

**Desarrollo de una ración alimenticia (tipo  
tamal) para casos de emergencia en la Escuela  
Agrícola Panamericana**

**Andrés Alberto Villagrán Sigüenza**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

ZAMORANO  
Carrera de Agroindustria Alimentaria

# **Desarrollo de una ración alimenticia (tipo tamal) para casos de emergencia en la Escuela Agrícola Panamericana**

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

Presentado por:

**Andrés Alberto Villagrán Sigüenza**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

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

---

Andrés Alberto Villagrán Sigüenza

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2007

## **Desarrollo de una ración alimenticia (tipo tamal) para casos de emergencia en la Escuela Agrícola Panamericana**

Presentado por:

Andrés Alberto Villagrán Sigüenza

Aprobado:

---

Julio R. López, M.Sc.  
Asesor Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Carrera de Agroindustria Alimentaria

---

Edgar Ugarte, M.Sc.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

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

## **DEDICATORIA**

A Dios.

A mi madre.

A mi padre.

A mi hermana y a mis hermanos.

A mis amigos.

A mi gran equipo, Técnico Universitario.

A las personas que creyeron en mí, pero sobre todo a las que no lo hicieron.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme el valor para terminar este gran reto y por no abandonarme en ningún momento.

A mi padre y a mi madre por su apoyo y amor incondicional, ya que sin ellos y sus enseñanzas no estaría hoy aquí, ni sería la persona que soy ahora. Con inmensurable amor, respeto y orgullo les agradezco por permitirme alcanzar esta meta.

A mi hermano Luis Fernando, por ser un gran ejemplo de vida, responsabilidad y esfuerzo.

A mi hermana María Gabriela por su apoyo incondicional, y por ser un ejemplo de amor y humanidad hacia las demás personas.

A mi hermano Diego Emilio por compartir conmigo tantos años muy felices y por todos los que nos esperan.

A mis amigos: José Astudillo, Nadia Carroll, Carlos Córdova, Andrés Espinoza, Daniel Villagrán, y a todos mis grandes amigos de tantos años y vivencias, porque gracias a ellos aprendí lo que significa la amistad verdadera, valor importante en mi vida, gracias por estar conmigo todo este tiempo, por aconsejarme, regañarme, y haber compartido risas y llantos.

A mis amigos de Zamorano: Fernando Alvear, Sebastián Araya, Oscar Espinoza, Andrés Guerra, Miguel Jordán, Pablo Longo, Herbert Meléndez, Carlos Mercado, Rodrigo Rodríguez, Andrés Sotelo, Pablo Villaroel, Hugo Villatoro, a mis wifes durante estos casi 5 años, y a los que no recuerdo en este momento, a todos por permitirme ser parte de su vida y sobre todo por hacer la mía mucho más placentera durante todo este largo y difícil camino. Gracias a ustedes me llevo los mejores momentos y recuerdos de Zamorano.

A mi asesor, Ing. Julio R. López, por brindarme su conocimiento, su confianza y su apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

Al Ing. Edgar Ugarte por su ayuda para la realización de este proyecto.

Al Ing. Leopoldo Zúñiga, Ing. Rafael López, Sra. Isabel, y a todas las demás personas que aportaron de alguna manera en la realización de este proyecto.

## RESUMEN

Villagrán, A. 2007. Desarrollo de una ración alimenticia (tipo tamal) para casos de emergencia en la Escuela Agrícola Panamericana. Proyecto especial del Programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras. 33 p.

Los desastres naturales en el hemisferio occidental afectan principalmente a países centroamericanos y del caribe. Uno de los mayores problemas en casos de desastres es la provisión de alimentos, lo que conlleva a una falta de energía para el metabolismo. El objetivo principal del estudio fue desarrollar un producto enlatado (tipo tamal) en la Escuela Agrícola Panamericana. Se analizaron 2 formulaciones de producto (con y sin material proteico) y 2 presiones de esterilización (10 y 15 psi). Durante los 50 días del estudio se evaluó el aroma, color, textura, sabor y apreciación general, así como el crecimiento de microorganismos. El producto fue almacenado a 24 °C y 78% de humedad relativa. El diseño experimental se dividió en dos partes, la primera consistía de 2 formulaciones (con y sin material proteico) con 2 presiones de esterilización (10 y 15 psi), y la segunda que constaba de 2 formulaciones (con y sin material proteico) con 1 presión de esterilización (15 psi). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias TUKEY ( $P < 0.05$ ). Los tratamientos esterilizados a 15 psi no mostraron diferencias significativas en los atributos sensoriales, físicos y químicos. La presión de esterilización de 10 psi detectó crecimiento de microorganismos anaerobios. A través de los 50 días de estudio se produjeron cambios físicos de color y textura en los tratamientos. La ración alimenticia provee el 47% de las necesidades energéticas diarias, basados en una ingesta diaria calórica de 2100 Kcal. El costo variable por 1 ración alimenticia (600g), fue L 11.42 (US\$ 0.61)

**Palabras Clave:** *Clostridium botulinum*, enlatado, desastres naturales, nutrición.

## 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.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	HISTORIA Y DEFINICIÓN DEL TAMAL.....	3
2.2	DESASTRES NATURALES.....	3
2.2.1	Riesgo de amenaza .....	3
2.2.2	Capacidad de respuesta.....	3
2.3	NUTRICIÓN .....	4
2.3.1	Metabolismo de la energía.....	4
2.4	ENLATADO .....	4
2.4.1	Esterilizado .....	5
2.4.2	Deterioro de alimentos enlatados .....	5
2.4.3	Almacenamiento de Productos Enlatados .....	6
2.5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	6
2.6	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS .....	7
2.6.1	Color.....	7
2.6.2	Textura.....	7
2.6.3	Análisis químico proximal de alimentos .....	7
2.7	ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS .....	7
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	9
3.2	MATERIALES E INSUMOS .....	9
3.3	EQUIPO .....	9
3.4	DIAGRAMA DE FLUJO ELABORACIÓN RACIÓN ALIMENTICIA ..	11
3.5	ANÁLISIS SENSORIAL.....	12
3.6	ANÁLISIS FÍSICOS .....	12
3.6.1	Color .....	12

