

**Desarrollo de una pasta untable a base de  
champiñones (*Agaricus bisporus*) en la  
Escuela Agrícola Panamericana**

María Elizabeth Bucheli Armijos

**Honduras**  
Diciembre, 2005

# **Desarrollo de una pasta untable a base de champiñones (*Agaricus bisporus*) en la Escuela Agrícola Panamericana**

Proyecto especial presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniera Agroindustrial  
en el grado académico de Licenciatura

Presentado por

María Elizabeth Bucheli Armijos

**Honduras**  
Diciembre, 2005

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

---

María Elizabeth Bucheli Armijos

**Honduras**  
Diciembre, 2005

**Desarrollo de una pasta untable a base de champiñones  
(*Agaricus bisporus*) en la Escuela Agrícola Panamericana**

Presentado por

María Elizabeth Bucheli Armijos

**Aprobado:**

---

Julio R. López, M.Sc.  
Asesor principal

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Director  
Carrera de Agroindustria

---

Wilfredo Domínguez, M.Sc.  
Asesor

---

George Pilz, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A Dios que siempre me acompaña y me da fuerza.

A mi padre por todos sus consejos y confianza.

A mi madre por amor y preocupación

A mis hermanas que con su amor y confianza me ayudaron a seguir en la lucha.

A Paola por su compañía y ánimo en los años de Zamorano.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiar mis pasos y mantenerme con fe.

A mi madre Eugenia Armijos por su constante preocupación y amor para que siga adelante.

A mi padre Joe Bucheli por sus consejos de nunca desistir de un objetivo.

A mis asesores el Ing. Julio López y el Ing. Wilfredo Domínguez por su tiempo y apoyo para el desarrollo de la tesis.

Al grupo que conformó el panel sensorial por su tiempo y recomendaciones.

A Indira Villanueva por su ayuda durante la elaboración del estudio técnico.

A Paola Arteta y Carla Iñiguez, por su compañía.

A Dulce Thomas y Albita Ruiz por su preocupación y consejos.

A Diana Castillo por su amistad incondicional desde el primer año en esta institución.

A Víctor Naranjo por su ayuda, compañía y tiempo.

A los docentes, staff y trabajadores de la carrera de Agroindustria por sus conocimientos y ayuda brindada.

## RESUMEN

Bucheli, E. 2005. Desarrollo de una pasta untable a base de champiñones (*Agaricus bisporus*) en la Escuela Agrícola Panamericana. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería Agroindustrial, Zamorano, Honduras. 32p.

Los champiñones han sido consumidos por el hombre desde tiempos remotos. La saturación del mercado de champiñones frescos ha obligado a la búsqueda de nuevas alternativas de comercialización. El objetivo de este estudio fue desarrollar una pasta untable a base de champiñones. El estudio se realizó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), en el Centro de Evaluación de Alimentos y en el Laboratorio de Microbiología, de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. La pasta untable se caracterizó, química, física y microbiológicamente. La pasta fue evaluada por un panel sensorial no capacitado mediante una prueba de aceptación. La formulación final contiene 92.9% de champiñones, 2.5% de aceite, 2.5% de vinagre, 2% de especias y 0.1% de benzoato de sodio como preservante. El análisis químico demostró que la pasta contiene 85.16 % de humedad, 4.16% de carbohidratos, 3.78% de proteína, 2.66% de extracto etéreo, 2.09% de fibra cruda, y 1.57% cenizas. Físicamente la pasta es un fluido semisólido no Newtoniano plástico de Bingham. Los recuentos microbiológicos no mostraron carga microbiana a la cuarta semana, se asume entonces que la pasta untable tiene una vida de anaquel de al menos un mes. La aceptación general promedio de la pasta con menos costo se ubica en el rango de gusto moderado (6.53/9). El costo promedio de la pasta untable fue de L 56.85 (\$ 3.00). Se recomienda realizar un estudio de mercado y observar la factibilidad y viabilidad en el lanzamiento del producto.

**Palabras claves:** análisis químico, fluido, formulación.

---

Julio R. López, M.Sc.  
Asesor Principal

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos .....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros .....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo General .....	2
1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
1.3 LIMITES Y LIMITANTES .....	3
1.3.1 Limites.....	3
1.3.2 Limitantes.....	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS .....	4
2.2 DEFINICIÓN DE CHAMPIÑÓN.....	5
2.3 CLASIFICACIÓN DE HONGOS.....	5
2.3.1 Hongos comestibles de cultivo:.....	5
2.3.1.1 Hongos frescos .....	5
2.3.1.2 Hongos secos.....	5
2.3.2 Morfología del champiñón .....	5
2.3.3 Producción de champiñón a nivel mundial .....	6
2.4 PRODUCTOS UNTABLES O SPREADS .....	7
2.4.1 Productos preparados o semipreparados .....	7
2.5 EVALUACIÓN SENSORIAL.....	7
2.5.1 Prueba de aceptación .....	7
2.5.2 Escala hedónica.....	8
2.6 ANALISIS DE COLOR.....	8
2.6.1 Colorímetros.....	8
2.6.2 Modos de color.....	8
2.6.2.1 Modo Color L a b .....	9
2.7 REOLOGÍA.....	9

2.7.1	Viscosidad .....	9
2.1.2	Fluido.....	10
2.1.2.1	Fluidos Newtonianos .....	10
2.1.2.2	Fluidos no newtonianos.....	10
2.1.2.3	Fluidos Viscoelásticos .....	11
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
3.1	UBICACIÓN .....	12
3.2	MATERIALES.....	12
3.3	EQUIPOS .....	13
3.4	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
3.5	MÉTODOS.....	13
3.5.1	Análisis preliminar .....	13
3.5.2	Elaboración de la pasta untable a base de Champiñones .....	14
3.5.3	Formulación de pasta untable a base de champiñones .....	16
3.5.4	Elaboración de pasta untable .....	16
3.5.5	Evaluación sensorial de la pasta untable a base de champiñones .....	16
3.5.6	Caracterización del producto.....	17
3.5.7	Caracterización microbiológica de la pasta untable a base de champiñones ....	18
3.5.8	Análisis Estadístico .....	18
3.5.9	Análisis de costos variables.....	18
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>19</b>
4.1	FLUJO DE PROCESO PROPUESTO .....	19
4.2	FORMULACIÓN DEL PRODUCTO .....	20
4.3	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	21
4.4	ANÁLISIS DE COSTOS .....	22
4.5	CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO .....	23
4.5.1	Análisis químico proximal .....	23
4.5.2	Análisis físicos.....	24
4.5.3	Análisis de viscosidad. ....	25
4.5.4	Análisis microbiológico.....	26
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>27</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>28</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>29</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Composición del champiñón .....	6
2.	Resumen de tratamientos en el análisis preliminar .....	14
3.	Arreglo factorial de tratamientos.....	14
4.	Análisis realizados para la caracterización de la pasta untable a base de champiñones. (Tratamiento con menor costo) .....	17
5.	Límite microbiológico para productos preparados y semi-preparados. ....	18
6.	Formulación final de pasta untable a base de champiñones.....	21
7.	Análisis sensorial.....	21
8.	Costo tratamiento V1A1 (vinagre 2.5% y ácido 2.5%) 400g.....	22
9.	Costo tratamiento V2A1 (vinagre 5% y ácido 2.5%) 400g.....	22
10.	Costo tratamiento V1A2 (vinagre 2.5% y ácido 5%) 400g.....	23
11.	Costo tratamiento V2A2 (vinagre 5% y ácido 5%) 400g.....	23
12.	Composición química de la pasta untable a base de champiñones (100 g).....	24
13.	Análisis de color .....	24
14.	Cambios en la carga microbiológica durante el almacenamiento. ....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura

1.	Canales de color L a b. ....	9
2.	Curvas de fluidez y viscosidad para un fluido plástico. ....	10
3.	Flujo de proceso propuesto para pasta untable a base de champiñones a nivel piloto. ....	15
4.	Análisis de viscosidad de la pasta untable a base de champiñones. ....	25

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato para evaluación sensorial. ....	33
--	----

# 1. INTRODUCCIÓN

Los hongos son microorganismos filamentosos que se encuentran distribuidos en todos los habitats vegetales naturales y contribuyen notablemente, junto a las bacterias, a la mineralización y ciclaje de la materia de los ecosistemas. Desde tiempos remotos el hombre ha utilizado los hongos como alimento. Algunos de estos han sido considerados delicadezas gastronómicas cuando se consume entre los ingredientes principales de un nutritivo menú, o simplemente como elementos complementarios. En ciertos países centroamericanos los hongos o callapas tienen importancia étnica, porque constituyen un alimento estimado por los indígenas. En general, los campesinos consumen hongos en regiones donde se desarrollan en abundancia, principalmente en los bosques húmedos de las regiones templadas, cuyos constituyentes más frecuente son las fagáceas y coníferas las cuales permiten la presencia de especies de hongo. Se puede asegurar que hay hongos comestibles en casi todas las regiones de la tierra (Ciampi, 2001).

