

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE
AGUA, COMPACTACIÓN Y SU EFECTO SOBRE LA
ACEPTABILIDAD Y DURABILIDAD EN SALCHICHAS
ESCALDADAS ELABORADAS A BASE DE CARNE DE
CERDO”**

LUIS ARTURO AGUIRRE RIVERA

GUATEMALA JULIO 2004

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE
AGUA, COMPACTACIÓN Y SU EFECTO SOBRE LA
ACEPTABILIDAD Y DURABILIDAD EN SALCHICHAS
ESCALDADAS ELABORADAS A BASE DE CARNE DE
CERDO”**

TESIS

**Presentada a la honorable junta directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la
Universidad de San Carlos de Guatemala**

POR

LUIS ARTURO AGUIRRE RIVERA

Previo a conferírsele el grado académico de

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, JULIO 2004

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| DECANO | Dr. Mario Llerena Quan |
| SECRETARIO | Dra. Beatriz Santizo |
| VOCAL I | Lic. Carlos Saavedra |
| VOCAL II | Dr. Fredy González |
| VOCAL III | Dr. Edgar Bayley |
| VOCAL IV | Br. Estuardo Ruano |
| VOCAL V | Br. Romeo Barrios |

ASESORES

**Lic. Zoot. Giovanni Avendaño
Lic. Zoot. Jorge Sinay
Lic. Zoot. Enrique Corzantes
Lic. Nutric. Julieta de Ariza**

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de tesis titulado:

“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA, COMPACTACIÓN Y SU EFECTO SOBRE LA ACEPTABILIDAD Y DURABILIDAD EN SALCHICHAS ESCALDADAS ELABORADAS A BASE DE CARNE DE CERDO”

Como requisito previo a optar el título profesional de

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

I. INTRODUCCION

Los embutidos escaldados se consideran como de buena calidad cuando poseen características sensoriales (sabor, textura, color y olor) agradables al paladar del consumidor, por lo que deben mantenerse inalterables aún cuando el producto sea almacenado por un período de tiempo no mayor de cuatro semanas. Dentro de los procesos de elaboración de embutidos es necesario tomar en cuenta aspectos de suma importancia, en un primer lugar los ingredientes que deberán llenar todos los requisitos higienico-sanitarios y de calidad tales como, carne cruda picada, sales, grasa y agua, todos estos ingredientes se convierten en una pasta homogénea con la acción del cutter la que se pone dentro de una funda natural o de celofán y finalmente se seca, ahuma y escalda.

En segundo lugar es importante considerar el proceso de formulación, el cuál se ha expresado en un esquema muy parecido a una receta de cocina, donde no se toma en cuenta la importancia de encontrar valores tecnológicos tales como capacidad de retención de agua y compactación, los cuáles determinan en buena parte las características sensoriales, influenciando de ésta manera la calidad y durabilidad del producto, ya que las formulaciones de las salchichas han sido desarrolladas en otros países cuyos habitantes poseen un hábito de consumo diferente al del guatemalteco. Por lo que es necesario elaborar productos que se adecuen a los gustos de los consumidores en nuestro medio para que sean altamente apreciados sin descuidar su vida útil y así asegurar una buena comercialización.

II. HIPOTESIS

Existen diferencias significativas en cuanto a características sensoriales y la aceptación de salchichas escaldadas elaboradas a base de carne cerdo cuando se utilizan diferentes valores de capacidad de retención de agua y compactación.

III. OBJETIVOS

3.1 General:

Desarrollar productos cárnicos que posean alto grado de aceptabilidad y durabilidad.

3.2 Específicos:

3.2.1 Determinar el efecto de cuatro niveles de capacidad de retención de agua (0-10; 10-20; 20-30; 30-40) y compactación (10-20; 20-30; 30-40; 40-50) sobre las características sensoriales en una salchicha elaborada a base de carne de cerdo.

3.2.2 Establecer cuál de los tratamientos es el más aceptado en términos de sabor, textura color y olor.

3.2.3 Cuantificar semanalmente el crecimiento bacteriano en el producto por medio de un examen microbiológico de laboratorio, en términos de unidades formadoras de colonia, a fin de establecer el período de vida útil del producto.