3.6.2	Textura.....	12
3.7	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL .....	13
3.8	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	13
3.8.1	Análisis de presencia o ausencia de microorganismos anaerobios. ....	13
3.8.2	Análisis de presencia o ausencia de <i>Clostridium botulinum</i> . ....	13
3.8.3	Análisis de presencia o ausencia de aerobios totales.....	14
3.8.4	Análisis de coliformes totales.....	14
3.9	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	14
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>16</b>
4.1	ELABORACIÓN RACIÓN ALIMENTICIA.....	16
4.1.2	Formulación.....	16
4.1.3	Elaboración de ración alimenticia .....	18
4.2	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS SENSORIALES Y FÍSICOS .....	18
4.2.1	Evaluación sensorial del aroma .....	18
4.2.2	Evaluación física del color .....	19
4.2.3	Evaluación sensorial del color.....	22
4.2.4	Evaluación física de la textura (Newton) .....	23
4.2.5	Evaluación sensorial de la textura .....	24
4.2.6	Evaluación sensorial del sabor .....	25
4.2.7	Evaluación sensorial de aceptación general .....	26
4.3	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL .....	27
4.4	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	27
4.5	COSTO VARIABLE UNITARIO .....	28
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>29</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>30</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>31</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Registro de ciclones tropicales que afectaron la región de Centro América.....	1
2.	Como identificar y manejar latas de alimentos deterioradas.....	6
3.	Descripción de tratamientos (0 días).....	15
4.	Descripción de tratamientos (20 días: posterior a análisis microbiológicos)....	15
5.	Formulación de recado 1.....	16
6.	Formulación de recado 2.....	16
7.	Formulación marinado de pollo.....	17
8.	Evaluación de aroma en análisis sensorial, entre tratamientos.....	18
9.	Evaluación de aroma en análisis sensorial, a través del tiempo.....	19
10.	Evaluación de aroma del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo.....	19
11.	Evaluación de Valor L* de la masa en análisis físicos, entre tratamientos.....	19
12.	Evaluación de Valor L* de la masa en análisis físicos, a través del tiempo.....	20
13.	Evaluación de Valor a* de la masa en análisis físicos, entre tratamientos.....	20
14.	Evaluación de Valor a* de la masa en análisis físicos, a través del tiempo.....	20
15.	Evaluación de Valor b* de la masa en análisis físicos, entre tratamientos.....	21
16.	Evaluación de Valor b* de la masa en análisis físicos, a través del tiempo.....	21
17.	Evaluación de Valor L* del pollo en análisis físicos, a través del tiempo.....	21
18.	Evaluación de Valor a* del pollo en análisis físicos, a través del tiempo.....	22
19.	Evaluación de Valor b* del pollo en análisis físicos, a través del tiempo.....	22
20.	Evaluación de color en análisis sensorial, entre tratamientos.....	22
21.	Evaluación de color en análisis sensorial, a través del tiempo.....	23
22.	Evaluación de color del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo.....	23
23.	Evaluación de textura de la masa (N), entre tratamientos.....	23
24.	Evaluación de textura de la masa (N), a través del tiempo.....	24
25.	Evaluación de textura del pollo (N), a través del tiempo.....	24
26.	Evaluación de textura en análisis sensorial, entre tratamientos.....	24
27.	Evaluación de textura en análisis sensorial, a través del tiempo.....	25
28.	Evaluación de textura del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo.....	25
29.	Evaluación de sabor en análisis sensorial, entre tratamientos.....	25
30.	Evaluación de sabor en análisis sensorial, a través del tiempo.....	26
31.	Evaluación de sabor del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo.....	26
32.	Evaluación de aceptación general en análisis sensorial, entre tratamientos.....	26
33.	Evaluación de aceptación general en análisis sensorial, a través del tiempo....	27
34.	Evaluación de aceptación general del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo.....	27
35.	Cantidad de componentes nutricionales por ración alimenticia.....	27
36.	Evaluación microbiológica.....	28
37.	Costos variables por 1 ración alimenticia (tipo tamal).....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	ÍNDICE DE FIGURAS	Página
1.	Diagrama de flujo elaboración ración alimenticia (tamal).....	11

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Actual protocolo para contingencias en Zamorano .....	33

## 1. INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales en el hemisferio occidental, ocurridos por ciclones tropicales, han afectado una gran diversidad de países centroamericanos, caribeños y norteamericanos. Sin embargo, los efectos mortales han sido mayores en países como Honduras, Nicaragua, Republica Dominicana, entre otros.

**Cuadro 1. Registro de ciclones tropicales que afectaron la región de Centro América**

<b>Año</b>	<b>Nombre</b>	<b>Océano o Mar</b>	<b>Cantidad</b>
1980	Hermine, Jeanne	Caribe	2
1982	Alleta	Pacifico	1
1987	Floyd	Caribe	1
1988	Joan, Keith	Caribe	2
1989	Karen	Caribe	1
1990	Diana	Caribe	1
1993	Bret, Gert	Caribe	2
1994	Gordon	Caribe	1
1995	Roxanne	Caribe	1
1996	César	Caribe	1
1998	Mitch	Caribe	1
1999	Katrina	Caribe	1
2000	Keith	Caribe	1
2001	Chantal, Iris, Michele	Caribe	3
<b>TOTAL</b>			<b>19</b>

Elaboración TURPLAN, 2005

La falta de comunicación y cierre de vías hacen que uno de los mayores problemas en casos de desastres sea la provisión de alimentos, lo que conlleva a una falta de energía proveniente de los nutrientes que estos aportan.

El cuerpo humano se alimenta para adquirir energía y proporcionarle al organismo los nutrientes necesarios para su construcción, mantenimiento y reparación. Esta energía la proporcionan mayoritariamente los hidratos de carbono, las proteínas y las grasas. Nuestro organismo necesita energía obligatoriamente para mantenerse vivo, esta actividad

que se llama "gasto energético basal", según diversos estudios, en un adulto sano, puede requerir entre 1,000 y 1,200 calorías/día.

El centro de contingencias de la Escuela Agrícola Panamericana al momento de activarse la alerta amarilla en caso de emergencia se pone en contacto con el comedor estudiantil y este a su vez con el puesto de ventas de Zamorano que verifica los productos enlatados que se encuentran en existencia para tener una reserva de alimentos no perecederos. En la actualidad el plan de contingencias de la institución no consta con un diseño de una ración alimenticia dentro de sus componentes.

Los productos enlatados tienen una vida de anaquel muy superior a productos envasados en otros materiales, siendo el envase óptimo para una ración alimenticia para casos de emergencia, aunque en el presente estudio no se proporciona una vida de anaquel al producto, se tienen datos aproximados en la literatura.

El Proceso de enlatado es un proceso que requiere de vacío, y debido a que la esterilización se realiza a elevadas temperaturas, casi la totalidad de microorganismos son eliminados, existiendo la posibilidad de la presencia de organismos anaerobios, formadores de esporas y resistentes a elevadas temperaturas, siendo el más peligroso el *Clostridium botulinum*, razón por la cual el tratamiento térmico aplicado tiene que ser suficiente para desactivar posibles esporas de crecimiento de este organismo.

El objetivo principal del estudio fue desarrollar el proceso para elaborar un producto enlatado que cumpla con las necesidades nutricionales del cuerpo humano, y examinarlo por medio de un análisis químico proximal y calorímetro que mida las cantidades de los principales componentes alimenticios, así como la energía que proporciona el producto, garantizando la calidad sensorial, física y microbiológica del enlatado a través de pruebas sensoriales, análisis físicos y análisis microbiológicos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 HISTORIA Y DEFINICION DEL TAMAL**

Según Karl (1989), un tamal (Nahuatl tamalli) es un alimento tradicional americano que consiste en masa de harina de maíz cocinada por vapor, con o sin un relleno; los tamales pueden estar llenos de carne, queso (postcolonial), y chile rebanado o cualquier preparación según el gusto, y es generalmente envuelto en una cáscara de granos u hojas de plantas antes de la cocina, dependiendo la región de la cual ellos vienen, y cocinado por lo general al vapor hasta que estén firmes. Han sido elaborados a través del continente americano por alrededor de 5000 años.; los tamales fueron desarrollados como una ración portátil para el empleo de las partes en guerra en las Américas antiguas.

### **2.2 DESASTRES NATURALES**

Los desastres naturales, parecen convertirse en circunstancias cotidianas de la existencia de millones de pobladores en América Latina y otras latitudes del orbe. Caracterizados comúnmente por la cantidad de pérdidas humanas y económicas sufridas a corto plazo, los desastres son fenómenos de carácter y definición eminentemente social, no solamente en términos del impacto que los caracteriza, sino también en términos de sus orígenes, así como de las reacciones y respuestas que suscitan en la sociedad política y civil (PMA, 2003)

#### **2.2.1 Riesgo de amenaza**

Los riesgos que pueden afectar a la seguridad alimentaria y nutricional son naturales o humanos. Son naturales cuando son derivados de peligros generados por huracanes e inundaciones, actividad volcánica, sismos, deslizamientos de tierra, maremotos, sequías, plagas (langosta, ratas, etc.) y humanos (políticos, económicos, sociales y culturales), cuando tienen su origen en conflictos como la guerra o una crisis económica o ambiental como la deforestación y la contaminación (PMA, 2003).

#### **2.2.2 Capacidad de respuesta**

Es el conjunto de factores o condiciones en que se encuentra una población, grupo o individuo que le permiten tener la capacidad de hacer frente a una amenaza, soportar, absorber o mitigar su impacto y sobrevivir físicamente sin cambios radicales en su sustento, manteniendo su consumo alimentario por encima de los valores críticos. La capacidad de respuesta esta determinada principalmente por la situación socioeconómica

y biofísica de la población (ingreso, ahorro, calidad y cantidad de activos disponibles) (PMA, 2003).