Según Alexopoulos y Mims (1985) los hongos se dividen en tres clases: *Basidiomycetes*, *Ascomycetes* y *Phycomycetes*. Los *Basidiomycetes*, subclase *Holobasidiomycetidae*, orden *Agaricales*, familia *Agaricaceae*, género *Agaricus*, de la especie *bisporus* son los hongos que se cultiva en mayor cantidad en el mundo y a los cuales pertenecen los champiñones, hongos comestibles.

Según Zamora (2005), los champiñones son un alimento muy interesante, además de su alto contenido de agua (73 - 92%), contienen sustancias que colaboran con una buena digestión por la presencia de micocelulosa, quitina, vitaminas como riboflavina, niacina y ácido fólico; minerales como sodio, potasio, hierro, zinc, cobre, fosfatos, azufre, magnesio, manganeso y aminoácidos esenciales. Posee cantidades bajas de proteínas, carbohidratos y grasas, otros elementos y trazas, tiene un bajo contenido calórico (20 -34 kcal/100g).

El cultivo de champiñones nació en Francia, por casualidad. En 1965 cultivadores de melón, descubrieron que los champiñones se desarrollaban sobre compost usado, procedente de las camas calientes de los cultivos de melones (Vender, 1965).

En Zamorano la producción de champiñones inicio en la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI), en el año 1997, al construirse una cámara<sup>1</sup> de 42m<sup>2</sup>. Debido al incremento en la demanda de champiñones, la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI) en el 2003 incorporó dos cámaras adicionales de 32m<sup>2</sup> c/u.

---

<sup>1</sup> Miselem, J (2005) Comunicación personal

## **1. 1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Desarrollar una pasta untable a base de champiñones (*Agaricus bisporus*) en la Escuela Agrícola Panamericana.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un flujo de proceso para pasta untable a base de champiñones a nivel piloto.
- Evaluar 2 niveles de aceite y 2 niveles de vinagre para la pasta untable a base de champiñones.
- Determinar el grado de aceptabilidad de las formulaciones para pasta untable a base de champiñones.
- Analizar las propiedades físicas y químicas de la formulación con mayor grado de aceptación.
- Determinar la calidad microbiológica de la formulación con mayor grado de aceptación.

## **1.2 LÍMITES Y LIMITANTES DEL ESTUDIO**

### **1.2.1 Límites.**

- Desarrollar una formulación de pasta untable a base de champiñones.
- Desarrollar el flujo de proceso para la pasta untable a base de champiñones a nivel piloto.
- Caracterizar química y físicamente la pasta untable a base de champiñones mediante un análisis proximal, viscosidad y color.
- Determinar presencia de coliformes, aerobios totales, hongos y levaduras.
- Determinar el nivel de aceptación del producto con un panel sensorial no capacitado

### **1.2.2 Limitantes.**

- En el mercado de Tegucigalpa no hay un producto con similares características, para realizar un estudio comparativo y de mercado.
- La producción de champiñones en Zamorano disminuyó durante el desarrollo del estudio.
- El presupuesto para el estudio fue limitado.
- Duración del estudio.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS**

Según Giraldo (2000), una compañía debe ser eficiente al desarrollar sus nuevos productos y también debe ser eficiente al gerenciarlos en las fases de cambio de gustos, tecnología y competencia. Los nuevos productos se entienden como productos originales, mejorados, modificaciones en productos y nuevas marcas.

Para el desarrollo de nuevos productos es necesario iniciar con la generación de ideas, que promuevan la investigación y desarrollo de productos basados en nuevas tecnologías, la investigación aplicada que busca aplicaciones útiles y el desarrollo de productos que convierte las aplicaciones en productos útiles (Giraldo, 2000).

El desarrollo de prototipo de un producto debe ofrecer seguridad al consumidor, para el desarrollo de productos alimenticios se evalúan las características de desempeño evidentes para el consumidor.

La selección del grupo focal de los clientes potenciales evalúa las alternativas de las estrategias y determinar como se debe ajustar el producto a la mezcla de mercado para obtener un nuevo producto, definirlo según las pruebas de laboratorio, de aplicación, evaluarlo sensorialmente y finalmente realizar pruebas de mercado (López, 2005).

En el mercado existen conservas de champiñones, el desarrollo de una pasta untable a base de champiñones se puede relacionar con productos como:

- Champiñones con especias están constituidos por agua o jugo de cocción, sazonados con especias.
- Champiñones con aceites vegetales que son previamente tratados con vinagre, al que puede añadirse especias y aromatizantes, envasados, empleando aceite vegetal comestible como líquido y con adición de especias, de ácido cítrico, acético, tartárico, málico y láctico (Vendder, 1965).

## 2.2 DEFINICIÓN DE CHAMPIÑÓN

Setas o champiñones, a los que especialistas llaman “carpóforo”, corresponden a micelio fúngico organizado en donde se encuentran las estructuras reproductivas, microscópicas de los hongos. Los champiñones comerciales que crecen bajo los árboles y aquellos que se venden en mercados libres, representan los cuerpos fructíferos de numerosas especies de hongos comestibles (Ciampi, 2001).

Según la definición del Codex (1995), los hongos comestibles, se entiende el cuerpo fructífero de acotiledóneas (*Basidiomicetas*, *Himenomicetas*, *Gasteromicetas*) silvestres o de cultivo y frescos, desecados o conservados que se emplean en alimentación humana.

## 2.3 CLASIFICACIÓN DE HONGOS

### 2.3.1 Hongos comestibles de cultivo:

Corresponde generalmente al género *Agaricus bysopus*. Comercialmente se conocen como Champiñones. De acuerdo al contenido acuoso se clasifican en:

#### 2.3.1.1 Hongos frescos

Con esta denominación se entienden las unidades escogidas y clasificadas (por personal capacitado a juicio de la autoridad sanitaria competente) como comestible y que se exponen a la venta (envasados o no) lo antes posible después de su recolección y limpieza (sin lavado) (Codex, 1995).

#### 2.3.1.2 Hongos secos

Con esta denominación se entienden los productos obtenidos por deshidratación adecuada o por liofilización de hongos comestibles (silvestres o de cultivo) envasados en recipientes bromatológicamente aptos (Codex, 1995).

### 2.3.2 Morfología del champiñón

**Carpóforo ó sombrero:** Es la parte más carnosa del hongo; tiene forma redondeada, globosa, semejante a la forma de un paraguas; su tamaño es mayor o menor según la edad del hongo; puede alcanzar hasta unos 15 cm de diámetro, pero desde el punto de vista comercial no interesa que llegue a tener este tamaño (Infoagro, 2005).

**Estipe ó pie:** Es la parte del hongo que sirve de soporte al sombrero; tiene forma cilíndrica, es liso, blanco y por su parte inferior está unido al micelio o filamentos del hongo que crecen en el sustrato (Infoagro, 2005).