3.2.4 Cuantificar semanalmente valores físicos tales como sinéresis (g de agua perdida), materia seca parcial (%) y su influencia sobre el crecimiento bacteriano.

3.2.5 Establecer un presupuesto parcial para la elaboración de un kilogramo de salchicha por tratamiento.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua se define como la capacidad que tiene la carne para retener agua libre, a pesar de la aplicación de fuerzas externas, tales como el cortado, la trituración, el picado o el prensado; muchas de las propiedades físicas u organolépticas de la carne como el color, la textura, la firmeza, así como la jugosidad y la suavidad, dependen en gran parte de la capacidad de retención de agua. La CRA es especialmente importante en productos picados o molidos, en los que se ha destruido la integridad de la fibra muscular y por lo tanto no existe una retención física del agua libre, las pérdidas de peso y la aceptación de algunos productos cárnicos están directamente relacionadas con la disminución de la CRA.

La CRA de la carne se debe en última instancia al estado químico de las proteínas del músculo, otros factores que también intervienen son la cantidad de grasa, el pH y el tiempo y condiciones en que ha estado la carne a partir del sacrificio del animal. Se considera que un máximo de 5% del agua total del músculo está ligada a través de los grupos hidrofílicos de las proteínas. Este tipo de agua está fuertemente ligada y no es fácil de separar, en cambio el agua que se puede separar al aplicar una fuerza es el agua libre.

El pH tiene efecto definitivo en la CRA. Al morir el animal, el pH del músculo es prácticamente neutro y tiene la máxima capacidad de retención de agua. Conforme avanza la maduración de la carne, el pH disminuye y produce mayor entrecruzamiento entre lactina y miosina, lo que disminuye la CRA. (González 1999)

4.2 Salchichas

Luego de su elaboración, los embutidos se exponen al calor seco en un horno para secar (a 60°C. Por 30 minutos), ahumar (a 60°C. Por 40 minutos) y escaldar (a 78°C. Por 30 minutos), hornear o asar. En ellas se usa carne fresca desmenuzada con sal común o sal nitrito, aditivos especiales y agua potable (en forma de hielo). De esta manera se logra la destrucción de la estructura de las proteínas de la carne. Por la exposición de las proteínas al calor, éstas se desnaturalizan y forman una nueva estructura en el embutido. Estos productos permanecen aún después de recalentados con una consistencia cortable. (Dehmer 1980)

4.3 Tejido graso y Agua

Para la producción de salchichas se deben usar solamente tejidos grasos frescos de cerdo como grasa de lomo, cachetes, nuca y hombros. La grasa de los muslos y jamones se usan generalmente para las salchichas que tienen consistencia suave y color claro. El tejido graso del vientre o riñonada no debe ser usado, ya que éstas grasas se derriten a temperaturas bajas y no pueden retener agua en la estructura de las proteínas de la carne, porque no está coagulada en ese momento. Todos los otros tejidos grasos tienen un alto contenido de tejidos conjuntivo firme y comienzan a derretirse a temperaturas altas. La grasa da a las salchichas escaldadas un color claro, un buen aroma a carne, y una buena consistencia.

Un papel importante en la producción de salchichas escaldadas, lo juega el añadir agua en forma de hielo en la cuba del cutter durante su elaboración. Básicamente se relaciona la cantidad de agua extra con la parte de agua magra, la cual debe ser de por lo menos 30% y según el producto puede alcanzar hasta el 50%. En este caso se tiene que considerar la capacidad de retención de agua de la carne. Para el cálculo natural de la carne hay una relación de proteína a agua de 1:4. La cantidad de agua arriba de esta relación se llama agua extra o agua agregada. (Dehmer 1995)

4.4 Factores de durabilidad

Entre estos se mencionan factores que contribuyen a que se presenten cambios deteriorantes en los alimentos. Entre éstos la especie de que se trate, ya que las carnes que provienen de diferentes especies de animales comestibles tienen diferentes grados de durabilidad. La carne de res tiene una durabilidad prolongada comparado con la carne de cerdo y de ave.