Según Berg (1991), los alimentos proporcionados en épocas de desastres principalmente deben estar disponibles, aunque parezca obvio, lo más importante es contar con algo disponible para comer. El alimento debe ser sencillo, fácil de preparar y que requiera un mínimo de utensilios para su consumo, también deben considerarse los requerimientos de combustible y agua. El que sean aceptados aún en condiciones traumáticas es un factor importante, por tanto de ser posible, la comida debe formar parte de la dieta existente, debe soportar las condiciones del medio ambiente en que se encontrará, y debe poder ser transportada en las condiciones más críticas.

## **2.3 NUTRICIÓN**

Las personas comen comida, no nutrientes, sin embargo la combinación y cantidad de nutrientes en los alimentos consumidos determina la salud de las personas (Geissler, 2000).

### **2.3.1 Metabolismo de la energía**

Según Geissler y Powers (2000), el balance energético en el cuerpo humano es el balance entre cuanta energía es consumida y cuanta es gastada. La energía que es consumida en forma de comida o bebidas puede ser almacenada en el cuerpo en forma de grasa (el principal almacenamiento de energía), glucógeno (energía a corto plazo/reservas de carbohidratos), o proteínas (rara vez usados por el cuerpo para energía, excepto en casos severos de necesidad u otras condiciones de gasto). La ingesta de energía es el consumo de macronutrientes de los alimentos.

Los carbohidratos proveen 3.8 Kcal/g, las proteínas aportan 4.06 Kcal/g, las grasas 8.8 Kcal/g, y el alcohol 29.4 Kcal/g (Gibney *et al.*, 2002).

Según Gibney *et al.* (2002), el total de la energía gastada comprende aproximadamente dos tercios de la energía gastada por el cuerpo para mantener las funciones básicas fisiológicas más el efecto térmico de una comida y la energía gastada durante movimientos fisiológicos. El uso más grande de energía es requerido como combustible para el gasto metabólico basal, que es la energía gastada por el cuerpo para mantener las funciones básicas metabólicas.

## **2.4 ENLATADO**

Según Rahman (2003), las latas de aluminio y hojalata constituyen la forma usual de utilización de metales para el envasado. El metal proporciona una barrera altamente efectiva entre el alimento y el medio ambiente. De esta forma, los conceptos críticos en el enlatado son asegurar que el producto en el interior de la lata sea biológicamente estable y

que el cierre conseguido con el metal sea completamente hermetico. La estabilidad de los alimentos se consigue mediante tratamiento térmico, excepto en el caso de alimentos en polvo.

El enlatado lo inventó Appert en el siglo XIX, como respuesta a la necesidad de abastecer al ejército de Napoleón con alimentos de calidad. Utilizó botes de vidrio, aunque casi al mismo tiempo un inglés de apellido Durand empleo recipientes de metal y cerámica; las dos ideas juntas condujeron a la lata de hojalata.

Las latas de hojalata se fabrican con laminas de acero revestidas con una capa de estaño de 0.5 mm de grosor. El acero puede proporcionar una protección de barrera casi perfecta y debido a su resistencia estructural y su capacidad de resistir la presión, puede procesarse en autoclave (cocción a presión) después de cerrarse herméticamente (Rahman, 2003).

#### **2.4.1 Esterilizado**

La temperatura usada para tratamientos de calor o enlatado varía desde 100 °C para alimentos de alta acidez a 121 °C para alimentos de baja acidez. La esterilización de vapor emplea vapor bajo presión de 15 psi para lograr una temperatura de 121 °C, que es necesaria para inactivar endosporas bacterianas; este proceso es el que destruye microorganismos y crea el vacío deseado para un sellado adecuado. Se requieren altas temperaturas y tiempo suficiente para estar seguros de un tratamiento de esterilización adecuado. Esto asegura que todas las partes del alimento que ha sido enlatado han recibido suficiente calor para reducir los microorganismos a niveles de esterilización comercial y que se elabore un alimento seguro con una vida de almacenamiento prolongada (Banwart, 1981).

#### **2.4.2 Deterioro de alimentos enlatados**

Según Jay (1996), a pesar de que el objetivo en el enlatado de alimentos es la destrucción de microorganismos, sin embargo estos productos experimentan deterioro microbiano bajo ciertas condiciones. La mayor causa para este deterioro es una falta de procesamiento térmico, enfriamiento inadecuado, contaminación de la lata como resultado de fugas a través del sello, y deterioro en los pre-procesos.

Debido a que algunos alimentos enlatados reciben tratamientos de baja temperatura, existe la posibilidad de que un gran número de diferentes tipos de microorganismos sean encontrados en la exanimación de dichos productos. Los resultados de daños microbianos son variables; muchas bacterias son fermentativas y producen acidez por la formación de ácidos, también se produce gas, y puede haber cambios en el color y la textura del producto (Banwart, 1981).

Como una guía hacia el tipo de deterioro que los alimentos enlatados pueden sufrir, la siguiente clasificación de alimentos enlatados basados en la acidez es útil:

- Alimentos de acidez baja, con un pH igual o mayor a 5.4, incluye maíz, habas, productos cárnicos, marinos, aves y leche.
- Alimentos de acidez media, son aquellos con un rango de pH de 5.3-4.5, se incluye espinacas, espárragos, remolacha y calabaza.
- Alimentos ácidos, con un pH entre 4.5 y 3.7, incluye alimentos como tomates, peras y piña americana.
- Alimentos muy ácidos, con un pH de 3.7 o menor, entre los que se encuentran diversas bayas y “sauerkraut” (Frasier, 2001).

### 2.4.3 Almacenamiento de Productos Enlatados

Según Jay (1996), los envases fríos y sellados apropiadamente, están listos para ser almacenados. Se debe lavar la tapa y el envase para quitar el residuo de alimentos, enjuagar y secar los envases, hay que etiquetar y fechar los envases, almacenarlos en un lugar fresco, oscuro, y seco (10 °C – 21 °C es ideal). No almacenar tarros encima de 35 °C o cerca de tubos calientes, un horno, en un ático aislado, o en contacto con luz solar directa; en condiciones como estas, el alimento perderá la calidad rápidamente y se puede deteriorar. La humedad puede corroer tapas metálicas, sellos de rotura, y permitir a la contaminación y el deterioro del producto. Es recomendable usar comida enlatada dentro de 1 a 2 años para una óptima calidad y valor nutricional.

**Cuadro 2. Como identificar y manejar latas de alimentos deterioradas**

Deterioro	Causa	Prevención
Lata en mal estado	Presión Incorrecta	Autoclave debe ser revisado cada año para exactitud
	Tiempo Incorrecto	Seguir instrucciones de tiempo de esterilización
	Pobre sellado de envases	Verificar envases y tapas por posible defectos. Limpie el borde de la tapa antes del sellado. No sobrellene los envases
Alimentos deteriorados	Uso de método incorrecto	Vegetales y carnes de baja acidez deben ser enlatados a presión correcta por seguridad
	Pobre selección de frutas y vegetales	Seleccionar productos de variedad apropiada y en conveniente estado de madurez

USDA, 2005

## 2.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

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).

## **2.6 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS**

### **2.6.1 Color**

El color es un atributo del alimento que influye de manera determinante en el consumidor; la apariencia, especialmente el color, varía con el tiempo por esto es necesario tener una forma de cuantificar dichos cambios, para controlar la calidad del producto.

El color tiene tres atributos: matiz que indica qué color primario o mezcla de colores primarios observamos (rojo, amarillo, azul, etc.); claridad que indica qué tan claro y oscuro es el color (blanco o negro) y la saturación que indica si el color es fuerte o pálido; el ojo humano tiene receptores para tres colores: rojo, azul y verde, por lo tanto la teoría de la visión del color indica que todos los colores resultan de la mezcla de estos tres.

