inpho/vlibrary/x0062s/X0062S08.htm#Los principios de la conservación de alimentos>

Holdsworth, S. D. 1988. Conservación de Frutas y Hortalizas. Zaragoza, España. ACRIBIA. 186 p.

Ministerio de Economía Industria y Comercio de Costa Rica. 2002. Norma oficial para frijol en granos Consultado el 4 de abr.2002. Disponible en <http://www.snc.go.cr/ONRT/documentos/Norma%20oficial%20de%20calidad%20para%20frijol%20en%20grano.pdf>

Potter, Norman. 1973. La Ciencia de los Alimentos. México. EDUTEX. 749 p.

Rosas, J.C. 1998. El Cultivo del Frijol Común en América Tropical. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. 52p.

## **8. ANEXOS**

**ANEXO 1. FORMATO PARA ANÁLISIS SENSORIAL**

Nombre: _____	
Fecha: _____	
Pruebe cada una de las muestras de puré de frijol en el orden que se le indica a continuación. Asigne el valor 1 a la muestra que presente una textura más aceptable, y el 2 a la menos aceptable. Repita el mismo procedimiento para sabor y apariencia general	
<b>TEXTURA</b>	
Código	Rango asignado
_____	_____
_____	_____
<b>SABOR</b>	
Código	Rango asignado
_____	_____
_____	_____
<b>APARIENCIA GENERAL</b>	
Código	Rango asignado
_____	_____
_____	_____

## ANEXO 2. TABLA ESTADÍSTICA

**TABLE T8**  
**Critical Number of Correct Responses in a Triangle Test**  
**(Entries are  $x_{\alpha,n}$ )**

Entries are the minimum number of correct responses required for significance at the stated  $\alpha$ -level (i.e., column) for the corresponding number of respondents,  $n$  (i.e., row). Reject the assumption of "no difference" if the number of correct responses is greater than or equal to the tabled value.

$n$	$\alpha$							$n$	$\alpha$						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
3	2	2	3	3	3	—	—	31	12	13	14	15	16	18	20
4	3	3	3	4	4	—	—	32	12	13	14	15	16	18	20
5	3	3	4	4	4	5	—	33	13	13	14	15	17	18	21
6	3	4	4	5	5	6	—	34	13	14	15	16	17	19	21
7	4	4	4	5	5	6	7	35	13	14	15	16	17	19	22
8	4	4	5	5	6	7	8	36	14	14	15	17	18	20	22
9	4	5	5	6	6	7	8	42	16	17	18	19	20	22	25
10	5	5	6	6	7	8	9	48	18	19	20	21	22	25	27
11	5	5	6	7	7	8	10	54	20	21	22	23	25	27	30
12	5	6	6	7	8	9	10	60	22	23	24	26	27	30	33
13	6	6	7	8	8	9	11	66	24	25	26	28	29	32	35
14	6	7	7	8	9	10	11	72	26	27	28	30	32	34	38
15	6	7	8	8	9	10	12	78	28	29	30	32	34	37	40
16	7	7	8	9	9	11	12	84	30	31	33	35	36	39	43
17	7	8	8	9	10	11	13	90	32	33	35	37	38	42	45
18	7	8	9	10	10	12	13	96	34	35	37	39	41	44	48
19	8	8	9	10	11	12	14	102	36	37	39	41	43	46	50
20	8	9	9	10	11	13	14	108	38	40	41	43	45	49	53
21	8	9	10	11	12	13	15	114	40	42	43	45	47	51	55
22	9	9	10	11	12	14	15	120	42	44	45	48	50	53	57
23	9	10	11	12	12	14	16	126	44	46	47	50	52	56	60
24	10	10	11	12	13	15	16	132	46	48	50	52	54	58	62
25	10	11	11	12	13	15	17	138	48	50	52	54	56	60	64
26	10	11	12	13	14	15	17	144	50	52	54	56	58	62	67
27	11	11	12	13	14	16	18	150	52	54	56	58	61	65	69
28	11	12	12	14	15	16	18	156	54	56	58	61	63	67	72
29	11	12	13	14	15	17	19	162	56	58	60	63	65	69	74
30	12	12	13	14	15	17	19	168	58	60	62	65	67	71	76
								174	61	62	64	67	69	74	79
								180	63	64	66	69	71	76	81

Note: For values of  $n$  not in the table, compute  $z = (k - 1(1/3)n) / \sqrt{(2/9)n}$ , where  $k$  is the number of correct responses. Compare the value of  $z$  to the  $\alpha$ -critical value of a standard normal variable, i.e., the values in the last row of Table T3 ( $z_\alpha = t_{\alpha, \infty}$ ).

**ANEXO 3. FORMATO DE ENCUESTA****ENCUESTA PILOTO**

Edad: 15 a 20 \_\_\_\_\_ 20 a 30 \_\_\_\_\_ 30 a 50 \_\_\_\_\_ 50 o más \_\_\_\_\_

Sexo: F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

1. Consume usted frijoles?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. Con qué frecuencia consume usted frijoles?