El pH es otro factor, ya que la durabilidad de las carnes tiene relación directa con su acidez. Se ha demostrado que la descomposición bacteriana es más lenta en la carne que tiene un pH de 6.0 o aún más bajo, que la carne con pH elevado. Asimismo el medio ambiente tiene un efecto adverso o benéfico para los alimentos. Cuando se encuentra a temperaturas de 4°C, la carne conserva sus características de frescura por un tiempo considerable, sin embargo cuando se encuentra a

temperaturas por debajo de 0°C, la carne se endurece totalmente, esto la conserva sin cambios deteriorantes de importancia hasta un periodo de seis meses aproximadamente. (Libby 1981)

4.4.1 Temperatura

El factor aislado más importante que gobierna la multiplicación bacteriana es la temperatura. En términos muy generales, cuanto mayor sea la temperatura tanto mayor será la velocidad de crecimiento. Muchos microorganismos de la carne crecerán en cierto grado a cualquier temperatura comprendida entre 0°C y 65°C, pero, para conservar la carne con un período más largo de vida útil deteniendo el crecimiento bacteriano la temperatura ideal es debajo de -2°C.

4.4.2 Humedad y presión osmótica (Aw)

Después de la temperatura es probable que la disponibilidad de humedad sea la necesidad más importante para que los microorganismos se multipliquen en la carne, aunque algunos tipos de bacterias permanezcan en latencia durante largos períodos de tiempo, cuando el nivel de humedad es bajo y las esporas resisten mejor la destrucción por el calor seco que por el calor húmedo. Las relaciones del agua de los microorganismos que alteran la carne, han sido estudiados minuciosamente y en tal sentido, se ha utilizado el término "actividad de agua" (Aw).

En general, los hongos, mohos y las levaduras toleran presiones osmóticas más elevadas que las bacterias, multiplicándose las bacterias desde un Aw justamente inferior a 1.0 hasta una Aw de 0.75, mientras que las levaduras y mohos se multiplican lentamente hasta un Aw tan baja como 0.62. se ha demostrado que reduciendo la Aw disminuyen las velocidades de multiplicación de mohos, levaduras y bacterias sobre las superficies de la carne. (Lawrie 1998)

4.4.3 PH

Como se ha dicho el pH post-mortem de la carne estará determinado por la cantidad de ácido láctico producido a partir del glucógeno por fatiga, inanición o miedo del animal antes de sacrificarlo. Puesto que el pH tiene una gran importancia en el crecimiento microbiano, es evidente que el pH último de la carne influye de manera significativa en su resistencia a la alteración. La mayor parte de las bacterias crecen óptimamente a pH próximo a 7 y difícilmente por debajo de pH 4 o por encima de pH 9, pero el pH de máximo crecimiento está determinado por la simultánea operación de otras variables distintas del propio grado de acidez o alcalinidad, tales como la temperatura, la humedad y la presión osmótica. (Lawrie 1998)

4.5 Microorganismos de Importancia en Los Alimentos

Algunos microorganismos producen cambios beneficiosos en los alimentos, los microorganismos de interés para la microbiología analítica de los organismos pueden subdividirse en patógenos, indicadores y putrefactivos. Los microorganismos patógenos son los que producen infecciones o intoxicaciones transmisibles por los alimentos como las especies del género salmonella y el Clostridium botulinum y el Staphylococcus aureus. Los microorganismos indicadores tales como, Escherichia coli y los estreptococos coliformes y fecales se supone que revelan un manejo no higiénico de los alimentos, con la posible presencia de ciertos patógenos. Se utilizan mucho para determinar la calidad Microbiológica de los alimentos y del agua. Entre los microorganismos que producen la descomposición por putrefacción de los alimentos figuran bacterias como el Bacillus cereus, y los mohos tal como el Aspergillus flavus, que originan cambios perjudiciales a las características organolépticas color, olor, sabor y textura. (Cifuentes 1985)