Existen dos tipos de instrumentos para medir color: colorímetros, los cuales usan valores similares al modo en que el ojo humano observa el color y los espectrofotómetros que miden las longitudes de onda específicas de la luz que el objeto refleja (Córdova, 2006).

### **2.6.2 Textura**

La textura se puede definir como una de las características reológicas del alimento.; es un atributo importante que afecta la aceptación, procesamiento y manejo del alimento (transporte, vida útil, almacenamiento, etc.); la evaluación de la textura se puede realizar mediante análisis sensorial, con panelistas entrenados, o usando instrumentos de medición que reducen la variabilidad y generan información más objetiva.

Las técnicas de medición de textura pueden clasificarse en tres grupos: fundamentales, empíricas e imitativas. Adicionalmente la “General Foods” describió y estableció parámetros de medición de las propiedades reológicas, que se pueden correlacionar bien con el análisis sensorial, estos parámetros se denominan Análisis Perfil de Textura o TPA (“Texture Profile Análisis”) según sus siglas en inglés (Córdova, 2006).

### **2.6.3 Análisis químico proximal de alimentos**

El análisis químico proximal de alimentos mide las cantidades de humedad, materia orgánica, cenizas (minerales), proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo (lípidos) y extracto libre de nitrógeno (ELN, carbohidratos) de los alimentos (Córdova, 2006).

## **2.7 ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS**

El Análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto. El término organoléptico se refiere a los atributos de un producto, que son perceptibles por los órganos de los sentidos.

El análisis sensorial es la única técnica analítica que permite evaluar una muestra dentro de un contexto real de consumo. El análisis sensorial se aplica principalmente en

productos alimentarios; al evaluar distintas muestras o productos mediante el análisis sensorial, las estamos describiendo, comparando y estableciendo preferencias entre ellos.

En función de los resultados que queramos obtener, la prueba sensorial será realizada básicamente por tres tipos de jueces: el experto, el catador y el juez no iniciado o consumidor (Sensolab, 2005).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se realizó en la planta agroindustrial de investigación y desarrollo, en el laboratorio de análisis de alimentos y en el laboratorio de microbiología de alimentos ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras a una altitud de 814 msnm, una precipitación promedio anual de 1,100 mm, y una temperatura promedio anual de 24 °C.

### **3.2 MATERIALES E INSUMOS**

- Maseca
- Manteca
- Pollo
- Papa
- Consomé de pollo
- Cebolla Blanca
- Chile pimientón
- Limón
- Especies
- Pasta de Tomate
- Sal
- Ajo puro en polvo
- Achiote
- Agua
- Latas freund container 500ml
- Reactivos para análisis microbiológicos
- Reactivos para análisis químicos

### **3.3 EQUIPO**

- Enlatadora Vacuum/Gas/Multiflush Seamer, dixie Canner, UVGMD-ALCC
- Licuadora Rachedo, modelo 807 04 0809
- Estufa Whirlpool, Modelo 85237225 SS STOLLE B
- Escaldadora Vulcan-Hart, Modelo VEC10TW
- Balanza Ohaus-hand Model HH 120
- Autoclave All American Pressure Canner 915
- Encubadora Fisher 100 Series, Modelo 116D

- Color flex Hunter L\*a\*b\* ®
- Instron ® (Modelo 444), Instron Corp
- Abrelatas
- Potenciómetro Orion Research, Modelo 701A/digital IONALYZER
- Microscopio Simple, Reichert Scientific Instruments, Modelo BD294629

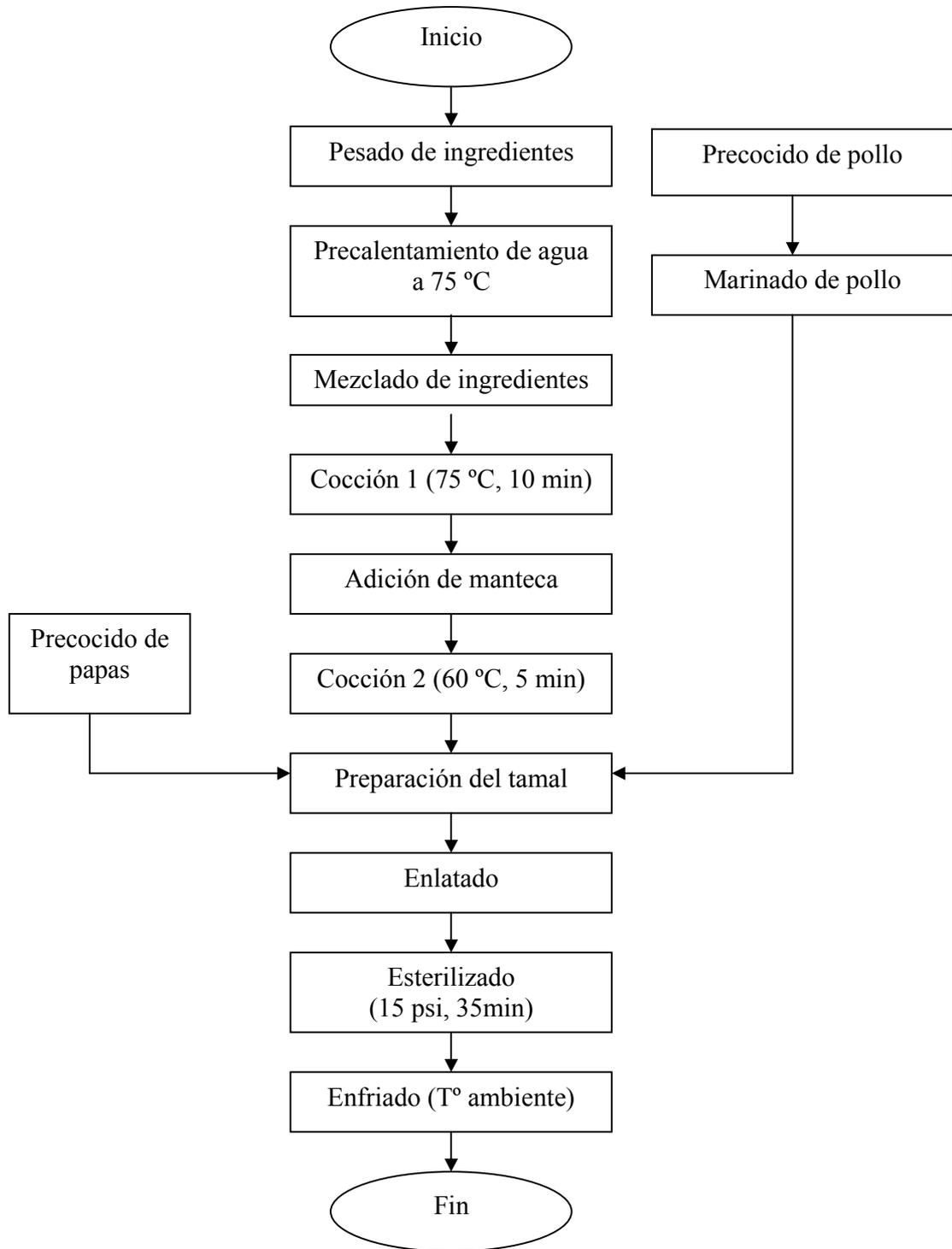
**3.4 DIAGRAMA DE FLUJO ELABORACIÓN RACIÓN ALIMENTICIA**

Figura 1. Diagrama de flujo elaboración ración alimenticia (tamal)

### 3.5 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial utilizado fue el de aceptación, utilizando una escala hedónica de 1 a 5, siendo 1 me disgusta mucho y 5 me gusta mucho. Se utilizó 10 panelistas hondureños no capacitados puesto la receta utilizada es típica de Honduras, y estos recibieron una inducción acerca del estudio, la forma de evaluación y las características a evaluar en el producto. Se realizaron análisis sensoriales los días 0, 30 y 50, con 3 repeticiones cada uno. Los parámetros evaluados para cada variable fueron: aroma, color, textura, sabor y apreciación general. En el salón de evaluación sensorial se rotularon las muestras con números aleatorizados y se le entregó a cada panelista una muestra de cada tratamiento, así como agua y galletas de soda para limpiar el paladar entre cada muestra.

