

Desarrollo de un enlatado de champiñones en la Escuela Agrícola Panamericana

Thelma Francisca Cálix Lara

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Desarrollo de un enlatado de champiñones en la Escuela Agrícola Panamericana

Proyecto de graduación presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero en Agroindustria
en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Thelma Francisca Cálix Lara

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

La autora 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 de autor.

Thelma Francisca Cálix Lara

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

Desarrollo de un enlatado de champiñones en la Escuela Agrícola Panamericana

Presentado por:

Thelma Francisca Cálix Lara

Aprobado:

Julio R. López, M.Sc.
Asesor Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Francisco J. Bueso, Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Wilfredo Domínguez, M.Sc.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mis adorados padres, Winston Cáliz y Sagrario Lara, quienes incondicionalmente me han brindado lo mejor de ellos, enseñándome que la vida se debe saborear y que cada reto lo debo disfrutar, confiando siempre en mí y sobre todo en Dios.

A mis queridos hermanos, Lourdes Cáliz y Winston Cáliz, de quienes me siento orgullosa y agradecida a Dios por tenerlos conmigo.

A mis abuelitas, Esperanza Lara y Thelma Cáliz, por desearme lo mejor y llevarme siempre en sus oraciones.

A mí estimado tío Roberto Salas, por su valioso apoyo en la decisión de esta meta pronta a culminar.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre Todo Poderoso, porque con su infinito amor ha guiado, dirigido y apoyado cada paso que doy en mi vida.

A mi dulce madre, la Virgen del Carmen, que con su manto me ha protegido de todo mal.

A mis padres y hermanos, por ser mi razón de ser y mi apoyo en cada paso de mi vida.

A todas mis lindas “maridos” (Tania, Maribel, Soledad, Maryan y Erika), a mis amigos (en especial a Keidy y a Nelson) y a mi querido novio Jorge Cardona, por transmitirme la fuerza de poder lograr todo lo que me propongo.

A mis asesores y maestros, por su tiempo y sus valiosas enseñanzas y consejos de vida, profesional y personal.

A todas las personas del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), a la Dra. Ana María Calderón de la Barca, por su apoyo y ánimos; a la Dra. Herlinda Soto, Elizabeth Peralta y Abril Graciano, por ser mis amigas y por hacerme formar parte de su equipo de investigación.

A la familia Silva y a todos mis amigos que viven en la Ciudad del Sol, Hermosillo, por hacerme sentir como en casa.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Fondo Dotal Zamorano y al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Honduras, por el financiamiento total de mis cuatro años de estudio en esta prestigiosa universidad.

Al Sr. Porfirio Lobo, Presidente del Congreso Nacional de Honduras, por su apoyo financiero a partir del tercer año de estudios.

RESUMEN

Cálix, T. 2005. Desarrollo de un enlatado de champiñones en la Escuela Agrícola Panamericana. Proyecto especial del Programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras. 41 p.

El champiñón (*Agaricus bisporus*) es una seta que aporta altos niveles de fibra dietética, vitaminas, minerales y proteínas. El objetivo del estudio fue desarrollar el componente técnico, determinar la demanda potencial y determinar el costo incremental de un enlatado de champiñones en la Escuela Agrícola Panamericana. El estudio se realizó en las instalaciones de EAP y supermercados de Tegucigalpa. Se utilizó una encuesta bietápica en supermercados y se determinó la demanda potencial, así como los gustos y preferencias de los consumidores. Se evaluaron 12 formulaciones (tratamientos) combinando dos tipos de presentación (entero y en rodajas), tres concentraciones de sal (0.3%, 0.6% y 1.0%) y dos concentraciones de ácido cítrico (0.05% y 0.1%). Se aplicaron análisis microbiológicos, a todas las formulaciones, con el fin de determinar la presencia de *Clostridium botulinum*. Se efectuaron pruebas sensoriales de aceptación del producto. El diseño experimental empleado fue Parcelas Subdivididas en un arreglo BCA. Mediante el programa estadístico SAS ® se realizó un ANDEVA y separación de medias Duncan. Se estimó el costo incremental de insumos y empaque de la formulación de mayor aceptación. El 79.27% de los hogares de Tegucigalpa están dispuestos a consumir el producto. La formulación de mayor aceptación fue el enlatado de champiñones enteros con 0.6% de sal y 0.05% de ácido cítrico. El costo incremental de insumos y empaques por lata es de Lps. 51.11 (US\$ 2.71). El tiempo final teórico efectivo de esterilización fue de 35 minutos a una temperatura de 110°C.

Palabras clave: demanda, formulaciones, salmuera, setas.

Julio R. López, M. Sc.
Asesor principal

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de cuadros.....	xi
	Índice de figuras.....	xii
	Índice de anexos.....	xiii
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	ANTECEDENTES.....	1
1.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.5	OBJETIVOS.....	3
1.5.1	Objetivo General.....	3
1.5.2	Objetivos Específicos.....	3
1.6	ALCANCES Y LÍMITES.....	3
1.6.1	Alcances.....	3
1.6.1	Límites.....	3
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	EL CHAMPIÑÓN.....	4
2.1.1	Historia y Definición.....	4
2.1.2	Partes del Champiñón.....	4
2.1.3	Control Adecuado de Cosecha.....	5
2.1.4	Características de Calidad de un Champiñón.....	6
2.1.5	Composición Química y Valor Nutricional.....	6
2.2	TÉCNICA DE ENLATADO.....	7
2.2.1	Historia y Definición.....	7
2.2.2	Las Latas.....	7
2.3	ANÁLISIS SENSORIAL.....	8
2.3.1	Método Afectivo.....	8

2.4	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ESPECÍFICO.....	8
2.4.1	Examinación Microscópica.....	8
2.5	INVESTIGACIÓN DE MERCADOS.....	9
2.5.1	Proceso de Investigación de Mercados.....	9
2.5.1.1	Definición del problema.....	9
2.5.1.2	Elaboración de un método para resolver el problema.....	9
2.5.1.3	Elaboración del diseño de la investigación.....	9
2.5.1.4	Trabajo de campo o acopio de datos.....	10
2.5.1.5	Preparación y análisis de datos.....	10
2.5.1.6	Preparación y presentación del informe.....	10
2.6	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	10
2.6.1	Diseño de Parcelas Subdivididas.....	10
2.6.2	Bloques Completos al Azar (BCA).....	10
2.6.3	Análisis de varianza.(ANDEVA).....	11
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1	LOCALIZACIÓN.....	12
3.2	MATERIALES E INSUMOS.....	12
3.3	EQUIPO.....	13
3.4	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	14
3.4.1	Hipótesis.....	15
3.5	PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHAMPIÑONES ENLATADOS.....	15
3.5.1	Selección de Materia Prima.....	15
3.5.2	Limpieza y Lavado.....	15
3.5.3	Escaldado.....	15
3.5.4	Determinación de Tipo de Presentación.....	16
3.5.5	Dosificado y Cerrado.....	16
3.5.6	Esterilizado.....	16
3.5.7	Almacenamiento.....	16
3.6	VARIABLES EVALUADAS.....	16
3.6.1	Nivel de Aceptación.....	16
3.6.2	Prueba Bacteriológica.....	17
3.6.3	Estudio de mercado.....	18
3.6.3.1	Investigación Concluyente.....	18
3.6.3.2	Mercado Meta.....	20
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1	ESTUDIO DE MERCADO.....	21
4.1.1	Encuesta piloto.....	21
4.1.2	Encuesta definitiva.....	21
4.1.3	Determinación de la demanda potencial.....	21
4.1.4	Resultados de la encuesta.....	22
4.1.4.1	Frecuencia de consumo de latas de champiñones.....	22

4.1.4.2	Lugar de preferencia para comprar champiñones enlatados.....	23
4.1.4.3	Presentación del champiñón.....	23
4.1.4.4	Disponibilidad de pago.....	23
4.1.4.5	Género y edad.....	23
4.1.5	Mezcla de Mercadeo.....	24
4.1.5.1	Producto.....	24
4.1.5.2	Precio.....	24
4.1.5.3	Plaza.....	24
4.1.5.4	Promoción.....	24
4.2	PRUEBAS SENSORIALES.....	25
4.2.1	Pruebas efectivas cuantitativas de aceptación.....	25
4.3	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	26
4.4	PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL ENLATADO DE CHAMPIÑONES.....	27
4.4.1	Selección de Materia Prima.....	28
4.4.2	Limpieza y Lavado.....	28
4.4.3	Escaldado.....	28
4.4.4	Enfriamiento.....	28
4.4.5	Dosificado de Champiñones y Salmuera.....	28
4.4.6	Enlatado.....	28
4.4.7	Esterilizado.....	28
4.4.8	Almacenamiento.....	28
4.5	ESTUDIO ECONÓMICO.....	29
4.5.1	Costo incremental de insumos y empaque.....	29
4.5.1.1	Costo incremental de insumos.....	29
4.5.1.2	Costo incremental de empaque.....	29
4.5.2	Resumen del costo incremental.....	29
5	CONCLUSIONES.....	30
6	RECOMENDACIONES.....	31
7	BIBLIOGRAFÍA.....	32
8	ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Procedimiento de tinción de Gram.....	9
2.	Fuentes de variación de un BCA.....	11
3.	Resumen de tratamientos por parcelas subdivididas por cada repetición (bloque).....	14
4.	Resumen de codificación de tratamientos del estudio.....	14
5.	Escala hedónica de aceptación.....	16
6.	Total de hogares y hogares “no pobres” de Honduras.....	20
7.	Resumen de resultados de la demanda potencial y variación del estudio.....	22
8.	Frecuencia de consumo de champiñones enlatados.....	23
9.	Tipo de presentación del champiñón.....	23
10.	Disponibilidad de pago.....	23
11.	Género de las personas encuestadas.....	24
12.	Edad de las personas encuestadas.....	24
13.	Promedio de aceptación de las cinco característica evaluadas sensorialmente en el enlatado de champiñones.....	25
14.	Costo incremental de insumos empleados.....	29
15.	Resumen del costo incremental.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Morfología del champiñón.....	5
2.	Flujo de proceso de champiñones enlatados.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Formato del análisis sensorial para la prueba de aceptación.....	35
2.	Tubo con medio, a base de caldo de corazón de res, inoculado con muestra de champiñón enlatado.....	36
3.	Set de GasPack para crear condiciones anaeróbicas.....	37
4.	Colonias de <i>Clostridium botulinum</i> en medio Anaerobic Egg Yolk Agar.....	38
5.	Encuesta final.....	39
6.	Comparación entre una imagen original de <i>Clostridium botulinum</i> y la foto de los microorganismos (bacilos) observados.....	40
7.	Cálculo para determinar el tiempo en minutos para el tratamiento térmico, con la ayuda de Pathogen Modeling Program.....	41

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La conservación de un producto se realiza con el fin de mantenerlo fresco o en condiciones aceptables para su consumo durante un tiempo prolongado y determinado; razón por la que se han creado una gran variedad de métodos que van desde técnicas artesanales, que son frecuentemente empleadas, hasta métodos como desecación, liofilización, congelación, envasado en vidrio y enlatado (Vedder 1975).