4.5.1 Examen microbiológico de los alimentos

Este examen proporciona información relacionada con la calidad de los alimentos y las condiciones sanitarias bajo las cuáles fueron elaboradas así como la eficacia de los procedimientos de prevención de los empleados. Los procedimientos microbiológicos para examinar los

alimentos derivan de técnicas microscópicas especiales y de los métodos de cultivo. Se usan mucho los medios selectivos y diferenciales para facilitar la cuenta y el aislamiento de los microorganismos. El examen a realizar está determinado por el propio producto alimenticio y el propósito específico. (Cabrera 1995)

4.5.2 Límites microbiológicos máximos permitidos

Un ejemplo de los límites microbiológicos permitidos y ya estandarizados en nuestro país, es el de las salchichas a granel, los cuales pueden ser adoptados para los embutidos de consumo nacional, estos límites máximos son los siguientes:

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| Recuento total aeróbico a 32°C | 100000 u.f.c./g |
| Recuento total aeróbico a 10°C | 100000 u.f.c./g |
| Salmonella | Ausente en 25g |
| <u>Staphylococcus aureus</u> | 1 u.f.c./0.01g |
| <u>Clostridium perfringens</u> | 5 u.f.c./0.01g |
| <u>Escherichia coli</u> | 1 u.f.c./0.01g |
| Enterobacterias | 10000 u.f.c./g |

(Cabrera 1995)

4.6 Pruebas sensoriales

El consumidor utiliza e integra algunos o todos los sentidos en la apreciación, aceptación o rechazo de un producto. De esta forma el estudio de la fisiología de los sentidos y la reacción al estímulo es fundamental en la evaluación sensorial de los alimentos. El olfato, la vista, el gusto y el tacto, son los órganos que intervienen. Las impresiones sensoriales o respuesta al estímulo empiezan a través de las terminaciones nerviosas las cuales trabajan de forma distinta en cada individuo. La respuesta solo se aparece cuando el estímulo llega a cierto nivel llamado "umbral", al aumentar el estímulo aparece una amplia zona de respuesta hasta llegar nuevamente a una zona de no respuesta debida a la saturación de los terminales. El cerebro usa la información que tiene disponible para introducir y aprender los datos en los "archivos" que tiene disponibles. De ésta forma compara y clasifica la suma de las señales que envía el estímulo.

Durante la prueba y evaluación se dice que los órganos sensoriales se pueden usar en la medida de lo posible independientemente uno de otro, siempre y cuando se encuentren interactuados entre sí. (Rodas 1996).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización

El presente estudio se realizó en las instalaciones del centro de capacitación de tecnología de la carne (C.T.C.) el cual se encuentra ubicado en la zona 17 de la ciudad capital.

En el experimento se utilizó carne de cerdo 70% de carne magra y 30% de grasa, hielo, sales y fosfatos, grasa dura de cerdo, emulsificantes y especias, mezcladas en cuatro proporciones para obtener diferentes capacidades de retención de agua (0-10; 10-20; 20-30; 30-40) y compactación (10-20; 20-30; 30-40; 40-50) respectivamente. Los insumos y sus cantidades se observan en el cuadro 1.

CUADRO 1 Cantidad de ingredientes (Kg) utilizados para la elaboración de salchichas para cada tratamiento

| INSUMOS UTILIZADOS | T1 Kg | T2 Kg | T3 Kg | T4 Kg |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Carne de cerdo 70/30 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 |
| Grasa dura de cerdo | 1.53 | 1.50 | 1.41 | 1.36 |
| Hielo | 2.82 | 2.73 | 2.68 | 2.62 |
| Almidón de papa | 0.04 | 0.12 | 0.20 | 0.27 |
| Proteína aislada de soya | 0.16 | 0.20 | 0.26 | 0.30 |
| Sales y Especias | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 |

5.2 Maquinaria y equipo

Los materiales e insumos utilizados tanto para la elaboración de

las salchichas, así como para realizar las pruebas sensoriales, de durabilidad, de sinéresis y de humedad se describen en el siguiente cuadro.