### 3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

#### 3.6.1 Color

Se midieron los valores  $L^*a^*b^*$  de la masa y el pollo en el Colorflex Hunter Lab ®, donde  $L^*$  denota la claridad y el brillo y nos indica cuán blanca o negra es la muestra;  $a^*$  va del rojo al verde y  $b^*$  va de amarillo al azul. Se realizaron mediciones los días 0, 30 y 50.

Medición de color con el Colorflex:

1. Encender el aparato por lo menos media hora antes de iniciar las mediciones.
2. Calibrar el equipo con los discos de acuerdo a las indicaciones del software.
3. Establecer los parámetros de medición, luminosidad, observación y escala.
4. Realizar 3 mediciones de color de cada producto proporcionado usando muestras diferentes.

#### 3.6.2 Textura

Se midió la fuerza necesaria (Newton) para cortar la masa y el pollo utilizando el Instron ®. Se realizaron mediciones los días 0, 30 y 50.

Medición de la fuerza en el Instron ®:

1. Encender el equipo al menos treinta minutos antes de cualquier medición.
2. Realizar la calibración del instrumento.
3. Ensamblar el accesorio necesario para la medición: acople de guillotina Compression Warner Bratzer Crosshead Speed No. 2.
4. Realizar 3 mediciones por tratamiento.

### 3.7 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Se midió las cantidades de humedad, cenizas (minerales), proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo (lípidos) y extracto libre de nitrógeno (ELN, carbohidratos) del tratamiento que contiene pollo.

Cada uno de estos parámetros se analizó con los métodos oficiales como sigue: humedad con el método AOAC 925.09, cenizas con el método AOAC 923.02, proteínas utilizando el método AOAC 960.52, fibra cruda a través del método AOAC 926.09, lípidos con el método AOAC 970.220 y contenido calórico utilizando el método AOAC 971.10.

### 3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

#### 3.8.1 Análisis de presencia o ausencia de microorganismos anaerobios.

Se analizó el comportamiento de las latas de cada tratamiento por cada una de las repeticiones en un horno de incubación a temperaturas de 37 °C por el lapso 10 días y posteriormente se analizó el comportamiento de otra tanda de latas a temperatura de 50 °C por el lapso de 10 días.

#### 3.8.2 Análisis de presencia o ausencia de *Clostridium botulinum*.

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 de 10 mililitros cada uno. Finalmente se sometieron todos los tubos a esterilización por 15 minutos en 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, realizándose 2 replicas por cada uno.

Después de 5 días cada tubo se analiza 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). Si existiera un tubo que resulte sospechoso se le considera como un posible cultivo puro de esta bacteria.

### **3.8.3 Análisis de presencia o ausencia de aerobios totales.**

Para determinar la presencia o ausencia de microorganismos se utilizó un caldo Lauria Bertani, medio no selectivo para crecimiento de bacterias, hongos y levaduras.

El proceso consistió en mezclar agua destilada con 1% de bacto triptona, 0.5 % de extracto de levadura y 1% de NaCl. Esta mezcla se vertió en frascos de autoclave con un volumen de 100 ml y se sometieron a esterilización a 121 °C y 15 psi por 15 minutos.

Al momento de inocular se vertió 100 ml del medio con 100 ml de la sopa de caracol y se inoculó por 24 hrs a 37 °C.

Los resultados se evaluaron por la turbidez y olor de las muestras.

### **3.8.4 Análisis de coliformes totales.**

Se calibró la balanza y se pesaron los gramos de agar que indica el bote para el volumen que se desea trabajar.

Se tomó el agua destilada con una probeta y se depositó en un erlen meyer, a continuación se colocó los gramos de agar dentro del erlen meyer que contenía el agua destilada, se depositó un imán en la solución y se tapó con papel aluminio.

Se ubicó el erlen meyer con la solución sobre un agitador, se encendió y esperó hasta el punto de ebullición de la solución y luego de 1 minuto se apagó la estufa, posteriormente se esperó a que enfríe y se repartió en frascos pequeños.

Al momento de la siembra se depositó 1 ml de la muestra y 20 ml de medio de cultivo, se dejó que se enfríe y que se gelifique completamente y se inoculó por 48 hrs a 25 °C.

## **3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental se dividió en dos partes, la primera consistía de 2 formulaciones (con y sin material proteico) por 2 presiones de esterilización (10, 15 psi), y la segunda que constaba de 2 formulaciones (con y sin material proteico) por 1 presión de esterilización (15 psi). Se trabajó con un diseño de bloques completos al azar (BCA) con una separación de medias Tukey y un nivel de significancia ( $P < 0.05$ ), se utilizó un

análisis de medidas repetidas en el tiempo (0, 30 y 50 días) para evaluar cambios durante el estudio, en el programa estadístico SAS®.

Luego de realizar el análisis de presencia o ausencia de microorganismos anaerobios, se identificó que las latas esterilizadas a 10 psi reportaron una presencia de estos microorganismos; por razones de seguridad se eliminaron los tratamientos 3 y 4 de los subsiguientes análisis, manteniéndose únicamente los tratamientos 1 y 2 que fueron esterilizados a 15 psi y que no reportaron la presencia de estos microorganismos.

**Cuadro 3. Descripción de tratamientos (0 días)**

	<b>Presión</b>	
	<b>15 psi</b>	<b>10 psi</b>
<b>Formulación A</b>	trat 1	trat 3
<b>Fomrulacion B</b>	trat 2	trat 4

**Cuadro 4. Descripción de tratamientos (20 días: posterior a análisis microbiológicos)**

	<b>Presión</b>
	<b>15 psi</b>
<b>Formulación A</b>	trat 1
<b>Fomrulacion B</b>	trat 2

\*Formulación A: contiene porción de pollo; formulación B: no contiene porción de pollo

## 4. RESULTADOS

### 4.1 ELABORACIÓN RACIÓN ALIMENTICIA

Se realizaron pruebas preliminares para controlar la esterilización del producto enlatado, las pruebas se efectuaron a presiones de 15 psi y 10 psi, y un tiempo de esterilización de 25 y 35 minutos, se realizaron análisis sensoriales exploratorios en los cuales se llegó a la formulación final, y se determinó que el tiempo adecuado de cocción y esterilización del producto es de 35 minutos.

#### 4.1.2 Formulación

La elaboración final del tamal que contiene pollo consta de recado 1: 51%, recado 2: 34%, pollo: 10% y papa: 5%.