El consumo per cápita de setas y hongos mundialmente es de 0.44 kilogramos por persona al año. Se estimó que en el 2001 se tendría un aumento anual promedio de 3.8% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2000).

Actualmente el champiñón que se produce en Zamorano, luego de cosechado, es seleccionado, cortado, lavado y desinfectado para comercializarlo fresco en bandejas BOPS (Bioxial Oriented Polystirene) de 250 gramos. Estas bandejas logran proteger al champiñón, de factores que contribuyen al deterioro y putrefacción, por un período máximo de dos semanas¹.

Navas (2001) describe que la conservación en fresco del champiñón depende de muchos factores. Los principales factores que deterioran al champiñón son: temperatura, humedad relativa, oxígeno, luz y microorganismos.

Una de las principales características no deseadas, después de la cosecha, es el oscurecimiento del champiñón que se debe a procesos enzimáticos. Las enzimas partícipes de este proceso son las polifenol-oxidasas², que pueden ser inactivadas con aplicación de calor (85 -90°C) por unos minutos o irradiación con rayos gamma (Vedder 1975).

1.2 ANTECEDENTES

La Producción de Champiñones en Zamorano comenzó en la Zamoempresa de Cultivos Intensivos, actualmente conocida como Empresa Universitaria de Cultivos Intensivos (EUCI), al construirse una cámara³ de 43 m². Ésta era capaz de surtir completamente la demanda de Tegucigalpa y del Puesto de Ventas de Zamorano.

¹ Molina, M. 2004. Champiñón de Zamorano (comunicación personal). Zamorano, E.A.P.

² Las polifenol-oxidasas son enzimas que provocan el oscurecimiento del champiñón.

³ Cuarto donde se siembran los champiñones y que permite el control absoluto de la temperatura y humedad relativa del ambiente.

La demanda de este cultivo se incrementó significativamente, creando así la necesidad de aumentar el volumen de producción de champiñones; razón por la cual Zamorano, por medio de la EUCI en el año 2003, estableció dos cámaras adicionales de producción habilitadas exclusivamente para cultivo de champiñones, que miden 32 m² cada una.

La producción actual es de 15 kilogramos por m², por cada ciclo de producción. Anualmente se produce un total de 6,420 kilogramos de champiñones por los cuatro ciclos⁴.

Las ventas de champiñones en Zamorano están divididas en internas y externas. Internamente los hongos son comercializados en el Comedor Estudiantil, Cafetería y Puesto de Ventas. Externamente se venden en los supermercados Mas por Menos, Pricemart, Quiznos Sub y en algunos hoteles de Tegucigalpa⁴.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La gran variabilidad que existe en los niveles de producción de champiñones en la Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano” durante ciertas épocas del año genera inestabilidad en la disponibilidad del producto en el mercado.

Actualmente, la presencia del producto de champiñones frescos de Zamorano en Tegucigalpa, en presentación de bandejas de 250 gramos, ha desaparecido debido a un problema de comercialización y de competencia con personas que producen en un área cerca de la Escuela Agrícola Panamericana. Esto obligó a Zamorano a disminuir la producción a sólo una cámara de las tres existentes.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Con este estudio se pretende lograr que los niveles de producto disponible en el mercado sean estables y constantes durante el año. Se pretende crear un producto nuevo para Zamorano utilizando el método de enlatado, ya que conserva las características de un champiñón fresco, con el color, la textura, el olor y el sabor preferido por el mercado meta o consumidor final.

Igualmente se busca mejorar el sistema de comercialización a través de la realización de un estudio de mercado. En la investigación se tomarán en cuenta las variables de precio, producto, promoción y plaza donde se comercializará el producto.

⁴ Miselem. 2004. Producción de Champiñones (comunicación personal). Zamorano. E.A.P.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar el componente técnico, determinar la demanda potencial y el costo incremental de un enlatado de champiñones en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la demanda potencial de champiñones enlatados en Tegucigalpa, Honduras.
- Determinar el costo incremental de insumos y empaque del producto.
- Evaluar sensorialmente doce formulaciones (3 porcentajes de sal, 2 porcentajes de ácido cítrico y 2 tipos de presentación) y determinar su aceptación.
- Recomendar un flujo de proceso de champiñones enlatados usando la formulación del producto con menor costo incremental y mayor aceptación.
- Analizar microbiológicamente el producto (*Clostridium botulinum*).

1.6 ALCANCES Y LÍMITES DEL ESTUDIO

1.6.1 Alcances

- Recomendar un flujo de proceso de un enlatado de champiñones en la Escuela Agrícola Panamericana, a nivel de planta piloto.
- Determinar la demanda potencial en Tegucigalpa, Honduras.
- Recomendar el flujo de proceso para las condiciones técnicas del presente estudio.
- Determinar el costo incremental de insumos y empaque.

1.6.2 Límites

Límites de presupuesto y duración del proyecto no permitieron aplicar el proceso de producción a nivel industrial (Planta Hortofrutícola). Elaborar un estudio de factibilidad. Realizar un análisis de preferencia y un análisis proximal al mejor tratamiento para determinar la información nutricional en la etiqueta del producto.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL CHAMPIÑÓN

2.1.1 Historia y Definición

Vedder (1975) afirma que productores de Melón de la región de París, Francia, iniciaron el cultivo de Champiñón (*Agaricus bisporus*) en el año de 1650. Se comenzó a cultivar champiñones, por casualidad, al descubrir que éstos podían crecer sobre cómpost usado de las camas donde producían melón.

Los champiñones son setas u hongos que crecen sobre la materia orgánica y bajo la sombra. Por esta razón no sintetizan almidón y carecen de clorofila (Plan de Desarrollo de la república del Ecuador 2004).

El Plan de Desarrollo de la república del Ecuador (2004) afirma que estas setas son una muy buena fuente de fósforo y vitamina B2. Su contenido de proteínas es de tan sólo 2-3 g /100g, en su mayoría purinas, razón por la que se recomienda su consumo moderado en caso de ácido úrico elevado.

2.1.2 Partes del Champiñón

InfoAgro (2004) explica que el champiñón está formado y se distingue por: el sombrero, pie, himenio y micelio (Figura 1).

El sombrero o carpóforo es la parte más carnosa del hongo que tiene forma redondeada y globosa, como un paraguas. Su tamaño puede alcanzar los 15 centímetros de diámetro, el cual no interesa comercialmente (InfoAgro 2004).

El pie o stirpe es el soporte del sombrero del hongo, es cilíndrico, liso, blanco y está unido por la parte inferior del hongo al micelio o filamentos que crecen en el cómpost (InfoAgro 2004). El himenio o espocarpo se encuentra en la parte inferior del sombrero y se compone de un sinnúmero de laminillas, que se extienden desde el pie hasta el borde externo del sombrero.

Las laminillas suelen tener un color rosado que, durante el crecimiento, van perdiendo hasta tornarse color pardo o negro. Igualmente, cuando el champiñón está pequeño, el himenio está cubierto por una membrana muy fina que se le conoce como velo, el cual, cuando el

champiñón crece, se desprende quedando una pequeña porción, unida al pie, llamada anillo (InfoAgro 2004).

Millones de esporas se encuentran entre las laminillas que, al germinar, permiten la formación de los filamentos que constituyen el micelio del champiñón (InfoAgro 2004).

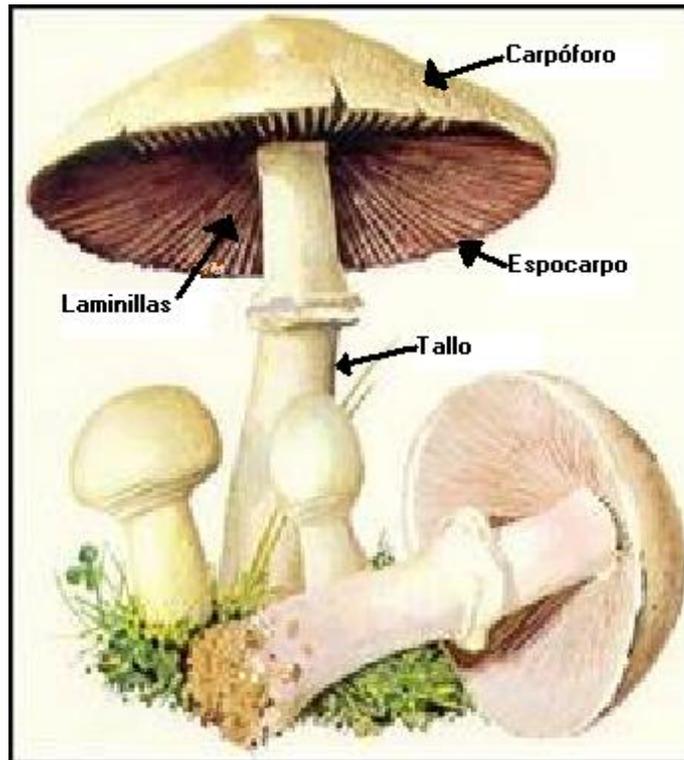


Figura 1. Morfología del Champiñón (Infoagro 2004).

2.1.3 Control Adecuado de Cosecha

Davis (2004) especifica que los champiñones u hongos *Agaricus bisporus* se cosechan cuando alcanzan la madurez. La madurez se determina cuando el sombrero se redondea y el velo aún está completamente intacto. La proporción largo/ancho del pie debe ser suficiente para permitir el corte sin dañar el velo.