\_\_\_\_\_ diariamente \_\_\_\_\_ semanalmente \_\_\_\_\_ mensualmente \_\_\_\_\_ casi nunca

3. En su mayoría como consume usted el frijol?

\_\_\_\_\_ entero frijol molido \_\_\_\_\_ otros (especifique \_\_\_\_\_)

4. Quién se encarga de comprar el frijol en su casa?

\_\_\_\_\_

5. Cuales son sus condimentos preferidos al preparar o consumir frijoles?

\_\_\_\_\_

1. Alguna vez ha consumido presentaciones de frijoles listos para consumir?

\_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ no

7. Si le hablan de frijoles listos para consumir que marca le viene a la cabeza?

\_\_\_\_\_

8. Cuando usted compra productos de frijol, que características son más importantes para usted (coloque los números del 1 al 5 en orden de importancia, siendo 1 el más importante)

Sabor ( ) Color ( ) Olor ( ) Textura ( )

Apariencia general ( ) Consistencia ( )

**Degustación**

9. Compraría usted un producto de frijol deshidratado con el que usted obtiene una pasta de frijol al añadir agua caliente:

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

11. Qué tipo de empaque preferiría en este producto?

Bolsa plástica \_\_\_\_\_ Bolsa de aluminio \_\_\_\_\_  
Frasco \_\_\_\_\_ Otro( especifique) \_\_\_\_\_

12. Que cantidad consideraría la más adecuada para este tipo de este producto?

1 Lb (454 g) \_\_\_\_\_ Más de una libra \_\_\_\_\_ Menos de una  
libra \_\_\_\_\_

13. Estaría dispuesto(a) a comprar este tipo de producto?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Por qué?

---

## ANEXO 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS UNIVARIADO

### Balance de masa, entradas y salidas durante el proceso de remojo de frijol

#### Remojo

Frijoles entrada		Agua entrada		Frijoles + Agua entrada	
Media	2,09	Media	8,06	Media	10,13
Error típico	0,03	Error típico	0,02	Error típico	0,04
Mediana	2,10	Mediana	8,09	Mediana	10,10
Moda	2,10	Moda	8,10	Moda	10,10
Desviación estándar	0,06	Desviación estándar	0,05	Desviación estándar	0,10
Varianza de la muestra	0,00	Varianza de la muestra	0,00	Varianza de la muestra	0,01

Frijoles Salida		Agua Salida		Frijoles + Agua salida	
Media	3,06	Media	6,86	Media	9,91
Error típico	0,04	Error típico	0,19	Error típico	0,21
Mediana	3,05	Mediana	7,00	Mediana	10,10
Moda	3,00	Moda	7,00	Moda	10,10
Desviación estándar	0,07	Desviación estándar	0,43	Desviación estándar	0,47
Varianza de la muestra	0,01	Varianza de la muestra	0,19	Varianza de la muestra	0,22

### Balance de masa, entradas y salidas durante el proceso de cocción de frijol

Frijoles entrada		Agua entrada		Frijoles + agua entrada	
Media	3,05	Media	6,86	Media	9,91
Error típico	0,03	Error típico	0,19	Error típico	0,21
Mediana	3,00	Mediana	7,00	Mediana	10,10
Moda	3,00	Moda	7,00	Moda	10,10
Desviación estándar	0,07	Desviación estándar	0,43	Desviación estándar	0,47
Varianza de la muestra	0,00	Varianza de la muestra	0,19	Varianza de la muestra	0,22

Ajo		Sal		Total agua, frijol, ajo, sal	
Media	0,098	Media	0,096	Media	10,10
Error típico	0,002	Error típico	0,002	Error típico	0,21
Mediana	0,100	Mediana	0,100	Mediana	10,29
Moda	0,100	Moda	0,100	Moda	#N/A

Desviación estándar	0,004	Desviación estándar	0,005	Desviación estándar	0,47
Varianza de la muestra	0.000	Varianza de la muestra	0.000	Varianza de la muestra	0,22

**Salidas**

	Agua	Frijoles+ Agua	
Frijoles			
Media	4,46	Media	4,96
Error típico	0,07	Error típico	0,05
Mediana	4,50	Mediana	5,00
Moda	4,30	Moda	5,00
Desviación estándar	0,15	Desviación estándar	0,11

**Balance de masa, entradas y salidas durante el proceso de molido para obtener puré de frijol****Molido****ENTRADAS**

	Agua	Frijol + Agua	
Frijoles			
Media	4,46	Media	2,48
Error típico	0,07	Error típico	0,03
Mediana	4,50	Mediana	2,50
Moda	4,30	Moda	2,50
Desviación estándar	0,15	Desviación estándar	0,06

**SALIDAS**

Residuos(máquina)		Puré		Residuos	
Media	1,12	Media	5,82	Media	0,40
Error típico	0,09	Error típico	0,09	Error típico	0,03
Mediana	1,10	Mediana	5,90	Mediana	0,40
Moda	#N/A	Moda	#N/A	Moda	0,40
Desviación estándar	0,19	Desviación estándar	0,20	Desviación estándar	0,07
Varianza de la muestra	0,04	Varianza de la muestra	0,04	Varianza de la muestra	0,01

**Balance de masa, entradas y salidas durante el proceso de deshidratación de puré de frijol****Entrada**

Puré en bandejas

Media 5,42

**Frijol deshidratado**

Media 1,22

Error típico	0,06	Error típico	0,05
Mediana	5,50	Mediana	1,25
Moda	#N/A	Moda	1,10
Desviación estándar	0,14	Desviación estándar	0,11
Varianza de la muestra	0,02	Varianza de la muestra	0,01

### **Balance de masa, entradas y salidas durante el proceso de deshidratación de puré de frijol**

#### **Molido**

Entrada	Salida
Frijol deshidratado	Prototipo
1,30	1,25
1,25	1,10
1,10	1,35
1,33	1,20
1,10	1,05

Entrada	Salida	
Frijol deshidratado	Frijol deshidratado molido	
Media	1,22 Media	1,18
Error típico	0,05 Error típico	0,05
Mediana	1,25 Mediana	1,20
Moda	1,10 Moda	#N/A
Desviación estándar	0,11 Desviación estándar	0,10
Varianza de la muestra	0,01 Varianza de la muestra	0,01