**Himenio:** Está situado en la parte inferior del sombrero y está formado por numerosas laminillas, dispuestas a manera de radios, que van desde el pie hasta el borde externo del sombrero. El color de las laminillas es rosado al principio y después se vuelve pardo e incluso negro. Cuando el hongo es pequeño el himenio está protegido por una fina membrana llamada velo, que está unida al sombrero y al pie. Cuando el champiñón alcanza su completo desarrollo, este velo se rompe y sólo queda de él un pequeño trozo unido al pie, llamado anillo.

Entre las laminillas se encuentran millones de esporas, que cuando germinan dan lugar a unos hilillos o filamentos, que constituyen el micelio o "blanco" del champiñón (Infoagro, 2005).

Cuadro 1. Composición del champiñón

<b>Nutriente</b>	<b>Porcentaje</b>
Agua	90.0
Proteína	3.5
Grasa	0.3
Hidratos de carbono	4.0
Minerales	1.0

Fuente: Vedder (1965).

### 2.3.3 Producción de champiñón a nivel mundial

La producción de champiñones es la más importante de La Rioja España, tras el vino. Su aportación a la economía regional se cifra en 64 millones de euros. La Comunidad Autónoma produce el 51% del total registrado en España y el 3,5% de la producción mundial. Las once fábricas de la zona ocupan a 300 trabajadores (Logroño, 2005).

Según Reuna (2005), los *Agaricus bisporus* o champiñón comprenden más de la mitad de la producción mundial de hongos comestibles, las setas especiales han aumentado su popularidad en los últimos años. Por ejemplo, el *Pleurotus* ocupa un lugar importante en la lista de las 37 especies de hongos más utilizados en la medicina tradicional de Mesoamérica y México. De igual manera, ocupaban el segundo puesto entre los más cultivados en el mundo, con una producción total, en la última década del siglo XX, cercana a las 250.000 toneladas.

CAMAGRO (2005), afirma que el 99 % de los hongos que se consumen en el Salvador son importados de Estados Unidos, China y Guatemala. Esta demanda equivale a un millón de dólares en compras al exterior de hongos frescos y procesados. Esto ha promovido el interés de muchos productores en conocer las técnicas del cultivo para su reproducción en El Salvador.

## **2.4 PRODUCTOS UNTABLES O SPREADS**

El mercado consumidor de margarinas vegetales ha experimentado durante los últimos años cambios trascendentales en lo que se refiere a la demanda de productos basados en la formulación de bajas calorías, dejando de lado las margarinas para acceder a los SPREADS (productos untables de bajas calorías) cuyo contenido de materia grasa puede oscilar entre el 40 y 70% (Baldesari, 2003).

Éstos están diseñados para la forma de vida más sana de hoy, y se basan en grasas poliinsaturadas o monosaturadas. El producto final tiene típicamente una proporción baja en grasa. En el caso de la industria alimentaria se están utilizando lipasas para preparar mantecas untables a través de reacciones de interesterificación de mezclas de triglicéridos (Baldesari, 2003).

Muchos nutricionistas explican que los alimentos con bajo contenido graso pueden ser efectivos para ayudar a reducir la proporción de grasa en nuestra dieta cuando se utilizan para sustituir alimentos ricos en grasas. Como en todas las elecciones de alimentos, es importante que los consumidores reconozcan que las calorías y el tamaño de la porción siguen siendo importantes aún cuando se consuman alimentos con menor contenido de grasa (Baldesari, 2003).

### **2.4.1 Productos preparados o semi-preparados**

Alimento preparado o semi-preparado, es el producto compuesto de diversos ingredientes y condimentos, que puede o no contener aditivos para alimentos, sometido o no a tratamiento térmico, cuya identidad corresponde a una especialidad culinaria específica, y que se presenta semi-preparado o totalmente preparado para su consumo (FASPYN, 2000).

## **2.5 EVALUACIÓN SENSORIAL**

El análisis sensorial o evaluación sensorial, es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos (Anzaldúa, 1991).

Según León y Galán (1991), la evaluación sensorial es una técnica para medir, evaluar, evocar, las reacciones de los alimentos que se perciben por la vista el oído, olfato, el gusto, y el tacto, por lo tanto no se pueden usar aparatos de medida, el “instrumento” usado es un grupo de personas o panel sensorial capacitado o no capacitado.

### **2.5.1 Prueba de aceptación**

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua define aceptabilidad como cualidad de aceptable, capaz o digno de ser aceptado. Cuando valoramos las cualidades de un alimento se entiende por aceptabilidad la valoración que el consumidor realiza atendiendo a su propia escala interna, a su universo de experiencias. Por tanto, la aceptación

intrínseca de un producto alimentario es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo, es decir, su valoración sensorial (Dirección General de Tecnología Agraria 2001).

### **2.5.2 Escala hedónica.**

Según Resurrección, citado por Soto (2004), la escala hedónica de 9 puntos es una escala de calificación que ha sido usada por muchos años para evaluación sensorial en la industria de alimentos para determinar la aceptación de productos. El número de categorías en la escala que han sido utilizados incluye las escalas de 5, 7 y 9 puntos la escala de 3 puntos no es recomendada para el uso con consumidores adultos, debido a que estos tienden a evitar el uso de puntos extremos de la escala al calificar muestras de productos alimenticios.

## **2.6 ANÁLISIS DE COLOR**

Existen un sin número de colores, que no son percibidos en forma conciente, el color no solo influye en gustos para elegir alimentos, ropa y objetos decorativos. Aun cuando el color afecta tanto y su importancia continúa creciendo, el conocimiento del color y de su control es a menudo insuficiente, lo que conduce a una variedad de problemas al decidir el color de un producto o en transacciones comerciales que involucran el color (Jenck, 2005).

### **2.6.1 Colorímetros.**

Los colorímetros usan sensores que simulan el modo en que el ojo humano percibe la luz, pero a diferencia de éste usan parámetros consistentes a cada color (Moreno, 2005).

### **2.6.2 Modos de color**

El modo de color expresa la cantidad máxima de datos de color que se pueden almacenar en un determinado formato de archivo gráfico (Moreno, 2005). Los principales modos de color son:

- Modo Bit Map o monocromático
- Modo escala de grises
- Modo color indexado
- Modo color RGB
- Modo color CMYK
- Modo L a b

### 2.6.2.1 Modo Color L a b

Consiste en tres canales, cada uno de los cuales contiene hasta 256 tonalidades diferentes: un canal L de luminosidad y dos canales cromáticos, A (que oscila entre verde y rojo) y B (que oscila entre azul y amarillo.) El componente de luminosidad L va de 0 (negro) a 100 (blanco.) Los componentes A (eje rojo-verde) y B (eje azul-amarillo) van de + 120 a -120 nanómetros.

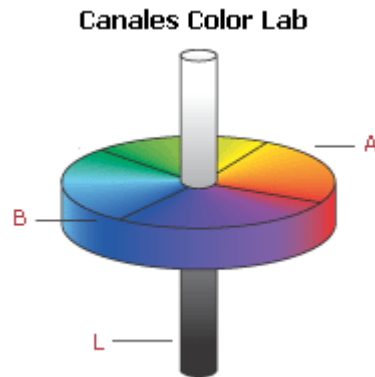


Figura 1. Canales de color L a b (Moreno, 2005).

El modelo de color L a b se basa en el modelo propuesto en 1931 por la CIE (Commission Internationale d'Eclairage) como estándar internacional para medir el color. En 1976, este modelo se perfeccionó y se denominó CIE L a b (Moreno, 2005).

## 2.7 REOLOGÍA

Se denomina reología, palabra introducida por E. C. Bingham en 1929, al estudio de la deformación y flujo de la materia. La real academia española define reología como: estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos. Estas definiciones cubren todo el campo de la dinámica del medio continuo, sin embargo, por convención, se ha decidido limitarla a aquel campo no cubierto por las teorías lineales de elasticidad y viscosidad, por lo tanto, se excluyen de la reología los sólidos Hookeanos y fluidos Newtonianos. Es conveniente pensar en la reología como la descripción de un conjunto de comportamientos más que la descripción de un conjunto de materiales (Wikipedia, 2005).