**Cuadro 5. Formulación de recado 1**

<b>Ingredientes</b>	<b>g</b>	<b>%</b>
Maseca	9.86	14.72
Manteca	2.41	3.51
Mezcla chile-cebolla*	0.876	1.31
Consomé de pollo	0.657	0.99
Sal	0.438	0.65
Especies	0.153	0.24
Ajo en polvo	0.044	0.066
Agua	52.57	78.53

**Cuadro 6. Formulación de recado 2**

<b>Ingredientes</b>	<b>g</b>	<b>%</b>
Maseca	6.33	14.17
Manteca	1.55	3.47
Mezcla chile-cebolla*	0.872	1.95
Pasta de tomate	0.727	1.63
Consomé de pollo	0.582	1.3
Achiote	0.335	0.75
Sal	0.321	0.72
Especies	0.101	0.23
Ajo en polvo	0.036	0.08
Agua	33.88	75.83

**Cuadro 7. Formulación marinado pollo**

<b>Ingredientes</b>	<b>g</b>	<b>%</b>
Pollo	8.5	75.7
Pasta de tomate	0.822	7.31
Mezcla chile-cebolla*	0.748	6.66
Consomé de pollo	0.417	43.71
Extracto de limón	0.411	3.66
Sal	0.208	1.85
Especies	0.125	1.11

\* Mezcla chile/cebolla: 45 % agua, 29% cebolla amarilla, 26% chile pimentón

### 4.1.3 Elaboración de ración alimenticia

1. Pesado de ingredientes: se pesan todos los ingredientes en la balanza.
2. Precocción de pollo: se cocina el pollo a 80 °C durante 6 min.
3. Marinado de pollo: se mezclan los ingredientes para el marinado del pollo y se deja reposar en el refrigerador hasta el momento de la preparación del nacatamal.
4. Precalentamiento de agua a 75 °C: se calienta el agua para los 2 recados, por separado, hasta llegar a 75 °C.
5. Mezclado de ingredientes: se mezclan en el agua precalentada todos los ingredientes de los 2 recados por separado, exceptuando la manteca.
6. Cocción 1: se cocina la mezcla a 75 °C durante 10 min o hasta que no se observen grumos.
7. Adición de manteca: se añade la manteca respectiva a cada uno de los recados.
8. Cocción 2: se cocina cada mezcla a 60 °C durante 5 min.
9. Precocción de papa: las papas en cuadritos se cocinan a 80 °C durante 7 min.
10. Preparación del tamal: se mezcla la proporción de cada recado junto con el pollo y la papa, se coloca en la lata.
11. Enlatado: se coloca la lata en la cámara de sellado junto con la tapa superior de la lata, y se cierra la cámara.
12. Esterilizado: en el autoclave se esteriliza la lata por 35 min a una presión de 15 psi.
13. Enfriado: finalizados los 35 min se espera que la presión llegue a 0 psi para sacar las latas del autoclave, y se enfrían fuera del autoclave a temperatura ambiente.

## 4.2 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS SENSORIALES Y FÍSICOS

En los parámetros sensoriales se analizaron los tratamientos 1 y 2, también se analizó por separado la porción de pollo del tratamiento 1. En la evaluación física del color y la textura se evaluaron por separado la masa (recado 1) y el pollo, para observar cambios físicos entre tratamientos y en el tiempo de estas variables.

### 4.2.1 Evaluación sensorial del aroma

#### 4.2.1.1 Aroma tratamientos

El cuadro 8 indica que no se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el aroma entre tratamientos. Durante los 50 días en que se realizaron los análisis se mantuvo una calificación de “me gusta” entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) (cuadro9).

**Cuadro 8. Evaluación de aroma en análisis sensorial, entre tratamientos**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	4.27 ± 0.69 <sup>a</sup>	4.33 ± 0.71 <sup>a</sup>	4.40 ± 0.62 <sup>a</sup>
2	4.00 ± 0.74 <sup>a</sup>	3.97 ± 0.89 <sup>a</sup>	4.13 ± 0.73 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 9. Evaluación de aroma en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	4.27 ± 0.69 <sup>x</sup>	4.33 ± 0.71 <sup>x</sup>	4.40 ± 0.62 <sup>x</sup>
2	4.00 ± 0.74 <sup>x</sup>	3.97 ± 0.89 <sup>x</sup>	4.13 ± 0.73 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.1.2 Aroma pollo

No se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) durante los 50 días de estudio en el atributo aroma del pollo en el análisis sensorial (cuadro 10).

**Cuadro 10. Evaluación de aroma del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
Pollo	4.13 ± 0.73 <sup>x</sup>	4.2 ± 0.76 <sup>x</sup>	4.17 ± 0.98 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.2 Evaluación física del color

##### 4.2.2.1 Color masa

##### 4.2.2.1.1 Valor L\* (Claridad)

El cuadro 11 indica que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. Durante los días 0 y 30 no existieron diferencias significativas en las masas. En el día 50 existió un aumento estadístico significativo ( $P < 0.05$ ) en el valor de claridad en la masa, debido a que el agua se filtra y se acumula en la parte baja de la lata (cuadro 12).

**Cuadro 11. Evaluación de Valor L\* de la masa en análisis físicos, entre tratamientos**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	62,93 ± 1.63 <sup>a</sup>	65.30 ± 0.98 <sup>a</sup>	69.14 ± 0.84 <sup>a</sup>
2	63.70 ± 1.53 <sup>a</sup>	64,83 ± 0.77 <sup>a</sup>	68.78 ± 0.71 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 12. Evaluación de Valor L\* de la masa en análisis físicos, a través del tiempo**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	62,93 ± 1.63 <sup>y</sup>	65.30 ± 0.98 <sup>y</sup>	69.14 ± 0.84 <sup>x</sup>
2	63.70 ± 1.53 <sup>y</sup>	64,83 ± 0.77 <sup>y</sup>	68.78 ± 0.71 <sup>x</sup>

Letras distintas en la misma fila establecen que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

#### 4.2.2.1.2 Valor a\* (rojo)

En el cuadro 13 observamos que no se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre las dos masas, manteniéndose un valor promedio de 0,67 unidades de a. En los análisis realizados a los 0, 30 y 50 días no se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en los valores de a\* en ninguna de las dos masas (cuadro 14).

**Cuadro 13. Evaluación de Valor a\* de la masa en análisis físicos, entre tratamientos**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	0.72 ± 0.044 <sup>a</sup>	0.64 ± 0.046 <sup>a</sup>	0.69 ± 0.042 <sup>a</sup>
2	0.65 ± 0.049 <sup>a</sup>	0.68 ± 0.053 <sup>a</sup>	0.67 ± 0.035 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 14. Evaluación de Valor a\* de la masa en análisis físicos, a través del tiempo**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	0.72 ± 0.044 <sup>x</sup>	0.64 ± 0.046 <sup>x</sup>	0.69 ± 0.042 <sup>x</sup>
2	0.65 ± 0.049 <sup>x</sup>	0.68 ± 0.053 <sup>x</sup>	0.67 ± 0.035 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.2.1.3 Valor b\* (amarillo)

El cuadro 15 muestra que no se presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre masas con respecto al valor b\* (amarillo) del color, así como el cuadro 16 nos indica que tampoco existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) durante los 50 días del estudio para ninguna de las masas.

**Cuadro 15. Evaluación de Valor b\* de la masa en análisis físicos, entre tratamientos**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	21.90 ± 0.92 <sup>a</sup>	22.47 ± 0.76 <sup>a</sup>	23.41 ± 0.74 <sup>a</sup>
2	21.29 ± 1.05 <sup>a</sup>	21.64 ± 0.82 <sup>a</sup>	22.92 ± 0.83 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 16. Evaluación de Valor b\* de la masa en análisis físicos, a través del tiempo**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	21.90 ± 0.92 <sup>x</sup>	22.47 ± 0.76 <sup>x</sup>	23.41 ± 0.74 <sup>x</sup>
2	21.29 ± 1.05 <sup>x</sup>	21.64 ± 0.82 <sup>x</sup>	22.92 ± 0.83 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.2.2 Color pollo

##### 4.2.2.2.1 Valor L\* (claridad)

El cuadro 17 indica que no existieron cambios significativos durante los 50 días de estudio en el valor L\* del pollo, manteniendo constante su valor de claridad.

**Cuadro 17. Evaluación de Valor L\* del pollo en análisis físicos, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
pollo	69.38 ± 1.67 <sup>x</sup>	70.81 ± 1.94 <sup>x</sup>	68.23 ± 1.64 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

##### 4.2.2.2.2 Valor a\* (rojo)

No existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) a través del tiempo en el valor a\* en el pollo (cuadro 18).