Según Vedder (1975) los champiñones cosechados oscilan en una temperatura de 15°C a 18°C, que aumenta debido a la respiración del mismo producto vivo. Esta cantidad de calor debe ser eliminada por un cuarto frigorífico, junto con el calor que aporta el producto y el calor que atraviesa las paredes del cuarto por transmisión y radiación, para evitar la oxidación del champiñón.

Fernández (2004) explica que una temperatura muy elevada deteriora rápidamente la calidad del champiñón, porque éste se ablanda, oscurece y se abre. La temperatura del champiñón en el cuarto frío debe llegar a los 2°C para luego mantenerlo almacenado a 4°C, lo que garantiza mayor vida de anaquel y resistencia a manipulación durante el almacenamiento.

La humedad relativa óptima es alta, de 95-98%, con el fin de evitar la desecación y pérdida de brillo. Cuando un champiñón está desecado se produce ennegrecimiento del pie y sombrero y agalla, confirma Fernández (2004).

2.1.4 Características de Calidad de un Champiñón

La alta calidad de un champiñón fresco (hongo *Agaricus bisporus*) está determinada por un color blanco a café oscuro, velo intacto y sombrero uniforme y redondeado, con superficie lisa, brillante, limpia y con ausencia de empardeamiento. El pie debe ser firme y brillante, con el borde del corte limpio. Factores negativos son las laminillas visibles y abiertas y la ausencia de pie (Davis 2004).

“Los grados de calidad en Estados Unidos son No. 1 y No. 2. Los tamaños, medidos como diámetro del sombrero, varían desde Pequeño (1.9 - 3.2 cm / 0.75 - 1.25 pulgadas), Mediano (3.2 - 4.5 cm / 1/25 - 1.75 pulgadas), hasta Grande (4.5 cm / 1.75 pulgadas o mayor)” (Davis 2004).

El pH de un champiñón enlatado oscila entre 5.95 a 6.40, que variará de acuerdo al medio en que se encuentre, explica la USFDA (2005).

2.1.5 Composición Química y Valor Nutricional

Según Pak (2000) cada 100 gramos de champiñón (*Agaricus bisporus*) fresco contienen 92.24 gramos de humedad, 1.47 ± 0.08 gramos de fibra insoluble, 0.30 ± 0.16 gramos de fibra soluble y 1.77 ± 0.17 gramos de fibra total. En 100 gramos de champiñón en peso seco hay 22.8 gramos de fibra dietética (83.1% fibra insoluble y 16.9% fibra soluble).

El champiñón es un alimento saludable el cual, según Pak (2000), aporta altos niveles de vitaminas (riboflavina, niacina y ácido fólico), minerales (sodio, potasio, hierro, zinc y cobre) y entre 2-3% de contenido proteico; tiene un bajo valor calórico (328 kilocalorías/100 gramos) y su contenido de grasa varía entre un 2-8%.

Cabe recalcar que cada nutriente variará de acuerdo al medio en que se cultive y a las condiciones de crecimiento. Éstas son la humedad relativa, tipo y frecuencia de fertilización, etc., explica Fernández (2004).

2.2 TÉCNICA DE ENLATADO

2.2.1 Historia y Definición

Según Vedder (1975) este método de conservación fue propuesto por Nicolas Appert en el año de 1790, quien logró mantener frescos los alimentos en latas en el Ejército de Napoleón. Con este método se busca colocar barreras entre el champiñón y los factores de degradación que se encuentran en el medio: temperatura, oxígeno, luz, microorganismos y manipulación humana, explica el Programa de Información de Alimentos Procesados (2004).

Esta técnica consiste en envasar los champiñones frescos previamente seleccionados en un recipiente de hojalata, que será cerrada herméticamente para luego someterla a un proceso de calentamiento o esterilización, por determinado tiempo y temperatura, con el fin de eliminar los microorganismos presentes. Aplicando los pasos anteriores se pretende obtener un producto lo más fresco posible hasta que sea consumido (Programa de Información de Alimentos Procesados 2004).

Explica el Programa de Información de Alimentos Procesados (2004) que el tratamiento térmico recomendado para este proceso es de 110°C por 20 minutos (esterilización comercial), destinado a la destrucción de esporas bacterianas.

2.2.2 Las Latas

Los envases de hojalata poseen características especiales como: resistencia a agentes externos, herméticos⁵, irrompibles, inviolables⁶, reciclables y degradables⁷. Tiene como base una lámina de acero recubierta de estaño⁸ y lacas protectoras de origen orgánico, aplicadas en el interior de los envases con el propósito de evitar la interacción química entre el alimento y éste (Programa de Información de Alimentos Procesados 2004).

La cantidad de estaño presente en el producto enlatado no genera problemas de toxicidad, porque lo que se ingiere es tolerable y aproximadamente un 90% de éste es eliminado por las heces (Programa de Información de Alimentos Procesados 2004).

Las lacas que estarán en contacto directo con el contenido deben ser: no tóxicas, no alterar el sabor ni olor del alimento enlatado, ser barreras entre el alimento y el envase y resistentes mecánicamente durante el proceso de envasado (Programa de Información de Alimentos Procesados 2004).

⁵ Hermético: Garantiza el aislamiento total entre el contenido y el medio externo, elimina riesgos de contaminación.

⁶ Inviolable: Evita que el producto se pueda abrir en el punto de venta.

⁷ Degradable: Al descomponerse por factores externos vuelve a la tierra como mineral de hierro.

⁸ Estaño: Es el elemento que recubre el hierro en la hojalata y pasa al alimento actuando como un antioxidante, contribuyendo a conservar la vitamina C de las frutas y hortalizas.

2.3 ANÁLISIS SENSORIAL

2.3.1 Método Afectivo

Según Meilgaard *et. al* (1991), el método afectivo describe en forma cualitativa o cuantitativa la preferencia o aceptación. En los métodos cualitativos se emplean grupos focales, paneles focales y entrevistas individuales. En los cuantitativos se utilizan pruebas de preferencia y de aceptación.

Las pruebas afectivas tienen como objetivo principal obtener la respuesta personal de preferencia y aceptación de los actuales o posibles consumidores de un producto, de una idea de producto o una característica específica de ellos, explica Meilgaard *et. al* (1991).

2.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ESPECÍFICO

Son análisis empleados para la identificación selectiva de microorganismos presentes en un alimento determinado. Estas pruebas de identificación selectiva contienen compuestos que inhiben el crecimiento de otros microorganismos que no interesa su estudio (FDA 2004).

El microorganismo más importantes en la industria de alimentos enlatados es el *C. botulinum*. Éste microorganismo anaerobio, Gram positivo, produce una neuro-toxina potente, llamada Thet. Sus esporas son resistentes a altas temperaturas y a tratamientos sub-letales en comidas (FDA 2004).

El medio empleado para la identificación de *C. botulinum* es una fuente abundante de proteína (extraída de un caldo de corazón de res) el cual, combinado con glucosa y pectona, provee de los nutrientes necesarios para su crecimiento óptimo (FDA 2004).

2.4.1 Examinación Microscópica

La examinación microscópica es el método de recolección de datos por medio de la observación a través de un microscopio simple, para el cual es necesario crear un contraste adecuado por medio de técnicas de tinción y así distinguir las diferencias en estructura, según Castillo (1997).

Según Castillo (1997), entre las técnicas más conocidas están la Tinción Simple y la Tinción de Gram (Cuadro 1). La Tinción Simple es utilizada para determinar número, tamaño, forma y arreglo de las células que se investigan; mientras que la Tinción de Gram tiene la característica de diferenciar entre dos grupos de microorganismos, bacterias Gram positivas y Gram negativas.

Cuadro 1. Procedimiento de tinción de Gram

Colorantes en orden de su aplicación	Función	Tiempo
Cristal Violeta	Tiñe las células de azul o morado.	1 minuto.
Yodo	Actúa como mordente ⁹ y evita que células Gram positivas pierdan el colorante durante el paso de decoloración.	1 minuto.
Etanol o Solución Acetona-alcohol	Decoloración, removiendo el exceso de colorante de la muestra.	4-10 segundos.
Safranina	Contraste. Tiñe las células Gram negativas decoloradas las cuales adquieren color rosado o rojo.	15 segundos.

2.5 INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

Según Malhota (2004) la investigación de mercados se define como la función que relaciona a consumidores, clientes y público con el mercadólogo, a partir del análisis, difusión y aprovechamiento sistemático y objetivo de la información útil para identificar y definir la solución de los problemas y las oportunidades del mercado.

Las dos razones principales por las que una organización da lugar a una investigación de mercados son para identificar y resolver problemas de mercado. Con este estudio se busca obtener información básica que exprese el verdadero entorno de las cosas, explica Malhota (2004).

2.5.1 Proceso de Investigación de Mercados

2.5.1.1 Definición del problema. El investigador debe considerar el objetivo del estudio, la información básica pertinente, la información faltante y la forma en que las personas que toman las decisiones harán uso del estudio, define Malhota (2004).

2.5.1.2 Elaboración de un método para resolver el problema. Incluye la formulación de un marco teórico u objetivo (modelos analíticos, preguntas de investigación e hipótesis y definir que información es necesaria), conforme con Malhota (2004).

2.5.1.3 Elaboración del diseño de la investigación. Es un marco general o plan para realizar el proyecto de investigación de mercados. El propósito es poner a prueba las hipótesis

⁹ Mordente: Es una sustancia que reacciona con el colorante para formar un complejo insoluble entre el colorante y los componentes celulares que reaccionan con el colorante.

que interesan, identificándose las posibles respuestas a las preguntas de investigación. Incluye la investigación exploratoria, obtención de datos de los entrevistados (mediante encuestas o experimentos), la definición de las variables y sus respectivas escalas de medición, confirma Malhota (2004).

2.5.1.4 Trabajo de campo o acopio de datos. Según Malhota (2004), comprende un equipo de campo o personal que opera ya en el campo, como ser en las entrevistas personales, telefónicas, por correo o electrónicamente.