### 2.7.1 Viscosidad

La viscosidad es una medida de la fricción interna del fluido, esto es, la resistencia a la deformación. El mecanismo de la viscosidad en gases se entiende razonablemente bien, pero la teoría se ha desarrollado muy poco para los líquidos (Wikipedia, 2005).

## 2.7.2 Fluido

Se define fluido como una sustancia que se deforma continuamente bajo la acción de un esfuerzo de corte, por tanto, en ausencia de este, no habrá deformación. Los fluidos pueden clasificarse de manera general de acuerdo con la relación entre el esfuerzo de corte aplicado y la relación de deformación (De Notta, 2000).

### 2.7.2.1 Fluidos Newtonianos

Los fluidos más comunes tales como el agua, el aire y la gasolina son Newtonianos en condiciones normales (De Notta, 2000).

### 2.7.2.2 Fluidos no Newtonianos

Los fluidos en los cuales el esfuerzo de corte no es directamente proporcional a la relación de deformación son no Newtonianos. Estrictamente hablando la definición de un fluido es válida solo para materiales que tienen un esfuerzo de deformación cero. Por lo común, los fluidos no Newtonianos se clasifican con respecto a su comportamiento en el tiempo, es decir, pueden ser dependientes del tiempo o independientes del mismo (De Notta, 2000).

#### Subdivisión de no Newtonianos:

- **Independientes del tiempo**

#### - *Con esfuerzo:*

Plásticos: Se comportan como sólidos y líquidos, presentando propiedades de ambos.

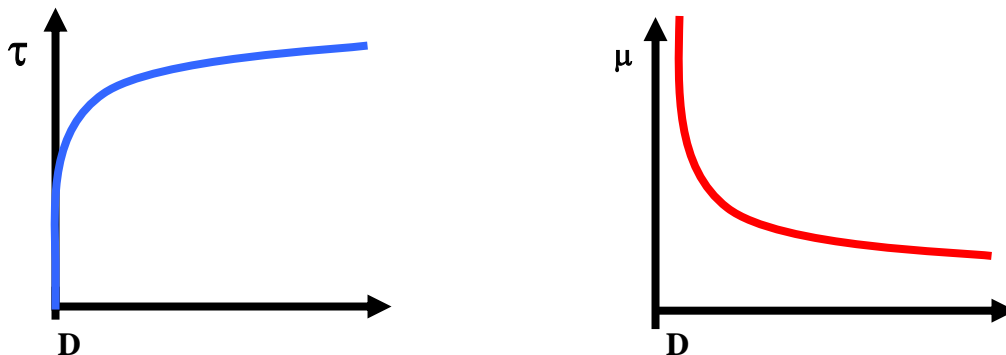


Figura 2. Curvas de fluidez y viscosidad para un fluido plástico (Unizar, 2005).

La razón por la que se comportan así los fluidos plásticos es la gran interacción existente entre las partículas suspendidas en su interior, formando una capa llamada de solvatación. Están formados por dos fases, con una fase dispersa formada por sólidos y burbujas distribuidos en una fase continua.

- *Sin esfuerzo:*

Pseudoplásticos

Dilatantes

- **Dependientes del tiempo:**

Tixotrópicos

Reopéticos

### **2.7.2.3 Fluidos Viscoelásticos**

Los fluidos viscoelásticos se caracterizan por presentar a la vez tanto propiedades viscosas como elásticas. Esta mezcla de propiedades puede ser debida a la existencia en el líquido de moléculas muy largas y flexibles o también a la presencia de partículas líquidas o sólidos dispersos (Unizar, 2005).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 UBICACIÓN**

El Presente estudio y evaluación sensorial se realizaron en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID). Los análisis físicos y químicos se realizaron en el Centro de Evaluación de Alimentos (CEA), y los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Ubicada en el Valle del Yeguaré departamento de Francisco Morazán a 32km al este de Tegucigalpa, Honduras.

### **3.2 MATERIALES**

#### **Preparación de pasta.**

- Champiñones
- Sal
- Aceite de oliva
- Especias (comino, ajo en polvo, albahaca, páprika, sal de cebolla)
- Vinagre
- Benzoato de sodio
- Recipientes metálicos
- Frascos de vidrio de 250 gr.

#### **Análisis microbiológicos.**

- Medios de cultivo para coliformes, aerobios totales, hongos y levaduras.
- Peptona
- Platos petri
- Puntas de pipeta desechables
- Agua destilada
- Bolsas estériles

#### **Evaluación sensorial.**

- Platos desechables
- Servilletas vasos de 6oz.
- Formulario de encuestas

## **Análisis químico**

- Beakers
- Reactivos para análisis químicos
- Balones de 50ml
- Espátula
- Crisoles

## **3.3 EQUIPOS**

- Procesador de alimentos Hobart® FP41
- Escaldadora Dixie® modelo M-6
- Marmita marca Vulcan® modelo VECIOTW
- Balanza de precisión Denver Instrumental Instrumental Modelo XIE-50
- Balanza analítica MERRLER Modelo AE200
- Incubadora Thermolyne Type 42000
- STOMACHER®
- ColorFlex HunterLab®
- Viscosímetro de BROOKFIEL®
- Horno fisherScientific Isotemp Oven
- Micro Kjeldahl
- Sistema de extracción de grasa Goldfish LABCONCO® Modelo 47700
- Digestor Marca LABCONCO 60011

## **3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se usó un arreglo factorial 2x2, dos proporciones de vinagre y dos de aceite (2.5% y 5%), 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Se usó un diseño de bloques completos al azar (BCA), donde cada semana (repetición) constituyó un bloque.

## **3.5 MÉTODOS**

### **3.5.1 Análisis preliminar**

En el análisis preliminar se desarrollaron cuatro formulaciones las que tenían como base 65% de champiñones y se variaron los porcentajes de aceite y vinagre en 10% y 15% y sus combinaciones, como se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resumen de tratamientos en el análisis preliminar

<b>Base Champiñón</b>	<b>65%</b>	<b>65%</b>	<b>65%</b>	<b>65%</b>
<b>Aceite</b>	10%	10%	15%	15%
<b>Vinagre</b>	10%	15%	10%	15%

En el estudio preliminar se observó que la cantidad de champiñones base debía aumentarse ya que la pasta obtenida no obtuvo características de un producto untable, se aumentó la cantidad de champiñones a 90% (base), considerándolo el 100% y se agregaron dos porcentaje de aceite y vinagre. El Cuadro 3 muestra el arreglo factorial de tratamientos.

Cuadro 3. Arreglo factorial de tratamientos

<b>Aceite</b>	<b>Vinagre</b>	
	<b>2,5%<sup>1</sup></b>	<b>5%<sup>2</sup></b>
<b>2,5%<sup>1</sup></b>	V1A1	V2A1
<b>5%<sup>2</sup></b>	V1A2	V2A2

<sup>1</sup> Porcentaje (cantidad) de aceite o vinagre uno.

<sup>2</sup> Porcentaje (cantidad) de aceite o vinagre dos.

### 3.5.2 Elaboración de la pasta untable a base de Champiñones

El tiempo sugerido para procesar el champiñón es de 24 horas o menos después de la cosecha, porque transcurridas 48 horas la velocidad de descomposición es muy alta (Programa de Información de Alimentos Procesados 2004).

La elaboración de pasta untable a base de champiñones se realizó siguiendo el flujo de proceso presentado en la (Figura 3).