CUADRO 2 Maquinaria y utensilios utilizados para la elaboración de las salchichas escaldadas

| ACTIVIDAD | MAQUINARIA | UTENSILIOS |
|-----------------------|---|--|
| Procesamiento | Calculadora Molino de carne Cutter Embutidora hidráulica | Papel Cuchillos Cajas plásticas Mesas acero |
| Prueba de aceptación | Computadora | Platos y Agua |
| Prueba de Durabilidad | Microscopio Contador de colonias | Pipetas 5 y 10ml Placas de petri |
| Prueba de sinéresis | Balanza analítica | Empaque |
| Materia Seca Parcial | Horno | Bandejas |
| Almacenaje | Cuarto frío | Clavijeros |

5.3 Procedimiento

5.3.1 Planificación

Con el propósito de mejorar las características sensoriales de los embutidos se utilizó un sistema de cálculo y formulación (Anexo 1) donde se emplearon indicadores técnicos específicos como la capacidad de retención de agua y compactación; asimismo la agregación de cantidades adecuadas de grasa, agua y extensores, lo que permitió establecer controles más directos sobre dichas características y la durabilidad. Al mismo tiempo éste sistema facilitó el manejo, versatilidad y uso de diferentes materias primas.

5.3.2 Elaboración

Antes de iniciar el proceso de elaboración se ejecutó un plan de limpieza y desinfección a los diferentes equipos y utensilios a utilizar, el

cual se realizó aplicando agua y jabón en polvo en las superficies; luego se eliminó con agua limpia tanto el detergente como el agua residual; después se roció un desinfectante, el cuál se dejó actuar 20 minutos, después de ese tiempo se eliminó con abundante agua limpia. El mismo procedimiento se repitió al finalizar la elaboración del producto.

PROCESO DE ELABORACIÓN

| | |
|-------------------------|---|
| FORMULACIÓN | De los cuatro tratamientos en base a Capacidad de retención de agua y compactación (Ver anexo 1) |
| MOLIDO | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Carne a 5mm ❖ Grasa a 5mm |
| CUTTER | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Agregar la carne molida ❖ Accionar a 1800rpm ❖ Agregar sales y fosfatos ❖ Agregar la mitad del hielo ❖ Incluir la proteína aislada soya ❖ Accionar a 3600rpm ❖ Adicionar la grasa de cerdo ❖ Incluir la otra mitad del hielo ❖ Colocar las especias ❖ Adicionar el almidón de papa |
| EMBUTIDO | En tripa natural calibre 28-30 |
| AMARRADO | Cada 15 centímetros |
| SECADO | A 60°C. Por 30 minutos |
| AHUMADO | A 60°C. Por 40 minutos |
| ESCALDADO | A 78°C. Por 30 minutos |
| EMPAQUE AL VACÍO | En bolsas de 500g |
| ALMACENADO | En cuarto frío a 4°C. |

5.3.3 Prueba de las Características Sensoriales

Esta prueba se realizó en el aula de pruebas de la escuela de Nutrición de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia con la colaboración de 73 panelistas. El grupo se dividió en 4 subgrupos de 15 personas y uno de 13. Las muestras fueron identificadas con un código específico para cada tratamiento y se ofrecieron en las bandejas en diferente orden para evitar que un tratamiento tuviera ventaja sobre otro. A cada panelista se le ofreció una muestra de 25g de salchicha de cada tratamiento, también un formulario de evaluación sensorial (anexo 2) diseñada de tal forma que por medio de sus respuestas se recopilara información acerca de las características sensoriales para el análisis de aceptación.

5.3.4 Prueba de Durabilidad

Esta fue realizada por medio de un recuento total de bacterias en el producto en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cada semana (cuatro en total) se llevó una muestra de 5g de cada tratamiento para dicho recuento fue necesario realizar tres diluciones (1:10; 1:100; 1:1000). Una vez obtenidas las diluciones se procedió a la siembra en placas de petri (36 en total) previamente identificadas y preparadas con agar nutritivo para conteo en placa (Plate count agar) para su incubación en el horno a 37°C por 24 horas. Después de éste tiempo se procedió a realizar el conteo de ufc/g de producto con la ayuda de un contador de colonias. Las placas que presentaron menos de 30 colonias no se tomaron en cuenta por considerarse una multiplicación no significativa. De la misma manera en las placas que el crecimiento excedía las 300 colonias se descartaron por considerarse incontables. Los datos del resultado final se compararon con el límite microbiológico máximo permitido. (ver cuadro 5) El procedimiento de la técnica antes descrita es tomada del procedimiento para el análisis microbiológico de salchichas escaldadas recomendado por COGUANOR.