2.5.1.5 Preparación y análisis de datos. De acuerdo con Malhota (2004), preparar los datos es revisarlos, codificarlos, transcribirlos y verificarlos; mientras que analizarlos es deducir a información relacionada con los componentes del problema de investigación de mercados.

2.5.1.6 Preparación y presentación del informe. Se deberá comprobar el proyecto por medio de un informe escrito que hable sobre las preguntas específicas de la investigación, con su respectivo método, diseño, procedimientos de acopio y análisis de datos realizado. Los resultados deben ser entregados en un formato que facilite el proceso de toma de decisiones a los administradores, define Malhota (2004).

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

2.6.1 Diseño de Parcelas Subdivididas

Este tipo de diseño con varios niveles de aleatorización es utilizado en algunos experimentos multifactoriales en donde la naturaleza de las unidades experimentales hace difícil manejarlos, así como todas las combinaciones posibles de los factores involucrados. También cuando el investigador desea aumentar precisión en la estimación de algunos factores, y sacrificar precisión en la estimación de otros¹⁰.

El método para construir un diseño básico de parcelas subdivididas es asignar aleatoriamente los tratamientos de un factor a las parcelas principales. Luego los tratamientos del segundo y tercer factor se asignan aleatoriamente a sub-parcelas dentro de las parcelas principales¹⁰.

2.6.2 Bloques Completos al Azar (BCA)

El bloque es un grupo de unidades homogéneas utilizadas para corregir fuentes de variación debido a ciertos factores (gradientes), como el tiempo, lugar, personas, etc.; y así comparar el efecto de los tratamientos.

¹⁰ Espinal, R. 2004. Diseño Experimental. Zamorano. E.A.P. (Comunicación Personal).

Cuadro 2. Fuentes de variación de un BCA

Fuente	Grados de Libertad (GL)
Tratamiento (TR)	T -1
Bloque (BLK)	B -1
Error	(T - 1) (B - 1)
Total	(T * B) - 1

Fuente: Espinal, 2004.

En los Bloques Completos al Azar (BCA) cada bloque contiene todos los tratamientos. Las ventajas del uso de BCA son el aumento en la precisión de los resultados al remover una fuente de variación del error (Cuadro 2) y que permite analizar cualquier número de bloques y tratamientos (cada tratamiento debe repetirse el mismo número de veces en cada bloque)¹¹.

2.6.3 Análisis de varianza (ANDEVA)

El Análisis de Varianza es utilizado cuando se quiere hacer inferencia en un estudio. Varianza significa analizar la variabilidad de los datos o error experimental¹¹.

Divide la variación entre las observaciones en porciones asociadas con fuentes de variación (error experimental, repeticiones, tratamientos, etc.). Pero, cuando la variabilidad es muy alta, es mejor no utilizar ANDEVA¹¹.

¹¹ Espinal, R. 2004. Diseño Experimental. Zamorano. E.A.P. (Comunicación Personal).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El estudio técnico se realizó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), en el Centro de Evaluación de Alimentos (CEA), en el laboratorio de Microbiología y en el laboratorio de Biología de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. El estudio de mercado se efectuó en diferentes supermercados de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras.

3.2 MATERIALES E INSUMOS

3.2.1 Detalle de materiales empleados en el estudio de mercado

- 2 resmas de papel bond, tamaño carta.

3.2.2 Detalle de insumos utilizados en la elaboración del enlatado de champiñones

- 31 kilogramos de champiñones enteros.
- 346 gramos de sal.
- 2.6 kilogramos de agua purificada.
- 260 gramos de ácido cítrico.
- 54 latas, con sus respectivas tapas.

3.2.3 Detalle de materiales e insumos empleados en el análisis microbiológico

- 454 gramos de corazón de res.
- 45 gramos de pectona.
- 5 gramos de extracto de levadura.
- 10 gramos de cloruro de sodio (NaCl).
- 20 gramos de agar.
- 2 gramos de glucosa.
- 80 mililitros de Bacto Egg Yolk Enrichment.
- 2 litros de agua destilada.
- 1 set de tinción de Gram.

3.2.4 Especificación de materiales empleados en la evaluación sensorial

- 1 resma de Papel bond.
- 36 platos plásticos número 6.
- 1 caja de palillos de madera.
- 1 paquete de servilletas.

3.3 EQUIPOS Y UTENSILIOS

3.3.1 Equipo

- Enlatadora Vacuum/Gas/Multiflush Seamer, Dixie Canner, Modelo UVGMD-ALCC.
- Balanza OHAUS capacidad 5 libras.
- Procesador de alimentos, Robot Coupe, Modelo CL30.
- Escaldadora Vulcan-Hart, Modelo VEC10TW.
- Potenciómetro Orion Research, Modelo 701A/digital IONALYZER.
- Microscopio Simple, Reichert Scientific Instruments, Modelo BD294629.
- Cámara de Flujo de Aire, Labconco, Purifer class 11 biosafety cabinet, Modelo 36209.
- Incubadora Fisher 100 Series, Modelo 116D.
- Licuadora Rachedo, Modelo 807 04 0809.
- Estufa Whirlpool, Modelo 85237225 SS STOLLE B.
- Autoclave Sterilmatic Market Forge, Modelo 10622-D.
- Autoclave Bosch Universal, Modelo 648612.

3.3.2 Detalle de utensilios empleados en la elaboración del enlatado de champiñones

- 1 cuchillo de acero inoxidable.
- 1 tabla para cortar.
- 3 bandejas de aluminio.
- 12 matraces de 1000 mililitros.

3.3.3 Detalle de utensilios empleados en el análisis microbiológico

- 1 abre latas.
- 3 gradillas para tubos de vidrio.
- 24 platos Petri.
- 144 tubos de verificación.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Parcelas Subdividas, con arreglo de BCA, que permitió la elección de la mejor formulación, tratamiento o combinación de factores, que se consideraron influyentes en las cualidades y/o características de aceptación del producto por el mercado meta (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de tratamientos por parcelas subdividas por cada repetición (bloque)

Ácido Cítrico	Tipo de Presentación					
	Entero (C1)			Rodajas (C2)		
0.05% (A1)	Sal 0.3% (S1)	Sal 0.6% (S2)	Sal 1% (S3)	Sal 0.3% (S1)	Sal 0.6% (S2)	Sal 1% (S3)
0.1% (A2)	Sal 0.3% (S1)	Sal 0.6% (S2)	Sal 1% (S3)	Sal 0.3% (S1)	Sal 0.6% (S2)	Sal 1% (S3)

La parcela principal está constituida por los dos tipos de presentación (entero y en rodajas), las sub-parcelas son dos concentraciones de ácido cítrico (0.05% y 0.1%) y las sub-parcelas son tres concentraciones de sal (0.3%, 0.6% y 1%).

Se evaluaron doce tratamientos, usando 3 repeticiones (bloques) por tratamiento, para un total de 36 unidades experimentales. El Cuadro 4 resume la distribución de los mismos.

Cuadro 4. Resumen de codificación de tratamientos del estudio

Concentraciones de Ácido Cítrico	Concentraciones de Sal			Tipos de Presentación
	S1 (0.3%)	S2 (0.6%)	S3 (1.0%)	
A1 (0.05%)	A1S1C1	A1S2C1	A1S3C1	C1 (Entero)
	A1S1C2	A1S2C2	A1S3C2	C2 (Rodajas)
A2 (0.1%)	A2S1C1	A2S2C1	A2S3C1	C1 (Entero)
	A2S1C2	A2S2C2	A2S3C2	C2 (Rodajas)

Los resultados se analizaron en el Programa SAS®¹² por medio de un diseño estadístico de Parcelas Subdividas, con un arreglo de Bloques Completos al Azar (BCA); aplicándose un análisis de varianza (ANDEVA), separación de medias con Duncan y un nivel de significancia (α) de 0.05.

¹² SAS®: Statistical Analysis System.

3.4.1 Hipótesis

- Hipótesis nula (H0): Todos los tratamientos son iguales en el grado de aceptación sensorial.
- Hipótesis alterna (H1): Al menos uno de los tratamientos es distinto en el grado de aceptación sensorial.

3.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHAMPIÑONES ENLATADOS

Para obtener champiñones enlatados de buena calidad fue imprescindible procesarlos lo antes posible después de cosechados. Transcurridas 48 horas la velocidad de descomposición es muy alta.

El proceso de enlatado consistió en una serie de pasos que lograron un producto estéril, listo para el consumo y de alta calidad, descritos por el Programa de Información de Alimentos Procesados (2004).

En el Centro de Evaluación de Alimentos se preparó la salmuera, pesado de los ingredientes (sal y ácido cítrico) y su respectivo mezclado (agregándolos a un matraz para lograr una solución, con agua purificada, aforada a 1 litro).

3.5.1 Selección de Materia Prima

Se eliminaron los champiñones defectuosos, manchados, abiertos y/o rotos. Se igualó el corte del pie a 1 centímetro con un cuchillo de acero inoxidable. Fueron separados según tamaño.

3.5.2 Limpieza y Lavado

Se lavó y limpió el champiñón, eliminando la tierra y arena adherida con agua de buena calidad (libre de hierro y cobre).

3.5.3 Escaldado

Los champiñones fueron escaldados en una marmita con una solución de 20 litros de agua hirviendo a temperatura de 95-100°C por 4 a 8 minutos, 0.05% de ácido cítrico (como regulador del pH) y 1% de sal común. Posteriormente los champiñones se sumergieron en agua (aproximadamente a 15 °C).

3.5.4 Determinación del Tipo de Presentación

Los champiñones se clasificaron por tamaño, siendo entre 1.9 a 3.2 centímetros para enteros y el resto (entre 3.2 a 4.5 centímetros) para ser rebanados.

3.5.5 Dosificado y Cerrado

A cada lata se le agregó 300 gramos de champiñones y se le añadió la salmuera hasta la máxima capacidad de la lata.

3.5.6 Esterilizado

Por medio del autoclave se aplicó el tratamiento térmico, a una temperatura de 110 °C por un tiempo de 20 minutos. Inmediatamente se sacaron las latas y se enfriaron con agua a temperatura ambiente. El autoclave opera a una presión constante de 15 psi.