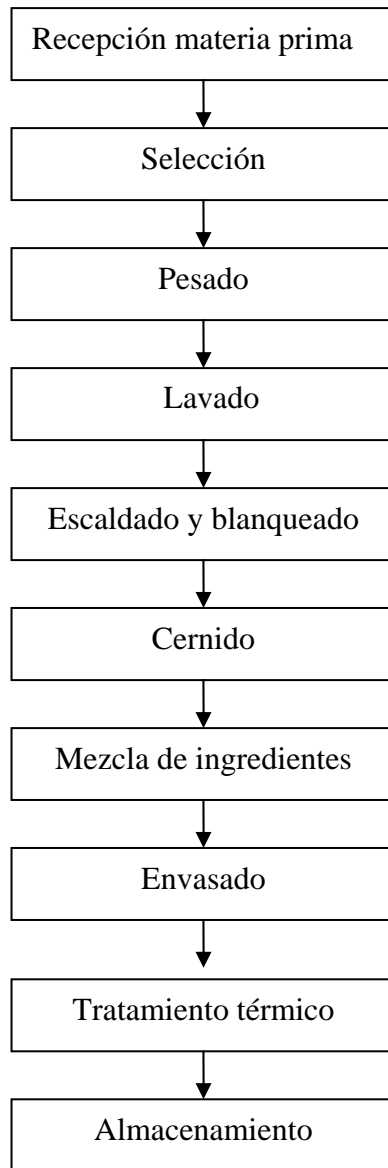


Figura 3. Flujo de proceso para pasta untable a base de champiñones a nivel piloto.

**Recepción de materia prima.** La materia prima se recibió en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), durante la recepción se verificaron pesos de compra y condiciones del producto. El producto se recibió en horas de la mañana en canastas plásticas que el proveedor proporcionó, luego se colocaron en canastas de la planta, y se almacenaron a 4 °C hasta que el producto fue procesado.

**Selección:** No se realizó selección del champiñón de acuerdo a tamaño, peso, o forma, ya que la cantidad procesada era baja, y para la elaboración de pasta no importó el tamaño del champiñón, únicamente el buen estado de éste.

**Pesado:** Para pesar los champiñones se usaron recipientes de acero inoxidable y una balanza de precisión (Denver Instrumental Instrumental Modelo XIE-50).

**Lavado:** Después de haber pesado los champiñones, se lavaron varias veces con agua potable en recipientes de acero inoxidable, para eliminar los residuos de compost.

**Escaldado y blanqueado:** El escaldo se realizó como una forma de preservar el alimento, la temperatura del agua de escaldado fue entre 85 °C y 90 °C, para el blanqueado se agregó 0.05% de ácido cítrico y 1 % de sal del total de volumen de agua usado (20 L.) el tiempo de escaldo fue de 6 minutos, una vez completado el tiempo de escaldado se retiraron los champiñones de la marmita y se colocaron en recipientes de acero inoxidable con agua a 20 °C.

**Cernido:** Para escurrir el agua de los champiñones se usaron coladores metálicos para evitar la oxidación del champiñón, y se colocaron en el cuarto frío hasta que fueron procesados.

**Mezcla de ingredientes:** Una vez pesados todos los ingredientes se mezclaron en el procesador de alimentos Hobart® FP41, el tiempo estimado de procesamiento fue diez minutos.

**Envasado:** Se usaron envases autorizados para la conservación del producto, frascos de vidrio con cierre hermético de 250 gramos.

**Tratamiento térmico:** Se realizó con el fin de alargar la vida útil del producto en anaquel. El tratamiento térmico usado fue de 121 °C por 15 minutos a una presión de 10 psi.

**Almacenamiento:** Se colocó en el cuarto frío a 4 °C.

### **3.5.3 Formulación de pasta untable a base de champiñones**

La mezcla de ingredientes se obtuvo mediante pruebas realizadas en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo, se determinó que la cantidad de pasta a realizar era de 400gramos, y se variaron dos ingredientes, cantidad vinagre y aceite (Cuadro 3).

### **3.5.4 Elaboración de pasta untable**

Se elaboraron 400 gramos de cada uno de los tratamientos siguiendo las formulaciones detalladas en el Cuadro 3.

### **3.5.5 Evaluación sensorial de la pasta untable a base de champiñones**

### Panel sensorial.

Se utilizó un panel sensorial no capacitado, constituido por 10 adultos entre las edades de 20 – 40 años. Las variables evaluadas fueron: color, aroma, textura, sabor y aceptación general de la pasta. Una repetición por semana para un total de tres repeticiones. A cada panelista se presentaron 4 tratamientos, la cantidad usada fue de 1g y 2 g de pasta untable a base de champiñones, untados sobre pan blanco tostado de 5 x 5 cm aproximadamente, con un formato para evaluar el producto (Anexo 1). Se usó una escala hedónica de 9 puntos para evaluar cada atributo. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con los datos generados.

### 3.5.6 Caracterización del producto

Se realizaron análisis de composición química, características físicas y perfil microbiológico como se detalla en el Cuadro 4. Los análisis se realizaron en triplicado. Los análisis químicos y de color se realizaron con los tratamientos de menor costo, al de menor valor se determinó como la formulación final y al otro tratamiento se usó para comparación. Los análisis microbiológicos se realizaron únicamente al tratamiento determinado como formulación final.

Cuadro 4. Análisis realizados para la caracterización de la pasta untable a base de champiñones. (Tratamiento con menor costo)

Análisis		*Método Oficial AOAC, 1997	
Químicos	Humedad	978.18	*Gravimétrico
	Proteína	920.03	*Microkjeldahl
	Extracto etéreo	972.28	*Destilación de exano
	Cenizas	923.03	*Gravimétrico
	Fibra cruda	974.26	*Gravimétrico
Físicos	Color	-	ColorFlex (HunterLab) Viscosímetro de BROOKFIELD
	Viscosidad	-	® acople # 6
	Recuento total de mesófilos		
Microbiológicos	aerobios	988.18	PCA
	Recuento total de mohos y levaduras	995.21	PDA
	Coliformes totales	989.11	VRBA

Para el análisis de viscosidad se usaron los datos del Viscosímetro de BROOKFIELD® porcentaje de troqué y rpm (revoluciones por minuto), se realizó una gráfica para observar mediante los modelos de fluido, a que tipo pertenece la pasta untable a base de

champiñones. Esto se realizó con el objetivo de definir físicamente y estandarizar el producto en un futuro.

### 3.5.7 Caracterización microbiológica de la pasta untable a base de champiñones

Se prepararon 5 muestras de pasta untable a base de champiñones de 250 gramos cada una y se envasaron en frascos de vidrio desinfectados con cloro a 50 ppm, estos se almacenaron en condiciones de refrigeración 4 °C.

Dichos frascos se abrieron a la primera, segunda, tercera y cuarta semana después de la elaboración para compararlas con el producto fresco (control al día 0.) A cada muestra se le realizaron los análisis microbiológicos que se muestran en el Cuadro 4, los cuales permitieron evaluar el producto en almacenamiento.

Los resultados de los conteos microbiológicos se compararon con los estándares aceptados para productos preparados o semi-preparados (Cuadro 5), según el reglamento de control sanitario de los productos y servicios de la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FASPYN) de la Universidad Autónoma de Nuevo León Méjico.

Cuadro 5. Límite microbiológico para productos preparados y semi-preparados.

<b>Análisis microbiológico</b>	<b>Recuento máximo permitido (UFC/g)</b>
Recuento total de coliformes	$1 \times 10^2$
Recuento total mesófilos aerobios	$1 \times 10^5$
Recuento total mohos y levaduras	$2.5 \times 10^2$

Fuente: FASPYN (2000).