5.3.5 Determinación de Sinéresis

Esta prueba se realizó cada semana (cuatro en total) en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Se pesó una bolsa conteniendo producto empacado al vacío (454g) de cada tratamiento, luego se procedió a sacar el producto y pesarlo nuevamente sin la bolsa, quedando en ésta el agua desprendida del producto, de manera que por diferencia de peso se estableció la sinéresis ò cantidad de agua que se desprendió semanalmente del producto. La técnica antes descrita fue tomada de la experiencia del Licenciado Giovanni Avendaño.

5.3.6 Determinación de Materia Seca Parcial

La materia seca parcial se estableció en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por medio del método de desecación, tomando semanalmente (cuatro en total) una muestra de 50g de cada tratamiento, de la cual se tomó una submuestra y después de establecer su peso se sometió a una temperatura de 60 grados centígrados por 24 horas, después de este tiempo se volvió a pesar y por diferencia de peso se estableció el agua evaporada del producto y por lo tanto la materia seca parcial. La técnica anterior se basa en lo recomendado por AOAC: 930.15.

5.4 Diseño del Experimento

La distribución de los tratamientos se hizo mediante el diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 73 repeticiones siendo la unidad experimental un panelista y a la vez un bloque.

5.5 Análisis de Resultados

Las características sensoriales sabor, textura, color y olor fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Friedman. Los resultados de durabilidad, sinéresis y humedad se analizaron mediante observación y comparación entre cada uno de los tratamientos.

5.6 Análisis Económico

Este análisis se realizó mediante presupuesto parcial, detallando los costos que varían en la elaboración de un kilogramo de producto de cada tratamiento.

5.7 Variables respuesta medidas

5.7.1 Variables sensoriales (Análisis organoléptico y prueba de aceptación)

- ❖ Sabor
- ❖ Textura
- ❖ Color
- ❖ Olor

5.7.2 Variables Físicas

- ❖ Sinéresis (g de agua exudada del producto)
- ❖ Materia Seca Parcial (%)

5.7.3 Variables Microbiológicas

- ❖ Durabilidad (u.f.c./g de producto)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Características Sensoriales

En los cuadros 3 y 4 se encuentran los resultados de las pruebas realizadas a los diferentes tratamientos y analizadas por medio de la prueba no paramétrica de Friedman referentes a características sensoriales organolépticas y de aceptación, utilizando el software "Statística".

6.1.1 Características Sensoriales Organolépticas

El cuadro 3 muestra los resultados de ésta prueba para las variables sensoriales evidenciando que no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en las variables sabor, textura, color y olor. Por el contrario en la variable textura si existieron diferencias significativas ($P > 0.05$), encontrando que los panelistas después de haber degustado los cuatro tratamientos les pareció que la textura del tratamiento T4 es más firme que las demás. Estos resultados concuerdan con lo esperado, ya que cuando se hizo la planeación de los tratamientos durante la formulación, el tratamiento T4 fue en el que se incluyó menos cantidad de agua y grasa para que su textura fuera más firme que el resto. Al respecto Sala (1994) menciona que la textura de los alimentos se halla principalmente determinada por el contenido de agua y grasa y por los tipos y proporciones relativas de algunas proteínas y carbohidratos estructurales. Los cambios en la textura están producidos por la pérdida de agua o grasa o por la ruptura de las emulsiones. Lo anterior también concuerda con Frey (1990) quien menciona que el agua y grasa constituye un decisivo medio auxiliar para obtener un buen embutido escaldado ya que es un medio disolvente de las sustancias proteicas por lo que resulta el agua absolutamente imprescindible si se desea obtener un producto de buena calidad. También menciona que la consistencia es una importante característica de la calidad del embutido escaldado, esta se ve influida favorablemente con la agregación del agua y la grasa.