Para realizar la prueba de aceptación sensorial fue necesario aplicar otro tratamiento térmico (35 minutos), debido a los resultados obtenidos en el análisis microbiológico (anexo 7).

3.5.7 Almacenamiento

Estas latas fueron almacenadas por 30 días para asegurar su calidad antes de ser degustadas, para prevenir cualquier defecto en el sellado o en el tratamiento de las mismas.

3.6 VARIABLES EVALUADAS

3.6.1 Nivel de Aceptación

Fueron evaluados cada uno de los doce tratamientos mediante pruebas sensoriales de aceptación (ver Anexo 1), usando el Método Afectivo por Meilgaard *et. al* (1991). Se utilizó un panel sensorial no capacitado, constituidos por 12 personas, con el fin de identificar diferencias significativas en cuanto a variables de sabor, olor, textura y color. La escala hedónica empleada constó de 9 niveles (Cuadro 5).

Cuadro 5. Escala hedónica de aceptación

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Extremamente desagradable	Muy desagradable	Moderadamente desagradable	Un poco desagradable	Ni Agrada/ Ni desagradable	Un poco agradable	Moderadamente agradable	Muy agradable	Extremadamente agradable

3.6.2. Prueba Bacteriológica

Efectuadas con el propósito de comprobar la inocuidad del producto, antes de ser degustado. El microorganismo identificado como peligro potencial fue la bacteria *Clostridium botulinum* (presencia no tolerable), que causa la enfermedad del botulismo por medio de la ingesta de la toxina que ésta produce, define U.S. Food and Drug Administration (2004).

El método utilizado para la identificación de *Clostridium botulinum* está descrito por la U.S. Food and Drug Administration (1998) en el Manual Analítico Bacteriológico (Bacteriological Analytical Manual - BAM).

Se preparó un caldo de preenriquecimiento, para la recuperación de *C. botulinum* (con posibles lesiones subletales), a partir de una solución (con volumen de 1 litro) que contenía extracto de 454 gramos de corazón de res (como medio proteico), 20 gramos de peptona, 2 gramos de glucosa, 5 gramos de cloruro de sodio (NaCl) y el resto agua destilada.

El proceso consistió en colocar el corazón de res, previamente licuado, a hervir en un beaker con medio litro de agua durante una hora sobre la estufa. Cuando se enfrió este caldo se le ajustó el pH a 7 con la ayuda de un potenciómetro, solución 0.1N de HCl (para bajar el pH) y 0.1 N de NaOH (para subir el pH).

Nuevamente se colocó el caldo a hervir por 10 minutos más y se filtró con una manta limpia. La parte líquida que se obtuvo fue lo que se mezcló con el resto de los ingredientes. Esta mezcla se vertió en tubos, en porciones aproximadas de 10 mililitros cada uno. Finalmente se sometieron todos los tubos a esterilización por 15 minutos en el autoclave.

Al momento de inocular cada muestra, de 1 a 2 gramos de masa, debía calentarse por 10 a 15 minutos (para liberar oxígeno) y enfriarse rápidamente colocándola en el congelador (procurando no agitarla para no generar oxígeno).

El proceso de inoculación se realizó con todos los tratamientos previamente almacenados (cuarentena durante 30 días), realizándose 2 replicas por cada uno, siendo un total de 24 tubos por bloque (repetición del proceso de enlatado).

Luego de 5 días cada tubo (Anexo 2) fue analizado visualmente a través de un microscopio simple, con el fin de identificar bacterias con la forma característica de *Clostridium botulinum* (bacilos con una pequeña circunferencia inscrita, conocida como espora). Cada tubo que resultó sospechoso se le consideró como un posible cultivo puro de esta bacteria.

El método de comprobación empleado fue a partir de la elaboración del medio Anaerobic Egg Yolk Agar. Este medio está compuesto por la mezcla de 1 litro de una base de agar con 80 mililitros de un medio enriquecido a base de yema de huevo (Bacto Egg Yolk Enrichment 50%).

La base de agar contiene 5 gramos de extracto de levadura, 25 gramos de peptona, 5 gramos de cloruro de sodio, 20 gramos de agar y aforado hasta 1 litro de volumen con agua destilada.

Con este medio (Anaerobic Egg Yolk Agar) se prepararon 24 platos, los cuales se dejaron secar y se mantuvieron observados durante 24 horas. Lo anterior se realizó con el fin de asegurar que los platos no estuvieran contaminados al momento de sembrar el cultivo de la bacteria.

Estos platos fueron sembrados con 0.1 mililitros de un aislado del posible cultivo de *Clostridium botulinum* y se colocaron en incubación a 35°C por 48 horas, en condiciones anaeróbicas (ver Anexo 3), para permitir el crecimiento de las colonias de *Clostridium botulinum* (ver Anexo 4).

El aislado de cultivo fue preparado a partir de 1 mililitro de cada tubo considerado como posible cultivo puro de *Clostridium botulinum* (tratamiento sospechoso) y se mezcló con 1 mililitro de Etanol estéril y filtrado. Esto último se realizó con el propósito de eliminar cualquier célula viable y solo permitir la presencia de esporas. Esta mezcla se dejó reposar por una hora en un tubo de ensayo cubierto con papel aluminio.

3.6.3 Estudio de mercado

El modelo empleado en la obtención de datos es el bietápico, el cual consistió en la realización de una primera encuesta piloto que permitió calcular el número de encuestas definitivas a realizarse (segunda encuesta). Los datos se extrapolaron a la población total del mercado meta.

3.6.3.1 Investigación Concluyente. El cual se realizó mediante la investigación descriptiva, haciendo uso del diseño de sección transversal, considerando una muestra de la población en un punto en el tiempo.

La fuente de datos utilizada en el estudio fue:

- Formulación de preguntas a encuestados: mediante un modelo bietápico.
- Datos Secundarios: provenientes de fuentes internas y externas; dentro de la organización se recolectó datos de los costos de producción de champiñones enlatados, información técnica y de la cartera de cliente. Los datos externos obtenidos de páginas de internet, INE de Honduras, informes o publicaciones del mercado de champiñones en Tegucigalpa y precios de mercado.

Se realizaron encuestas en los supermercados Paiz de Miraflores, Paiz del Mall, La Colonia N° 2 (Col 15 de Septiembre) y La Colonia N° 5 (Colonia Kennedy) de Tegucigalpa. Primero, se aplicó una encuesta piloto de 75 encuestas, tomando en cuenta un grado de error de 5%.

Para determinar el tamaño de muestra de la encuesta final (Anexo 5) se utilizó la variable discreta, cuya fórmula es:

$$n = \frac{p * q * t^2}{e^2} \quad (1)$$

Donde :

$$q = 1 - p$$

e = error muestral

n = número de encuestas

p = proporción de personas que están dispuestos a comprar el producto.

q = proporción de personas que no están dispuestas a comprar el producto

t = nivel de confianza (95% = 1.96)

Para determinar la demanda potencial del mercado se tomó en cuenta la pregunta que determinó la cantidad semanal de unidades dispuestos a comprar, por parte del mercado meta (hogares no pobres en Tegucigalpa).

Las fórmulas empleadas fueron las siguientes:

$$Y_j = \frac{N \sum y_i}{n} \quad (2)$$

$$S'^2 = \frac{1}{N-1} * \left(\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \right) \quad (3)$$

$$S_y'^2 = (N) \left(\frac{S'^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N} \right) \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Donde:

Y_j = Cantidad demandada de unidades por semana.

$\sum y_i$ = sumatoria del número de unidades que comprarían por semana.

$\sum y_i^2$ = sumatoria de cada y_i al cuadrado

N = mercado meta

n = tamaño de la muestra poblacional.

S'^2 = varianza de la muestra.

$S_y'^2$ = variación de la cantidad demandada.

Fueron encuestadas personas de ambos géneros y de todas las edades desde los 15 años, ya que el producto está dirigido a este perfil de consumidor, procurando que ésta respondiera como miembro de la familia a la cual pertenece.

3.6.3.2 Mercado Meta. El segmento de mercado al que está dirigido el enlatado de champiñones es la población “no pobre” de la ciudad de Tegucigalpa (Cuadro 6). Esto se determinó a partir de las tendencias de consumo, al ser el champiñón enlatado un producto de lujo, regidas por el precio y poder adquisitivo.

Cuadro 6. Total de hogares y hogares “no pobres” en Honduras

DOMINIO	TOTAL HOGARES	HOGARES NO POBRES	
	Hogares	Hogares	%
Total en Honduras	1,258,299	447,209	36
Urbano (Honduras)	630,735	275,346	44
Tegucigalpa	201,870	88,342	44
San Pedro Sula	116,621	62,655	54
Ciudades medianas	109,358	57,499	53
Ciudades pequeñas	202,886	66,365	33
Rural	627,654	164,331	26

Fuente: INE (2002), Andrade (2003).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTUDIO DE MERCADO

4.1.1 Encuesta piloto

Al tomarse en cuenta un porcentaje de confianza del 95%, un error del 5% y el número de personas dispuestas a consumir el producto, que es el 83% del mercado meta (a partir de la pregunta más relevante), se determinó el número de encuestas definitivas (n) a realizarse en Tegucigalpa.

$$n = \frac{0.83 * 0.17 * 1.96^2}{0.05^2} = 217 \text{ encuestas (1)}$$

El número de encuestas definitivas (n) realizadas en Tegucigalpa fueron un total de 217 encuestas; cálculo efectuado según se observa en Formula 1.

4.1.2 Encuesta definitiva

Se realizaron 217 encuestas definitivas en distintos supermercados (Paiz de Plaza Miraflores, Paiz del Mall, La Colonia N° 2 y la Colonia N° 5) en Tegucigalpa, ubicados en zonas de hogares “no pobres”.

4.1.3 Determinación de la demanda potencial

El cálculo de la demanda potencial se realizó a partir de la pregunta que determinó el número de unidades (latas de 480 gramos cada una) semanales que el mercado meta está dispuesto a consumir.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas (2002), son 88,342 hogares en la categoría de “no pobres” en la ciudad de Tegucigalpa; por tanto, para el cálculo de la demanda potencial de unidades dispuestas a consumir por semana, se especificó en la pregunta de disposición de compra que se asumiera que ésta fuera a nivel familiar.