### 3.5.8 Análisis estadístico

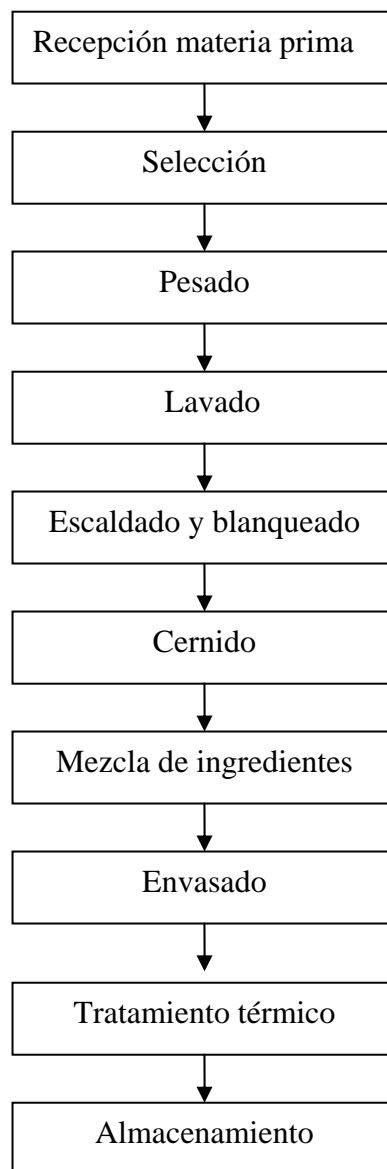
Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SAS<sup>®</sup> (Statistical Análisis System) utilizando análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de separación de medias ajustadas Ls-means con un nivel de significancia ( $P < 0.05$ )

### 3.5.9 Análisis de costos variables

Se calcularon los costos variables de todos los tratamientos considerando únicamente el costo de insumos, consumo de energía del equipo, empaque y mano de obra.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 FLUJO DE PROCESO PROPUESTO



El flujo de proceso propuesto para la elaboración de la pasta se determinó con el estudio preliminar. El flujo de proceso se adaptó a las condiciones de planta piloto y no se realizó ningún cambio.

**Recepción de materia prima:** En la recepción de materia prima se verificaron pesos de compra adecuados y se inspeccionó el producto.

**Selección:** En este paso se seleccionó solo por bueno el buen estado y aspecto visual del producto ya que el resto de atributos no fueron de relevancia, debido a que el producto fue procesado (triturado) en un paso siguiente.

**Pesado de materia prima:** Se pesaron todos los ingredientes para preparar 400 gramos de pasta untable a base de champiñones.

**Escaldado y blanqueado:** El escaldado y blanqueado detuvo la oxidación parcial del champiñón, la temperatura usada fue de 85 °C a 90 °C por un tiempo de 6 minutos.

**Cernido:** Se retiraron los champiñones de la marmita usando coladores metálicos para evitar la oxidación del producto.

**Mezcla de ingredientes:** Los champiñones fueron los primeros en ser procesados por ser el mayor componente dentro de la formulación. Luego se agregó el aceite, vinagre y especias en las proporciones descritas en el Cuadro 3. Los tratamientos se procesaron por un tiempo de 10 minutos.

**Envasado:** Los tratamientos fueron envasados en frascos de vidrio de 250 gramos y llevados al esterilizador para el tratamiento térmico.

**Tratamiento térmico:** El tratamiento térmico se realizó en un esterilizador de escala piloto, a una temperatura de 121 °C durante 15 minutos. Los cuatro frascos se colocaron cerca de las paredes del esterilizador y un frasco en el centro.

## 4.2 FORMULACIÓN DEL PRODUCTO

Con base en el análisis preliminar se determinaron las cuatro formulaciones a evaluar en el estudio. Las formulaciones preliminares mostraron la necesidad de mejorar la viscosidad y estabilidad (enranciamiento) del producto. Se probaron las formulaciones con las combinaciones descritas en el Cuadro 3.

Cuadro 6. Formulación final de pasta untable a base de champiñones.

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
Champiñones	92.9
Aceite	2.5
Vinagre	2.5
Especies	2.0
Benzoato de sodio	0.1

Como se detalla en el Cuadro 6 la formulación de la pasta untable a base de champiñones contiene 90% de champiñones como base del producto, proporciones iguales de aceite y vinagre (2.5%), 2% de especies y 0.1% de benzoato de sodio como preservante. No fue necesario usar un emulsificador, las cantidades de aceite y vinagre usadas fueron en baja proporción y no hubo separación de fases.

### 4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

En el Cuadro 7 se muestran las medias de los atributos evaluados por el panel sensorial para cada tratamiento. No hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 7. Análisis sensorial

<b>Atributos</b>	<b>V1A2*</b>	<b>V2A1*</b>	<b>V1A1*</b>	<b>V2A2*</b>
Color	6.63 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	6.90 <sup>a</sup>
Aroma	6.26 <sup>a</sup>	6.56 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	6.83 <sup>a</sup>
Sabor	6.50 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.36 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>
Textura	7.06 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>	6.83 <sup>a</sup>
Sabor residual	6.30 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.76 <sup>a</sup>	6.56 <sup>a</sup>
Aceptación general.	6.53 <sup>a</sup>	6.73 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	7.16 <sup>a</sup>

Medias con letras iguales en la misma fila no son diferentes significativamente ( $P>0.05$ ).

\* V1A2: Vinagre 2.5% y aceite 5%

\* V2A1: Vinagre 5% y aceite 2.5%

\* V1A1: Vinagre 2.5% y aceite 2.5%

\* V2A2: Vinagre 5% y aceite 5%

No hay una diferencia estadística significativa ( $P>0.05$ ) en ninguno de los atributos evaluados entre los tratamientos, esto se debe a que el panel que evaluó los tratamientos

no era capacitado, y las cantidades de ingredientes que se evaluaron no variaban en un rango amplio de tratamiento a tratamiento.

En cuanto a textura el tratamiento V1A2 (vinagre 2.5% y aceite 5%) tiene una media mayor a de los demás tratamientos al igual que en aceptación general el tratamiento V2A2 (vinagre 5% y aceite 5%) tiene una media mayor numéricamente, estadísticamente son iguales del resto de tratamientos. No se determinó cual es el tratamiento más aceptado mediante análisis sensorial ya que no hay diferencias significativas que muestren cual de las formulaciones tiene las mejores características para aceptación general. Luego de no encontrar diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en la aceptación entre formulaciones se determinó la formulación con menor costo para la caracterización física, química y microbiológica

#### 4.4 ANÁLISIS DE COSTOS

Los cuadros 8, 9, 10 y 11, muestran los costos para cada una de las formulaciones con base a 400g de pasta untable. Los insumos representan la mayor parte de los costos ya que el precio de los champiñones frescos es de 40 lempiras por libra. La mano de obra y la energía son estándar para todos los tratamientos ya que se usó el mismo tiempo para la elaboración de cada uno de los mismos, el costo más bajo fue el tratamiento V1A1 (vinagre 2.5% y aceite 2.5%) por la cantidad de aceite de oliva en menor proporción que el resto de tratamientos.

Cuadro 8. Costo tratamiento V1A1 (vinagre 2.5% y ácido 2.5%) 400g

<b>Materiales</b>	<b>Costo (L.)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Insumos	46,73	2,47
Mano de obra	4,16	0,22
Energía	0,96	0,05
Empaque	5,00	0,26
<b>Total</b>	<b>56,85</b>	<b>3,00</b>

Tasa de cambio Dólares-Lempiras \$1 = L. 19.01 (precio de venta).

Cuadro 9. Costo tratamiento V2A1 (vinagre 5% y ácido 2.5%) 400g

<b>Materiales</b>	<b>Costo (L.)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Insumos	51,74	2,73
Mano de obra	4,16	0,22
Energía	0,96	0,05
Empaque	5,00	0,26
<b>Total</b>	<b>61,86</b>	<b>3,26</b>

Tasa de cambio Dólares-Lempiras \$1 = L. 19.01 (precio de venta).

Cuadro 10. Costo tratamiento V1A2 (vinagre 2.5% y ácido 5%) 400g

<b>Materiales</b>	<b>Costo (L.)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Insumos	53,94	2,85
Mano de obra	4,16	0,22
Energía	0,96	0,05
Empaque	5,00	0,26
<b>Total</b>	<b>64,06</b>	<b>3,38</b>

Tasa de cambio Dólares-Lempiras \$1 = L 19.01 (precio de venta).