**Cuadro 18. Evaluación de Valor a\* del pollo en análisis físicos, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
pollo	$6.05 \pm 0.47^x$	$5.91 \pm 0.56^x$	$6.44 \pm 0.48^x$

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.2.2.3 Valor b (amarillo)

Durante los 50 días de estudio no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el valor b\* en el pollo (cuadro 19)

**Cuadro 19. Evaluación de Valor b\* del pollo en análisis físicos, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
pollo	$20.70 \pm 0.78^x$	$19.78 \pm 0.63^x$	$20.41 \pm 0.88^x$

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.3 Evaluación sensorial del color

##### 4.2.3.1 Color tratamientos

El cuadro 20 indica que se mantuvo una muy buena aceptación de color entre tratamientos, se observa que la masa 1 tuvo una aceptación más alta entre tratamientos, pero sin detectarse diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). A través de los 50 días de estudio los panelistas mostraron una aceptación constante, sin presentarse diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con respecto al color de las masas (cuadro 21).

**Cuadro 20. Evaluación de color en análisis sensorial, entre tratamientos**

Tratamiento	Día		
	0	15	30
1	$4.27 \pm 0.58^a$	$4.33 \pm 0.55^a$	$4.07 \pm 0.64^a$
2	$3.93 \pm 0.45^a$	$4.07 \pm 0.94^a$	$3.90 \pm 0.71^a$

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 21. Evaluación de color en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	15	30
1	4.27 ± 0.58 <sup>x</sup>	4.33 ± 0.55 <sup>x</sup>	4.07 ± 0.64 <sup>x</sup>
2	3.93 ± 0.45 <sup>x</sup>	4.07 ± 0.94 <sup>x</sup>	3.90 ± 0.71 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.3.2 Color pollo

El cuadro 22 indica que no se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en los 50 días de estudio, y los panelistas mantuvieron un valor constante con respecto al parámetro de color en el pollo.

**Cuadro 22. Evaluación de color del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
Pollo	4.13 ± 0.57 <sup>x</sup>	4.2 ± 0.61 <sup>x</sup>	4.07 ± 0.74 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.4 Medición física de la textura (Newton)

##### 4.2.4.1 Textura de la masa

El Cuadro 23 indica que no existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre las dos masas en ninguno de los días de análisis. A través del tiempo se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el día 0 y el día 50 con respecto a la cantidad de Newton que requieren las masas para ser cortadas, esto se debe principalmente a la compactación de la masa en la lata conforme transcurre el tiempo (cuadro 24).

**Cuadro 23. Evaluación de textura de la masa (N), entre tratamientos**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	1.23 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.45 ± 0.16 <sup>a</sup>	1.76 ± 0.13 <sup>a</sup>
2	1.26 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.42 ± 0.11 <sup>a</sup>	1.80 ± 0.17 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 24. Evaluación de textura de la masa (N), a través del tiempo**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	1.23 ± 0.13 <sup>y</sup>	1.45 ± 0.16 <sup>xy</sup>	1.76 ± 0.13 <sup>x</sup>
2	1.26 ± 0.12 <sup>y</sup>	1.42 ± 0.11 <sup>xy</sup>	1.80 ± 0.17 <sup>x</sup>

Letras distintas en la misma fila establecen que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

#### 4.2.4.2 Textura del pollo

La textura del pollo no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en términos de Newton necesarios para cortarla, durante los 50 días del estudio (cuadro 25).

**Cuadro 25. Evaluación de textura del pollo (N), a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
Pollo	15.6 ± 0.79 <sup>x</sup>	14.9 ± 0.67 <sup>x</sup>	16.0 ± 0.73 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.5 Evaluación sensorial de la textura

##### 4.2.5.1 Textura tratamientos

El cuadro 26 indica que no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos en ninguno de los días de evaluación sensorial que fueron parte del estudio, manteniéndose una calificación de “me gusta” en todos los tratamientos. A través de los 50 días del estudio no se encontraron diferencias significativas en ningún tratamiento (cuadro 27).

**Cuadro 26. Evaluación de textura en análisis sensorial, entre tratamientos**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	4.10 ± 0.76 <sup>a</sup>	4.07 ± 0.87 <sup>a</sup>	4.17 ± 0.53 <sup>a</sup>
2	4.27 ± 0.58 <sup>a</sup>	4.17 ± 0.83 <sup>a</sup>	4.23 ± 0.63 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 27. Evaluación de textura en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	4.10 ± 0.76 <sup>x</sup>	4.07 ± 0.87 <sup>x</sup>	4.17 ± 0.53 <sup>x</sup>
2	4.27 ± 0.58 <sup>x</sup>	4.17 ± 0.83 <sup>x</sup>	4.23 ± 0.63 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.5.2 Textura pollo

No se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) a través de los 50 días de estudio en el pollo con respecto al atributo de aroma en el análisis sensorial (cuadro 28).

**Cuadro 28. Evaluación de textura del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
Pollo	4.17 ± 0.53 <sup>x</sup>	4.03 ± 0.67 <sup>x</sup>	4.13 ± 0.73 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.6 Evaluación sensorial del sabor

##### 4.2.6.1 Sabor tratamientos

En el cuadro 29 observamos que la masa de los dos tratamientos obtuvo una calificación de “me gusta” en todas las pruebas sensoriales realizadas. La masa 1 obtuvo una calificación más alta que la masa 2 en todos los días que se realizaron pruebas sensoriales, sin que se detecten diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los 2 tratamientos. La calificación de las masas de los 2 tratamientos no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) a través del tiempo (Cuadro 30).

**Cuadro 29. Evaluación de sabor en análisis sensorial, entre tratamientos**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	4.20 ± 0.66 <sup>a</sup>	4.23 ± 0.82 <sup>a</sup>	4.27 ± 0.87 <sup>a</sup>
2	3.97 ± 0.61 <sup>a</sup>	4.03 ± 0.72 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.69 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 30. Evaluación de sabor en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	4.20 ± 0.66 <sup>x</sup>	4.23 ± 0.82 <sup>x</sup>	4.27 ± 0.87 <sup>x</sup>
2	3.97 ± 0.61 <sup>x</sup>	4.03 ± 0.72 <sup>x</sup>	4.00 ± 0.69 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.6.2 Sabor pollo

Los panelistas mantuvieron una calificación promedio de 4.27 para el pollo durante los análisis sensoriales realizados en los 50 días del estudio, sin encontrarse diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en los mismos (Cuadro 31).

**Cuadro 31. Evaluación de sabor del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
Pollo	4.23 ± 0.68 <sup>x</sup>	4.27 ± 0.78 <sup>x</sup>	4.30 ± 0.84 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.7 Evaluación sensorial de aceptación general

##### 4.2.7.1 Aceptación general tratamientos

El cuadro 32 nos indica que la masa 1 fue calificada con aceptación levemente más alta que la masa 2, sin encontrarse diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre estos dos tratamientos, manteniéndose una aceptación promedio de “me gusta” entre tratamientos, así como también durante todos los análisis sensoriales que se realizaron a través de los 50 días del estudio (Cuadro 33).

**Cuadro 32. Evaluación de aceptación general en análisis sensorial, entre tratamientos**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	4.17 ± 0.59 <sup>a</sup>	4.20 ± 0.66 <sup>a</sup>	4.13 ± 0.68 <sup>a</sup>
2	3.97 ± 0.61 <sup>a</sup>	3.93 ± 0.83 <sup>a</sup>	4.03 ± 0.72 <sup>a</sup>

Letras iguales en la misma columna establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 33. Evaluación de aceptación general en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamientos	Día		
	0	30	50
1	4.17 ± 0.59 <sup>x</sup>	4.20 ± 0.66 <sup>x</sup>	4.13 ± 0.68 <sup>x</sup>
2	3.97 ± 0.61 <sup>x</sup>	3.93 ± 0.83 <sup>x</sup>	4.03 ± 0.72 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.7.2 Aceptación general pollo

El cuadro 34 muestra una calificación promedio de 4.18 en la aceptación general del pollo durante los 50 días de estudio y no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 34. Evaluación de aceptación general del pollo en análisis sensorial, a través del tiempo**

Tratamiento	Día		
	0	30	50
Pollo	4.27 ± 0.74 <sup>x</sup>	4.17 ± 0.69 <sup>x</sup>	4.10 ± 0.76 <sup>x</sup>

Letras iguales en la misma fila establecen que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

### 4.3 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

La cantidad de componentes alimenticios basados en el requerimiento diario de una persona promedio nos indican que el tamal es una muy buen fuente de energía para el cuerpo humano, puesto una ración alimenticia (600gr) aporta 996 Kcal, lo que equivale al 47% del total del requerimiento calórico diario de un adulto activo.