Se obtuvo que el 79.27% de los 88,342 hogares, equivalente a 70,029 hogares, están dispuestos a consumir el producto de enlatado de champiñones de Zamorano; igualmente, equivale a 172 personas de las 217 encuestadas.

Por medio de las fórmulas planteadas en materiales y métodos, se obtuvo la información a continuación.

$$Y_j = \frac{70,029 \times 80}{172} = 35,571.63 \text{ Latas/semana} \quad (2)$$

$$S^2 = \frac{1}{172-1} \times \left[274 - \frac{(80)^2}{172} \right] = 1.384740871 \quad (3)$$

$$S_y'^2 = 70,029 \times \sqrt{\frac{1.384740871}{172} \times \left(1 - \frac{172}{70,029} \right)} = 6,275.72 \text{ Latas/semana} \quad (4)$$

Los resultados de las fórmulas (Cuadro 7) empleadas determinan que la demanda potencial semanal de latas de champiñones es de 35,572 latas por semana (Fórmula 2), con una variación de $\pm 6,276$ unidades por semana (Fórmula 4).

Cuadro 7. Resumen de resultados de la demanda potencial y variación del estudio

Hogares “no pobres”	Varianza de la muestra	Variación de latas/semana	Demanda Potencial (latas/semana)
70,029	1.3847	6,276	35,572

4.1.4 Resultados de la encuesta

El 43.9% (96 personas) de las 217 personas encuestadas consumen champiñones enlatados, de las cuales el 100% están dispuestas a consumir el producto de Zamorano.

Del total de encuestados (217 personas), el 79.27% (172 personas) está dispuesto a consumir el enlatado de champiñones de Zamorano; mientras que el 20.73% (45 personas) no lo está.

4.1.4.1 Frecuencia de consumo de latas de champiñones. Conforme con la encuesta realizada a 217 personas, de las 96 personas el 33.33% consume el producto de forma ocasional. La información se encuentra más detallada en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Frecuencia de consumo de champiñones enlatados

Frecuencia	Número de personas	Porcentaje (%)
Diaria	2	1.85
Semanal	25	25.93
Quincenal	17	17.59
Mensual	20	21.30
Ocasional	32	33.33

4.1.4.2 Lugar de preferencia para comprar champiñones enlatados. El 99.07% de las personas que consumen champiñones enlatados (96 personas) prefieren adquirir el producto en supermercados; mientras que el 0.93% (1 persona) lo prefiere en clubes de bodega.

4.1.4.3 Presentación del champiñón. La presentación del champiñón enlatado puede ser entero o en rodajas, siendo el de mayor preferencia en rodajas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Tipo de presentación del champiñón

Tipo de Presentación	Número de Personas	Porcentaje (%)
Rodajas	28	28.70
Entero	68	71.30

4.1.4.4 Disponibilidad de pago. Con la información recopilada se espera determinar cuánto (en lempiras) está el consumidor dispuesto a pagar por una lata de champiñones (480 gramos). Los precios descritos en la encuesta fueron estimados sobre los costos de producción y conforme a la competencia. En el Cuadro 10 se detallan la información antes mencionada.

Cuadro 10. Disponibilidad de pago

Precio (Lempiras)	Número de personas	Porcentaje (%)
54 a 59	102	59.49
60 a 65	57	33.33
66 a 71	10	5.64
72 a 77	3	1.54

4.1.4.5 Género y edad. De acuerdo con lo recomendado, se trato de obtener un equilibrio entre las edades y géneros de las personas encuestadas. La información puede verse detallada en los Cuadros 11 y 12.

Cuadro 11. Género de las personas encuestadas

Género	Número de personas	Porcentaje (%)
Femenino	141	65.04
Masculino	76	34.96

Cuadro 12. Edad de las personas encuestadas

Edad (años)	Número de personas	Porcentaje (%)
15 a 20	8	3.66
21 a 30	58	26.83
31 a 40	73	33.74
> 41	76	34.96

4.1.5 Mezcla de Mercadeo

4.1.5.1 Producto. La preferencia de los consumidores fue por champiñones enteros. La presentación será en latas de 480 gramos de masa neta, siendo 300 gramos champiñones y el resto salmuera, que contendrá insertada una etiqueta con la información nutricional, ingredientes, peso, fecha y lugar de elaboración.

4.1.5.2 Precio. Será estimado a partir de los costos de producción. Conforme con la encuesta realizada en los distintos supermercados de Tegucigalpa el 59.49% prefirió, dentro de las cuatro opciones, el precio entre Lps.54.00 a Lps.59.00.

4.1.5.3 Plaza. Los establecimientos donde se comercializaría el enlatado de champiñones son los supermercados La Colonia N° 2, La Colonia N° 5, Paiz del Mall Multiplaza y Paiz de Miraflores, ya que se encuentran ubicados en las zonas donde recurren las personas “no pobres” de Tegucigalpa; además de ser los lugares donde están presentes los distintos productos de Zamorano.

4.1.5.4 Promoción. Se aprovechará el fuerte posicionamiento que Zamorano ha obtenido en el mercado de Tegucigalpa para ganar participación. Se empleará la ayuda de afiches que informen sobre el nuevo producto y sus cualidades. Igualmente será necesario familiarizar al consumidor por medio de la degustación del nuevo producto de Zamorano.

4.2 PRUEBAS SENSORIALES

4.2.1 Pruebas afectivas cuantitativas de aceptación

Los resultados obtenidos a partir del panel sensorial sobre las cualidades y atributos de los seis mejores tratamientos, preseleccionados entre las 12 formulaciones (el Cuadro 4 resume la codificación de las mismas), se ajustaron al modelo lineal (R^2) en un rango de 43.18% a 50.61% y el coeficiente de variación obtenido fue entre 22.74% y 30.9%.

Según el análisis de separación de medias Duncan, no se encontró diferencia significativa en color entre los seis tratamientos, con un α de 0.05. De igual forma los panelistas no demostraron preferencia significativa por el olor, sabor, textura y gusto entre los tratamientos A1S2C1 y A2S3C1 (tratamientos con mayor promedio en la mayoría de las características evaluadas).

En la variable olor se diferenciaron los tratamientos A2S3C1 y A2S3C2, en la variable sabor los tratamientos A2S3C1 y A2S1C1. En cuanto a textura, los tratamientos que se diferenciaron de A2S1C1 fueron el A2S3C1 y A1S2C1; igualmente en aceptación general hubo diferencia significativa entre los tratamientos A2S3C1 y A2S1C1.

Cuadro 13. Promedio de aceptación de las cinco características evaluadas sensorialmente en el enlatado de champiñones¹

Tratamientos	Características				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación General
A2S3C1	5.91 ^a	6.28 ^a	6.47 ^a	6.75 ^a	6.67 ^a
A1S2C1	5.72 ^a	6.00 ^{ab}	6.03 ^{ab}	6.72 ^a	6.44 ^{ab}
A2S1C2	5.22 ^a	5.69 ^{ab}	5.97 ^{ab}	6.22 ^{ab}	6.00 ^{abc}
A1S2C2	5.19 ^a	5.58 ^{ab}	5.81 ^{ab}	6.39 ^{ab}	6.00 ^{abc}
A2S3C2	5.14 ^a	5.33 ^b	5.39 ^{bc}	6.08 ^{ab}	5.75 ^{bc}
A2S1C1	5.75 ^a	5.81 ^{ab}	4.78 ^c	5.75 ^b	5.50 ^c

¹Por columna, los promedios con diferente letra son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

De acuerdo con el Cuadro 13, el tipo de corte preferido fue el entero, por reflejar promedios más altos en todas las variables evaluadas, ubicándose dentro de la escala hedónica en el valor 6. Esto quiere decir que para los panelistas el producto fue poco agradable.

Las concentraciones de sal preferidas, de acuerdo con la escala hedónica, fueron la 0.6% y 1%, por ubicarse en el valor 6 (rango de 6.028 a 6.472 en la característica de sabor) perteneciente a la categoría de poco agradable. En cuanto a la concentración de ácido cítrico, no se encontró diferencia estadística en la preferencia de los panelistas.

En aceptación general y en la mayoría de las otras variables evaluadas los dos tratamientos con los promedios más altos son el A1S2C1 y el A2S3C1. Por la razón mencionada anteriormente, se eligió el tratamiento A1S2C1 (champiñones enteros con 0.6% de sal y 0.05% de ácido cítrico) por ser el de menor costo incremental de empaque e insumos.

4.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Todas las muestras del primer bloque (repetición del proceso de enlatado) presentaron un sinnúmero de bacterias bacilos con una pequeña circunferencia inscrita (espora), características muy semejantes a la bacteria de *Clostridium botulinum* (Anexo 6). Por esta razón no fue necesario seguir analizando los otros dos bloques que se habían elaborado.

Al existir la probabilidad que el microorganismo observado fuera *Clostridium botulinum*, se realizó una prueba de comprobación. Ésta reflejó la presencia del mismo al observarse el crecimiento del cultivo, en condiciones anaeróbicas, como colonias amarillo brillante con un halo blanco alrededor.

La presencia de este microorganismo en las muestras se debió a un incorrecto tiempo de esterilización (20 minutos) a 115°C. Este tratamiento térmico debió ser, a la misma temperatura, al menos de 30.35 minutos (Anexo 7); tomando como base una concentración mínima de sal al 0.3% y un pH de 6.0¹³.

¹³ Dominguez, W. 2005. Esterilización del enlatado de champiñones. Zamorano. E.A.P. (Comunicación Personal)

4.4 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL ENLATADO DE CHAMPIÑONES

Primero se pesa el 0.05% de ácido cítrico y el 1% de sal, para colocarse en la escaldadora (marmita). Luego se pesa la sal y el ácido cítrico para preparar la salmuera (Figura 3).