Cuadro 11. Costo tratamiento V2A2 (vinagre 5% y ácido 5%) 400g

<b>Materiales</b>	<b>Costo (L.)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Insumos	58,96	3,12
Mano de obra	4,16	0,22
Energía	0,96	0,05
Empaque	5,00	0,26
<b>Total</b>	<b>69,08</b>	<b>3,65</b>

Tasa de cambio Dólares-Lempiras \$1 = L 19.01 (precio de venta).

La formulación que se eligió para la pasta untable a base de champiñones fue el tratamiento V1A1 que tiene un costo, L 56.85 (\$3.00)

## 4.5 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

### 4.5.1 Análisis químico proximal

En el Cuadro 12 se muestran los resultados del análisis químico proximal de la formulación de menor costo y una de las formulaciones, como comparación. Se promediaron los resultados de tres repeticiones de cada uno de los tratamientos elegidos.

Cuadro 12. Composición química de la pasta untable a base de champiñones (100 g).

Componentes	V2A1*	V1A1*
Humedad	87.74 ± 0.28 <sup>a</sup>	85.16 ± 0.04 <sup>b</sup>
Carbohidratos	3.21 ± 1.26 <sup>b</sup>	4.16 ± 2.1 <sup>a</sup>
Proteína cruda	3.51 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.78 ± 0.15 <sup>a</sup>
Extracto etéreo	4.63 ± 0.28 <sup>a</sup>	2.66 ± 0.12 <sup>b</sup>
Fibra cruda	2.01 ± 0.89 <sup>a</sup>	2.09 ± 0.72 <sup>a</sup>
Cenizas	1.48 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.57 ± 0.01 <sup>a</sup>
Ph	5.4	5.1

Medias con letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

\* V2A1: Vinagre 5% y aceite 2.5%

\* V1A1: Vinagre 2.5% y aceite 2.5%

La humedad entre tratamientos mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Se espera que la vida de anaquel del tratamiento V2A1 (vinagre 5% y aceite 2.5%) sea menor por una alta humedad. En extracto etéreo el tratamiento V2A1 tiene un 85.74% más que el tratamiento V1A1 esto es por la diferencia en concentración de aceite entre ambos por la cantidad de vinagre de dobla entre tratamientos. No hay diferencia significativa en fibra cruda, cenizas y proteína cruda ya que se usó la misma cantidad de champiñones. El contenido de calorías de la pasta en 100 g es de 68.55 kcal.

#### 4.5.2 Análisis físicos.

Los resultados del análisis de color se muestran en el Cuadro 13, como promedio de tres repeticiones de cada uno de los dos tratamientos con menor costo.

Cuadro 13. Análisis de color

Modo de color	V2A1*	V1A1*
L	48.81 ± 0.011 <sup>a</sup>	37.13 ± 0.01 <sup>b</sup>
a	5.93 ± 0.005 <sup>a</sup>	4.93 ± 0.01 <sup>b</sup>
b	13.37 ± 0.015 <sup>a</sup>	10.25 ± 0.02 <sup>b</sup>

Medias con letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

\* V2A1: Vinagre 5% y ácido 2.5%

\* V1A1: Vinagre 2.5% y ácido 2.5%

Hay diferencias significativas para el atributo color en todos los tratamientos ( $P < 0.05$ ). El tratamiento V2A1 (vinagre 5% y aceite 2.5%), es más blanco (L), amarillo(a), y rojo (b) que el tratamiento V1A1 (vinagre 2.5% y aceite 2.5%) de la pasta untable. Esta diferencia

de color se atribuye a que el tratamiento V2A1 (vinagre 5% y aceite 2.5%) tiene mayor cantidad de vinagre. Otra de las causas es el tiempo que el champiñón permanece en refrigeración antes de ser procesado, en este lapso se oxida ligeramente y esto afecta al color final de la pasta, obscureciéndola. El color de la formulación determinada para la pasta untable a base de champiñones es más oscura que el tratamiento de comparación, por lo mencionado anteriormente.

#### 4.5.3 Análisis de viscosidad.

La Figura 4 muestra la viscosidad de la pasta untable a base de champiñones, en el eje X se graficó revoluciones por minuto (rpm) o velocidad de cizalla, en el eje Y se colocó el esfuerzo ó torque del aparato para realizar el movimiento o cizalla en Newton por metro (Nm). La gráfica determinó el tipo de fluido que es la pasta untable a base de champiñones. Con el tipo de fluido de la pasta se puede determinar que maquinaria y bomba se debería usar para envasar. Caracterizando la viscosidad, atributo de calidad, se puede determinar si la pasta es untable o no, controlando este atributo se estandariza el producto.

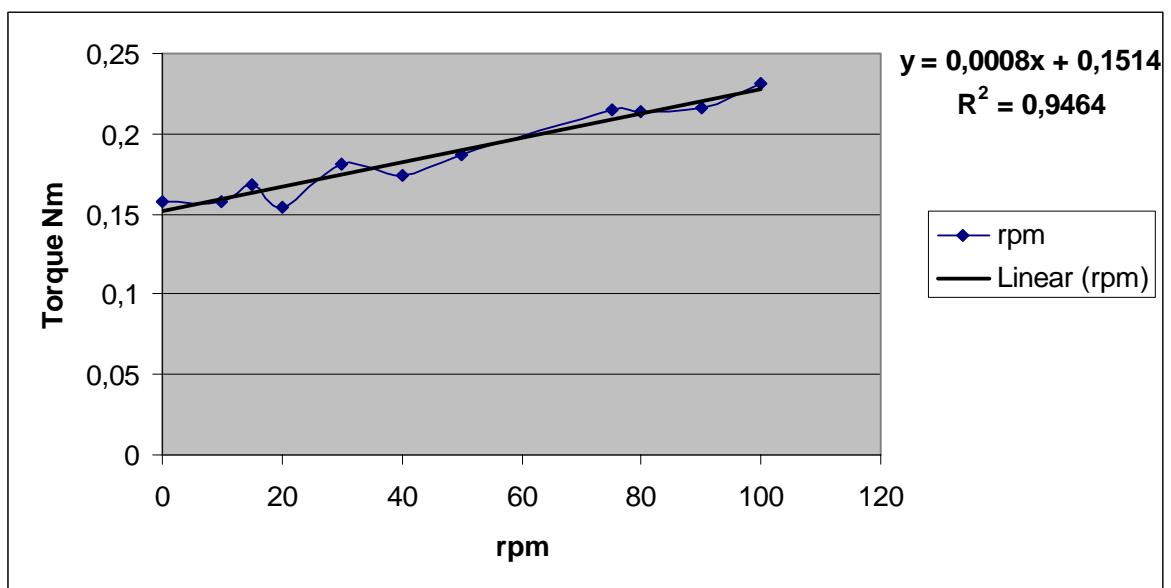


Figura 4. Análisis de viscosidad de la pasta untable a base de champiñones

Se determinó que la pasta untable es un alimento semisólido no Newtoniano por que al someter a una velocidad constante la viscosidad cambia, dentro de los no Newtonianos y según el modelo reológico de la Figura 4, muestra que es un Plástico de Bingham.

#### 4.5.4 Análisis microbiológico

Los análisis realizados por duplicado para determinar características microbiológicas se detallan en el Cuadro 14

Cuadro 14. Cambios en la carga microbiológica durante el almacenamiento.

Análisis Microbiológico	UFC/g		
	Semana 0	Semana 4	Límite
Recuento total de coliformes	<10 <sup>a</sup>	<10 <sup>a</sup>	1 x 10 <sup>2</sup>
Recuento total de mesófilos aerobios	<10 <sup>a</sup>	<10 <sup>a</sup>	1 x 10 <sup>5</sup>
Recuento total de mohos y levaduras	<10 <sup>a</sup>	<10 <sup>a</sup>	2.5 x 10 <sup>2</sup>

Medias con letras iguales en la misma fila no son diferentes significativamente (P>0.05).