CUADRO 3 Resultados de la prueba de Friedman para las variables sensoriales

| VARIABLE | T1 | T2 | T3 | T4 | P>0.05 |
|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| SABOR | 1.97 a* | 1.95 a | 1.96 a | 1.92 a | 0.98 |
| TEXTURA | 1.60 b | 1.84 b | 1.97 b | 2.30 a | 0.05 |
| COLOR | 1.68 a | 1.64 a | 1.67 a | 1.84 a | 0.25 |
| OLOR | 2.03 a | 2.05 a | 2.05 a | 2.03 a | 0.90 |

*Tratamientos con diferente letra presentan diferencia estadística significativa

6.1.2 Prueba de Aceptación

El cuadro 4 muestra los resultados de la prueba no paramétrica de Friedman en la prueba de aceptación los cuáles evidencian que no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en las variables de sabor, textura, color y olor. Por el contrario en la variable sabor si se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), donde el tratamiento T1 fue superior a los tratamientos T2, T3 y T4 y a la vez éstos fueron similares entre sí. Esto se debió a que el tratamiento T1 es el que en su formulación se incluyó porcentajes más altos de agua y grasa, lo cuál coincide con Moreiras (2001) quien menciona que la grasa es el agente palatable por excelencia, es decir, contribuye a la palatabilidad del producto y por lo tanto, a su aceptación.

Al respecto Sala (1994) menciona que para el consumidor, los atributos mas importantes de los alimentos los constituyen sus características sensoriales (textura, aroma, sabor y color), son éstas las que determinan las preferencias individuales por determinados productos. Pequeñas diferencias entre las características organolépticas de productos semejantes son a veces determinantes de su grado de aceptabilidad.

La variabilidad que se encontró en éste caso en el sabor es la que se esperaba ya que el agua incluida en los alimentos durante su elaboración es responsable de dispersar o disolver las sustancias que dan el sabor a los alimentos, esto debido a la naturaleza bipolar del agua la cual neutraliza las fuerzas iónicas de las sal separándolas en sus elementos cloro-sodio. Con el fosfato forman enlaces de hidrógeno logrando una mejor disolución. Así también el agua se entrelaza con las especias formando micelas distribuyendo de una mejor forma los elementos incluidos en la pasta y por consiguiente el sabor. (Lehninger 1985)

CUADRO 4 Resultados de prueba Friedman para la variable Aceptación

| VARIABLE | T1 | T2 | T3 | T4 | P>0.05 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| SABOR | 1.49 a* | 1.14 b | 1.32 b | 1.15 b | 0.0200 |
| TEXTURA | 1.53 a | 1.25 a | 1.40 a | 1.25 a | 0.1800 |
| COLOR | 1.21 a | 1.25 a | 1.27 a | 1.15 a | 0.5500 |
| OLOR | 1.37 a | 1.30 a | 1.33 a | 1.21 a | 0.8700 |

***Tratamientos con diferente letra presentan diferencias estadística significativa**

6.2 Prueba de Durabilidad

En el cuadro 5 se muestran los resultados de la durabilidad por medio de un recuento total de bacterias presentes por gramo de producto, en donde se observa que los tratamientos T3 y T4 tienen más vida útil (tres y cuatro semanas respectivamente) que el resto de los tratamientos ya que fueron los últimos en presentar crecimiento bacteriano en las mediciones semanales en contraposición a los tratamientos T1 y T2 en los que debido a que en su formulación se incluyó más cantidad de agua lo que acelera el crecimiento y multiplicación bacteriana. Esto lo confirma Ordóñez (2003) quien menciona que el agua es, probablemente el factor individual que más influye en la alterabilidad de los alimentos; así también Casp (1999) menciona que los microorganismos necesitan agua para su desarrollo, así pues si se elimina agua del alimento por cualquier método se detendrá la multiplicación. Los alimentos con mayor humedad son más perecederos, tienen menos vida útil. (ver anexo 4)

CUADRO 5 Resultados de la durabilidad en términos de unidades formadoras de colonia

| MEDICION | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Primera Semana | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Segunda Semana | 30,000 | 30,000 | 1,500 | 1,000 |
| Tercera Semana | 480,000 | 370,000 | 40,000 | 30,000 |
| Cuarta Semana | 1,710,000 | 1,375,000 | 150,000 | 100,000 |