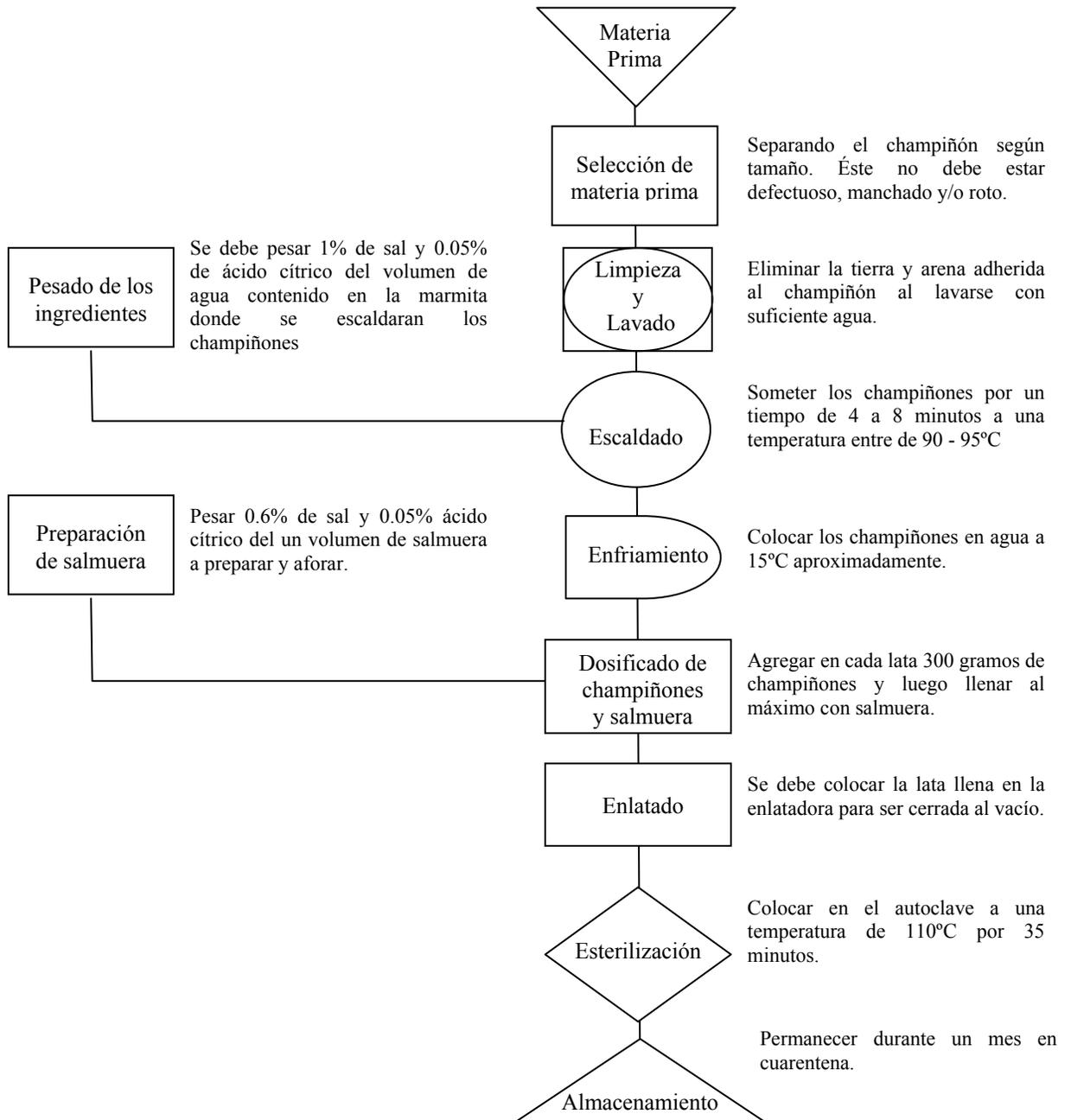


Figura 3. Flujo de proceso de champiñones enlatados

4.4.1 Selección de Materia Prima

El tamaño del carpóforo del champiñón no debe ser mayor a 8 centímetros o menor a 2.5 centímetros (cm). El pie no debe ser mayor a un centímetro. Se deberá desechar champiñones defectuosos, manchados, abiertos y/o rotos.

4.4.2 Limpieza y Lavado

Eliminar la tierra y arena adherida al champiñón por medio de un buen lavado con abundante agua de calidad.

4.4.3 Escaldado

Sumergir los champiñones por 4 a 8 minutos en la solución de agua, con sal al 1% y ácido cítrico al 0.05%, a una temperatura entre 95 a 100°C.

4.4.4 Enfriamiento

Debiendo colocarse los champiñones en agua a 15°C aproximadamente, para enfriarse inmediatamente después del escaldado.

4.4.5 Dosificación de Champiñones y Salmuera

En cada lata se deberá agregar 300 gramos de champiñones enteros y luego llenar con salmuera hasta tope de la lata.

4.4.6 Enlatado

El cerrado de la lata se realiza colocándola dentro de la cámara de la máquina enlatadora, la cual le aplica vacío a una presión de 29 Hg.

4.4.7 Esterilización

Las latas ya cerradas se someterán a una temperatura de 110°C por un tiempo mínimo de 30.35 minutos dentro del autoclave (Anexo 7).

4.4.8 Almacenamiento

Deberá ser un mínimo de 30 días para mantener bajo observación cada lote de latas producidas, para así evitar la comercialización de producto en mal estado.

4.5 ESTUDIO ECONÓMICO

4.5.1 Costo incremental de insumos y empaque

4.5.1.1 Costo incremental de insumos. Para la elaboración del enlatado de champiñones de Zamorano fueron necesarios los insumos señalados en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Costo incremental de insumos empleados

Insumos	Unidad	Costo Unitario (Lempiras)	Cant. para lata de 480 gramos	Costo por lata (Lempiras)
Champiñones	Libras	40.00	0.777	30.80
Sal	Gramos	0.0032	19.0909	0.0610
Ácido Cítrico	Gramos	0.065	1.4545	0.0945
Costo Total				30.955

Fuente: Bodega de Suministros Zamorano, 2004.

El costo por una lata (conteniendo 480 gramos) de acuerdo con los insumos de producción empleados es de Lps. 30.96 (valor que equivale a US\$ 1.64¹⁴).

4.5.1.2 Costo incremental de empaque. El costo de cada lata¹⁵ empleada para la elaboración del producto es de US\$ 1.09, según cotización proporcionada por Freund Container (2005), que equivale aproximadamente a L. 20.15.

4.5.2 Resumen del costo incremental

El resumen del costo incremental (Cuadro 15) para producir una lata de champiñones enteros, con 0.6% de sal y 0.05% de ácido cítrico, es de Lps. 51.11¹⁴(US\$ 2.71).

Cuadro 15. Resumen del costo incremental

Descripción	Costo por enlatado de 480 gramos (Lempiras)
Materiales e Insumos	30.96
Empaque	20.15
Total	51.11

¹⁴ Tasa de cambio estimada: L. 18.50 por un dólar.

¹⁵ Lata: Cubierta interna de enamel, capacidad de 19 onzas, dimensiones de 3-7/16" x 4-9/16".

5. CONCLUSIONES

- El champiñón enlatado es un producto consumido por un 43.9% de las personas encuestadas en la ciudad de Tegucigalpa.
- Dentro de la población “no pobre” de Tegucigalpa, el 79.27% del total encuestados y el 100% de las personas que consumen champiñones enlatados, estarían dispuestas a comprar el producto.
- La formulación más aceptada por el panel sensorial y la de menor costo monetario fue la presentación de champiñones enteros con 0.6% de sal y 0.05% de ácido cítrico.
- El tiempo adecuado de esterilización del producto fue de 35 minutos a una temperatura de 110°C.
- El costo incremental de insumos y empaque por una lata (480 gramos) de champiñones fue Lps. 51.11 (US\$ 2.71).

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de mercado para determinar el tamaño y forma de la lata preferido por el consumidor, para considerar futuras inversiones en acoples para la enlatadora.
- Realizar un estudio económico y financiero, para determinar si es factible producir una lata (480 gramos) de champiñones.
- Diseñar y elaborar un plan promocional para el enlatado de champiñones de Zamorano.

7. BIBLIOGRAFÍA

Andrade. 2003. Estudio de Factibilidad para el Desarrollo de Galletas con miel. Tesis Lic. Ing. Agr. San Antonio de Oriente, HN, Escuela Agrícola Panamericana. 69p.

Castillo, J. 1997. Las tinciones (en línea). Consultado el 20 de sept. de 2005. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/tinciones/tinciones.shtml>

Davis. 2004. Hongo: Champiñón (en línea). Consultado el 17 de jul. de 2004. Disponible en: <http://www.fulltec.cl/udavis/Hongos.shtml.htm>

Fernández, M. 2004. Cultivo Comercial del Champiñón (en línea). Consultado el 10 de jul. de 2004. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/champi/champi8.htm#5>.

Freund Container. 2005. Open top cans and lids (en línea). Consultado el 20 de sept. de 2005. Disponible en: <http://www.freundcontainer.com/catalog.asp?category=255>

Infoagro. 2004. El Champiñón (en línea). Consultado el 19 de jun. de 2004. Disponible en: <http://www.infoagro.com/forestales/champinyon.asp>.

Instituto Nacional de Estadística. 2002. Población de Honduras (en línea). Consultado el 29 de jun. de 2005. Disponible en: <http://www.ine-hn.org/>

Malhota, N. 2004. Investigación de Mercados: Definición de Investigación de Mercados. 4 ed. MX, Pearson Educación. 713p.

Meilgaard *et. al.* 1991. Sensory Evaluation Techniques. 2 ed. US, CRC Press. 354 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2001. Sistema de Inteligencia de Mercados: Setas y Hongos. Bogotá, CO, Corporación Colombia Internacional. 6p.

Navas, S. 2001. Producción de semilla de champiñón (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) inoculada en cuatro medios de cultivo. Tesis Lic. Ing. Agr. San Antonio de Oriente, HN, Escuela Agrícola Panamericana. 37p.