Los análisis microbiológicos muestran que la pasta untable es estable en almacenamiento, ya que los datos de la semana cuatro están dentro del rango permitido de UFC/g. Los datos de las semanas 1, 2, 3 no se reportaron estos no fueron confiables, y los datos de la semana cuatro muestran que la pasta tiene baja carga microbiana y en las siembras de las semanas 1, 2, 3 hubo posiblemente contaminación, ya que al colocar los frascos de la pasta untable a base de champiñones en el esterilizador la temperatura dentro de estos frascos no alcanzó la temperatura determinada en el tratamiento térmico. Además, el medio de las siembras de la semana 1 y 3 se contaminó.

## 5. CONCLUSIONES

- No hubo interacción entre aceite y vinagre que influya en la aceptación general de la pasta untable a base de champiñones.
- Los panelistas no detectaron diferencias significativas en los atributos sensoriales de las formulaciones evaluadas.
- El tratamiento V1A1 (vinagre 2.5% y aceite 2.5%) tuvo el menor costo equivalente a L56.85 (\$ 3.00).
- La formulación determinada para la pasta untable, tiene 85.16% de humedad 4.16% de carbohidratos, 3.78% de proteína cruda, 2.66% de extracto etéreo, 2.09% de fibra cruda y 1.57% de cenizas.
- La pasta untable a base de champiñones es un producto semi-sólido no Newtoniano Plástico de Bingham.
- Basado en la calidad microbiológica se determinó que la vida útil del producto es de al menos cuatro semanas.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Sustituir parcialmente la cantidad de champiñones en la pasta untable, para reducir costos y evaluar el impacto en las características sensoriales en el consumidor.
- Controlar el tiempo de proceso de la pasta para evitar la oxidación del champiñón.
- Afinar las características sensoriales de la pasta untable a base de champiñones para un posible desarrollo a nivel industrial.
- Realizar pruebas de aceptación en supermercados y estudios de factibilidad del producto.
- Realizar estudios de vida útil más allá del umbral de las cuatro semanas, controlando actividad de agua, calidad microbiana y pH a lo largo del tiempo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Alexopoulos, C y Mims, W (1985). Introducción a la micología. Consultado 7 Oct. 2005. Disponible en: <http://www.unex.es/botanica/LHB/hongos/hongos31.htm#clases>

Anzaldúa. 1991. Análisis sensorial de quesos. Consultado 1 Oct 2005 (en línea) Disponible en: <http://www.vet.unicen.edu.ar/Tecnologia/Jornadas/Conferencias/Conferencia%20Beatriz%20Coste.doc>

AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 1997. Methods of Analysis of the AOAC International. 3 ed. Volumen II, Maryland. USA.

Baldesari, A. 2003. Química de Alimentos. Consultado 20 Feb de 2005 (en línea) Disponible en: <http://www.grupobuenosaires.org.ar/jornadas/Proyectos/baldessari.htm>

CAMAGRO, 2005. Cultivos de champiñones. Consultado 20 Ago de 2005. Disponible en: <http://www.camagro.com/index.asp>

Ciampi, L. 2001. Agenda el Salitre. Champiñones. 11ª Edición, 2001, Santiago de Chile, Chile. 1515p.

Codex. 1995. Capítulo XVI. Hongos Comestibles. Consultado 15 Agosto, 2005. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO\\_XVI\\_Correctivos\\_actualiz\\_06-04.pdf](http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO_XVI_Correctivos_actualiz_06-04.pdf)

Corporación Colombiana Internacional. 2000. Inteligencia de Mercado de Setas y Hongos (en línea) Consultado el 24 de Feb. 2004. Disponible en: <http://www.cci.org.co/publicaciones/Perfil%20de%20producto/perfil%20producto%201%20setas.pdf>

De Notta, H. 2000. Introducción a la reología. Consultado 30 Sep 2005. Disponible en: <http://www.sater.org.ar/Art.%20de%20De%20Notta.htm>

Dirección General de Tecnología Agraria (2001). El Análisis Sensorial como método para evaluar la calidad final de las frutas. Informaciones Técnicas. Consultado 1 Oct. 2005. Disponible: <http://pci204.cindoc.csic.es/cdta/especiales/consumidores/3.htm>

FASPIN. 2000. Apéndice del reglamento de control sanitario de productos y servicios. Consultado 12 Sep. 2005. Disponible en: [http://www.uanl.mx/publicaciones/respyn/i/1/contexto/regbys\\_3.html](http://www.uanl.mx/publicaciones/respyn/i/1/contexto/regbys_3.html)

Giraldo. 2000. Marketing y negocios. Consultado 25 de Feb. 2005 (en línea) Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/mar/dlloadmpto.htm>

Infoagro. 2005. Morfología el champiñón. Consultado 25 Feb. 2005 (en línea) Disponible en: <http://www.infoagro.com/>

Jenck. 2005. Medición de color y apariencia. Consultado 1 Oct. 2005 (en línea) Disponible en: <http://www.jenck.com/konicaminolta.htm>

Lambin, J.J. 1996. Marketing Estratégico. Consultado 24 Feb. 2005 (en línea) Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/07-Tecnologicas/T-055.pdf>.

León Crespo, F y Galán Soldevilla. 1991. Análisis sensorial de quesos. Consultado 1 Oct. 2005 (en línea) Disponible en: <http://www.vet.unicen.edu.ar/Tecnologia/Jornadas/Conferencias/Conferencia%20Beatriz%20Coste.doc>

Logroño. 2005. Nuevas Técnicas para el cultivo de Champiñón. Consultado 17 Agosto, 2005. Disponible en: [http://www.cincodias.com/articulo.html?xref=20050606cdscdiemp\\_19&type=Tes&ancho r=cdsemp](http://www.cincodias.com/articulo.html?xref=20050606cdscdiemp_19&type=Tes&ancho r=cdsemp)

Moreno. 2005. Manual de diseño gráfico. Consultado 1 Oct. 2005. Disponible en: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1778.php?manual=47>

Programa de Información de Alimentos Procesados. 2004. Alimentos y Salud (en línea). Consultado el 20 de Feb. de 2005. Disponible en: <http://www.acta.org.co/piap/alimento/revista4.htm#enlatado>

Reuna. 2005. Hongos (en línea). Consultado 18 Agosto, 2005. Disponible en: <http://www.reuna.edu.co/modules.php?name=Sections&op=viewarticle&artid=20>

Soto, A. 2004. Desarrollo y evaluación de harina para tortillas a base de maíz y harina de soya parcialmente desgrasada. Proyecto especial del Programa de Ingeniería Agroindustrial, Zamorano, Honduras. 40p.

Unizar. 2005. Introducción a la Reología (en línea.) Consultado 1 Oct. 2005. Disponible en: [http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/pfc\\_reologia/anexo1.doc](http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/pfc_reologia/anexo1.doc)

Vedder. 1975. Cultivo Moderno del Champiñón. Colombia. 369p

Wikipedia. 2005. Reología (en línea) Consultado 1 Oct. 2005. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Reolog%C3%ADa>

Zamora, M. 2005. El champiñón. Consultado 7 Oct. 2005. Disponible en: <http://www.nutriguia.com>.

## **8. ANEXOS**

## Anexo 1. Formato para evaluación sensorial.

Pruebas sensoriales

### Pasta untable a base de champiñones

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

#### INSTRUCCIONES:

*Observe y pruebe cada una de las muestras de pasta untable a base de champiñones. Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada característica de la muestra, encierre en un círculo el número correspondiente a la descripción que Ud. considere apropiada de acuerdo a su criterio de aceptación. Anote también el código de la muestra. **RECUERDE TOMAR AGUA ENTRE MUESTRAS.***

Código de muestra: \_\_\_\_\_

#### Parámetros a evaluar

##### Color

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Me disgusta Muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

##### Aroma

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Me disgusta Muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

##### Sabor

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Me disgusta Muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

##### Textura

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Me disgusta Muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

##### Sabor residual (Aftertaste)

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Me disgusta Muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

##### Aceptación general del producto

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Me disgusta Muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

#### Comentarios:

---



---



---



---