**Cuadro 35. Cantidad de componentes nutricionales por ración alimenticia**

Componente	Grasa	Proteína	Carbohidratos	Fibra Cruda	Cenizas
<b>Gramos/ración</b>	52.98	33.18	104.4	13.2	10.44
<b>% / ración</b>	8.83	5.53	13.74	2.31	1.36

### 4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

En el análisis microbiológico para identificar la presencia o ausencia de microorganismos anaerobios realizado a los 4 tratamientos, se observó que en las latas esterilizadas a 10 psi hubo generación de gas (latas infladas), razón por la cual se descartaron estos tratamientos para los análisis físicos y sensoriales de los cuales comprendía el estudio. El análisis de presencia o ausencia de *C. Botulinum* efectuado a los 20 y 50 días presentó una ausencia

del mismo, así como una ausencia total de aerobios totales y coliformes, garantizando así la inocuidad de los 2 tratamientos con los cuales se continuó en el estudio durante los 50 días.

**Cuadro 36. Evaluación Microbiológica**

Muestra	Presión (Psi)	<i>C. Botulinum</i>	Anaerobios		
			termófilos	Coliformes	Aerobios totales
Trat 1	15	-	-	-	-
Trat 2	15	-	-	-	-
Trat 3	10	-	+	n/r	n/r
Trat 4	10	-	+	n/r	n/r

n/r : no realizado, + : presencia, - : ausencia

#### 4.5 COSTO VARIABLE UNITARIO

**Cuadro 37. Costos variables por 1 ración alimenticia (tipo tamal)**

Insumos	Unidad	Costo Unitario (Lempiras)	Cantidad para una ración	Costo por ración
Maseca	gramos	0.0123	97.14	1.1989
Manteca	gramos	0.0149	23.76	0.3535
Pollo	gramos	0.0355	51	1.8097
Papa	gramos	0.0121	30	0.3637
Consomé de pollo	gramos	0.1003	10.384	1.0415
Pasta de tomate	gramos	0.0416	9.294	0.3869
Especies	gramos	0.155	2.772	0.4297
Achiote	gramos	0.1485	2.01	0.2985
Ajo en polvo	gramos	0.2021	0.48	0.097
Sal	gramos	0.0066	5.304	0.0351
Chile verde	gramos	0.0121	3.9	0.0473
Cebolla amarilla	gramos	0.0165	4.344	0.0718
Limón	gramos	0.0099	2.466	0.0245
Agua	gramos	0.0012	525.06	0.6362
<b>Costo total insumos</b>				<b>6.7941</b>
Empaque	lata	4.63	1	4.63
<b>Total costos/ración/lempiras</b>				<b>11.42</b>
<b>Total costos/ración/dólares</b>				<b>0.61</b>

1 Dólar = 19.46 lps.

## 5. CONCLUSIONES

- Para todos los atributos sensoriales, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, se mantuvo un valor promedio de “me gusta” durante los 50 días del estudio.
- Las latas esterilizadas a 10psi (35min) presentaron crecimiento de microorganismos anaerobios a los 20 días.
- Para los atributos físicos de textura y color no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos.
- Se detectaron diferencias significativas para el atributo textura, a través del tiempo, en todos los tratamientos.
- La porción de pollo utilizada en el estudio no presentó diferencias significativas en sus atributos sensoriales y propiedades físicas, durante la duración del estudio.
- El tratamiento que contiene la porción de pollo reportó 996 Kcal, lo que significa un 47% del requerimiento diario para una persona, basado en una dieta de 2100 kcal diarias.
- El costo variable unitario por ración alimenticia (600g) fue de L 11.42 (US \$0.61), para las condiciones de este estudio.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio de vida de anaquel del producto.
- Realizar un estudio de pre factibilidad para determinar la viabilidad económica de desarrollar una reserva estratégica de raciones alimenticias en la EAP.
- Evaluar el uso de otros sistemas de empaque para este producto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Banwart, G. 1981. Basic food Microbiology. The AVI publishing company. Connecticut. 519 p.

Berg, C. 1991. Estudios sobre nutrición: su importancia en el desarrollo socioeconómico. Ed. Limusa. México D.F. 344 p.

Córdova, D. 2006. Optimización del proceso de enlatado para sopa de caracol elaborada con receta garífuna. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agroindustrial, Zamorano, Honduras. 37 p

Geissler, C.; Powers, H. 2000. Human Nutrition. Ed. Elsevier. 743 p.

Gibney, M.; Vorster, H.; Kok, F. 2002. Introduction to Human Nutrition. Blackwell Publishing. Oxford. 342 p.

Jay, J. 1996. Modern food Microbiology. Chapman and Hall titles. New York. 661 p.  
U.S. Food and Drug Administration. 1998. Bacteriological Analytical Manual. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bamtoc.html>. Consultado el 18 Jul. 2007.

PMA. 2003. Análisis y Cartografía de la Vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentariaa y Nutricional. Graficentro Editores. Honduras. 155 p.

Rahman, M. 2003. Manual de Conservación de Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. 863 p.

Sensolab. 2006. Análisis Sensorial de Alimentos. Disponible en: <http://www.sensolab.net/analisis.html>. Consultado el 5 Ago. 2007.

Turplan. 2005. Huracanes en Centro América. Disponible en: <http://atlas.snet.gob.sv/atlas/files/ciclones/HuracanesCentroAmerica.html>. Consultado el 22 Ago. 2007

USDA. 2005. Microbiology of thermally processed commercially and shelf stable meat and poultry products. Disponible en: [http://www.fsis.usda.gov/PDF/FSRE\\_SS\\_2Microbiology.pdf](http://www.fsis.usda.gov/PDF/FSRE_SS_2Microbiology.pdf). Consultado el 17 Ago. 2007.

U.S. Food and Drug Administration 2001. Examination of canned foods. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/%7Eebam/bam-21a.html>. Consultado el 13 Ago. 2007.

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1. Actual protocolo para contingencias en Zamorano**

<b>Huracanes</b>	<b>Terremoto</b>	<b>Incendio</b>	<b>Epidemia</b>	<b>Actos Criminales</b>	<b>Disturbios Civiles</b>
Carne cocida, carne asada, arroz, huevos, aceite, pan, azúcar, café, pastas alimenticias, pasta de tomate, salsa de tomate, leche en polvo, cereales, lácteos, encurtidos, frijoles, agua purificada, refrescos en recipientes individuales, cisterna para agua de cocción y limpieza	Dependiendo del estado del edificio y de las instalaciones, se decidirá por alguna de las alternativas descritas para incendios. También se sugiere contactar proveedores de comida empacada similar a la que usa el ejército americano. Suplir agua purificada, refrescos en recipientes individuales. Cisterna para agua de cocción y limpieza.	Uso de las instalaciones de la planta de lácteos, cárnicos, hortofrutícola, cafetería CEDA, PAID. Cisterna agua para cocción y limpieza. Opción temporal de comprar comida preparada en Tegucigalpa.	Dietas prob. Digestivos: líquida, blanda, hipo grasa, bebidas rehidratantes, suero oral y agua purificada. Hepatitis: dieta hipocalórica, hiper CHO, hipo GRS	Uso de las instalaciones de la planta de lácteos, cárnicos, hortofrutícola, cafetería CEDA, PAID. Agua purificada y refrescos en recipientes individuales.	Carne cocida, carne asada, arroz, huevos, aceite, pan, frijoles, pastas alimenticias, pasta de tomate, salsa de tomate, café, azúcar, leche en polvo, cereales, encurtidos, frijoles, lácteos.