Pak, N. 2000. Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile (en línea). Consultado el 15 de ago. de 2005. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222000000100014&script=sci_arttext&tlng=es

Plan de Desarrollo de República del Ecuador. 2004. Industrialización de hongo comestible (en línea). Consultado el 14 de ago. de 2004. Disponible en: <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea60s/ch20.htm>

Programa de Información de Alimentos Procesados. 2004. Alimentos y Salud (en línea). Consultado el 20 de jul. de 2004. Disponible en: <http://www.acta.org.co/piap/alimento/revista4.htm#enlatado>

U.S. Food and Drug Administration. 2004. Approximate pH of Foods and Food products (en línea). Consultado el 10 de jul. de 2005. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/lacfp-hs.html>

U.S. Food and Drug Administration. 1998. Bacteriological Analytical Manual (en línea). Consultado el 10 de jul. De 2005. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>

Vedder. 1978. Cultivo Moderno del Champiñón. Madrid, ES, Imprenta Mundi-Prensa. 369p

8. ANEXOS

Anexo 1. Formato del análisis sensorial para la prueba de aceptación

Evalúe los siguientes parámetros en cada muestra, utilizando la siguiente escala hedónica de nueve puntos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Extremadamente Agradable	Muy Agradable	Moderadamente Agradable	Un poco Agradable	Ni Agrada/Ni desagrada	Un poco desagradable	Moderadamente desagradable	Muy desagradable	Extremadamente desagradable

Nota: Encierre en un círculo su respuesta.

Muestra número _____

Color	1	2	3	4	5	6	7
Olor	1	2	3	4	5	6	7
Sabor	1	2	3	4	5	6	7
Textura	1	2	3	4	5	6	7
Aceptación general	1	2	3	4	5	6	7
Comentario:							

Anexo 2. Tubo con medio, a base de caldo de corazón de res, inoculado con muestra de champiñón enlatado



Anexo 3. Set de GasPack para crear condiciones anaeróbicas

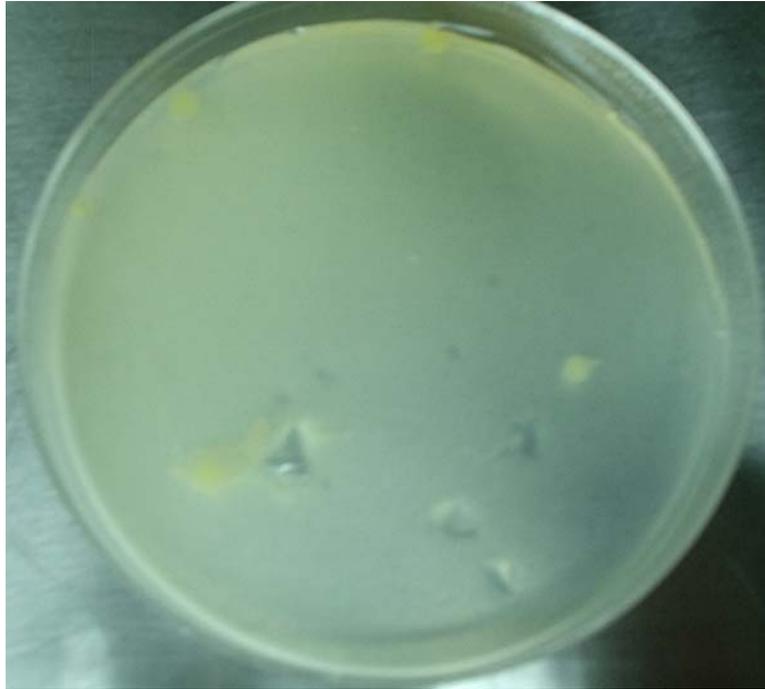


GasPack Plus



Cámara para crear condiciones anaeróbicas.

Anexo 4. Colonias de *Clostridium botulinum* en medio Anaerobic Egg Yolk Agar (48 horas después de la siembra)



Anexo 5. Encuesta FinalENCUESTA DE ENLATADO DE CHAMPIÑONES
ZAMORANO

1. ¿Consumes usted champiñones enlatados?
Si _____ No _____ ¿Por qué? _____
Nota: en caso de ser no: pasar a la pregunta 6.

2. ¿Con qué frecuencia consume usted champiñones enlatados?
Diario _____ Semanal _____ Quincenal _____ Mensual _____ Ocasional _____

3. ¿En que cantidad consume usted el producto? (Latas de 480 gramos).
1 lata _____ 2 latas _____ 3 latas _____ 4 latas _____ 5 latas _____
>5 latas _____ ¿Cuántas? _____

4. ¿Dónde compra usted el producto?
Supermercados _____ Club de bodega _____ Tiendas de conveniencia _____

5. ¿Cómo prefiere el champiñón enlatado?
Entero _____ Rodajas _____

6. ¿Estaría dispuesto a consumir champiñones enlatados de Zamorano?
Si _____ No _____ ¿Por qué? _____

7. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar por un enlatado de champiñones de zamorano? (para una lata de 480 gramos)
54-59 _____ 60-65 _____ 66-71 _____ 72-77 _____

8. Género
F _____ M _____

9. Edad (años)
15-20 _____ 21-30 _____ 31-40 _____ >41 _____

10. ¿En qué rango está su nivel de ingreso?
<1800 Lps. _____ 1801-3600 Lps. _____
3601-5400 Lps. _____ 5401-7200 Lps. _____ > 7201 Lps. _____

Anexo 6. Comparación entre una imagen original de *Clostridium botulinum* y la foto de los microorganismos (bacilos) observados

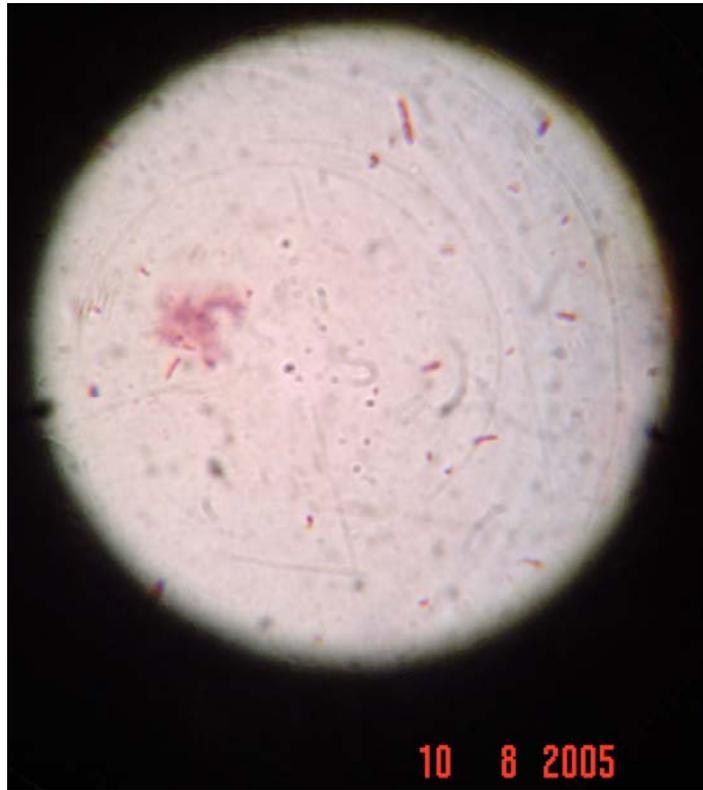
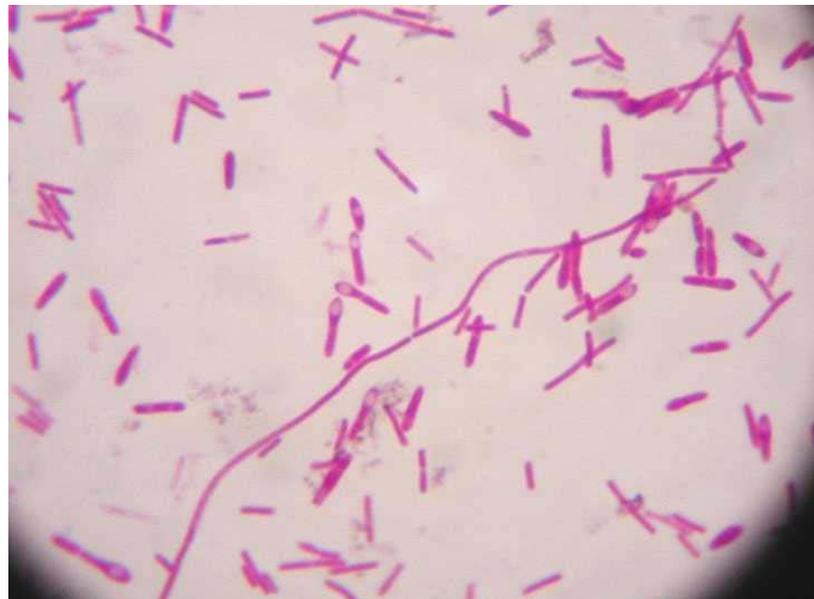


Foto tomada en el Laboratorio de Biología (Zamorano)



Fuente: <http://er1.org/docs/photos/Botulinum/Clostridium%20botulinum%20spores.jpg>

Anexo 7. Cálculo para determinar el tiempo en minutos para el tratamiento térmico, con la ayuda de Pathogen Modeling Program

Asumiendo un pH de 6.0 y la concentración mínima de NaCl (0.3%), se encontró en Pathogen Modeling Program los valores:

Valor $D_1 = 7.26$ minutos, correspondiente a una temperatura (T_1) = 90°C.

Valor $D_2 = 31.11$ minutos, a una temperatura (T_2) = 80°C.

El valor que se estaba buscando era Valor D_3 a una temperatura (T_3) de 110°C.

La fórmula de para encontrar el valor de Z es:

$$Z = \left| \frac{T_1 - T_2}{\text{Log}D_2 - \text{Log}D_1} \right|$$

$$Z = \left| \frac{90 - 80}{\text{Log}31.11 - \text{Log}7.26} \right| = \left| \frac{10}{0.63196339} \right|$$

$$Z = 15.8237 \text{ °C}$$

Luego, con la fórmula de Z se despejó para D_3 .

$$15.8237 = \left| \frac{90 - 110}{\text{Log}D_3 - \text{Log}7.26} \right|$$

$$\text{Log}D_3 - \text{Log}7.26 = \left| \frac{-20}{15.8237} \right|$$

$$\text{Log}D_3 = \left| -0.4029 \right|$$

$$D_{110^\circ\text{C}} = 2.53 \text{ minutos.}$$

El tratamiento térmico recomendado para productos enlatados es 12D; por tanto, este debe ser como mínimo 30.35 minutos (2.53×12) a 110°C.