*El límite microbiológico máximo permitido es de 100,000 ufc/g según Cabrera (1995)

6.3 Determinación de Sinéresis

El cuadro 6 se muestra los resultados de la sinéresis en los cuatro tratamientos donde se puede ver claramente que los tratamientos que en su formulación incluía más agua (T1 y T2), presentaron mayor cantidad de agua eliminada (sinéresis) que en los que se incluyó menos agua (T3 y T4) (ver anexo 6). Asimismo en éstos dos últimos también se incluyó más cantidades de elementos absorbentes (Almidón de papa y Proteína aislada de soya) lo que explica el resultado.

Esta cantidad de agua que sale o se escapa del producto está disponible para que las bacterias se multipliquen como nos lo confirma Johns (2000) Las bacterias necesitan humedad para crecer. La digestión y la descomposición de sus alimentos se producen fuera de las células bacterianas por consiguiente, el factor crítico para el crecimiento bacteriano no es la cantidad de agua presente sino la fracción de la misma que se encuentra disponible.

CUADRO 6 Resultados de la sinéresis ó gramos de agua perdida por kilogramo de producto terminado

| FRECUENCIA | | | | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| DE MEDICION | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Primera Semana | 2.30 | 2.20 | 1.80 | 1.50 |
| Segunda Semana | 4.50 | 3.40 | 3.10 | 2.20 |
| Tercera Semana | 8.30 | 6.70 | 6.00 | 5.20 |
| Cuarta semana | 16.0 | 9.70 | 9.30 | 8.10 |

6.4 Determinación de Materia Seca Parcial

En el cuadro 7 se observa el porcentaje de materia seca parcial medida semanalmente en los tratamientos, evidenciando que conforme el tiempo avanza el producto tiene mas contenido de materia seca, debido al agua perdida en la sinéresis. Así también se observa que independientemente de la semana de medición, los tratamientos T1 y T2 siempre fueron los que presentaron menor porcentaje de materia seca y por consiguiente mas contenido de humedad que los tratamientos T3 y T4. (ver anexo 5) lo anterior se debe a que los tratamientos T1 y T2 fueron a los que se les incluyó mas agua durante su formulación.

CUADRO 7 Resultados de la Materia Seca Parcial (%)

| FRECUENCIA | | | | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| DE MEDICION | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Primera Semana | 37.13 | 39.16 | 42.22 | 43.33 |
| Segunda Semana | 38.19 | 40.15 | 42.30 | 44.04 |
| Tercera Semana | 38.31 | 40.20 | 42.50 | 44.67 |
| Cuarta Semana | 38.70 | 41.89 | 42.67 | 45.38 |

6.5 Análisis Económico

En el cuadro 8 se observa un presupuesto parcial (en quetzales) en la elaboración de cada kilogramo de salchichas escaldadas. Así también los beneficios netos para cada tratamiento (ver anexo 3), siendo el tratamiento T1 el que presentó un mayor beneficio neto comparado

con el resto de tratamientos, siendo el de menor beneficio neto el tratamiento T4. Esto se debe a que el tratamiento T1 tiene incluido en su formulación porcentajes menores de los ingredientes con mayor costo por kilogramo (almidón de papa y proteína aislada de soya) y cantidades mayores de ingredientes con menor valor económico por kilogramo (grasa y agua).

CUADRO 8 Resultados de un presupuesto parcial (Q/Kg) para elaborar un kilogramo de salchichas escaldadas a base de carne de cerdo

| INGREDIENTES | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Beneficios Brutos | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| Costo de grasa de cerdo | 1.51 | 1.49 | 1.40 | 1.35 |
| Costo del Hielo | 0.40 | 0.39 | 0.38 | 0.37 |
| Costo almidón de papa | 0.04 | 0.13 | 0.22 | 0.30 |
| Costo prot. Aislada soya | 0.69 | 0.86 | 1.12 | 1.29 |
| Total Costos que varían | 2.64 | 2.87 | 3.12 | 3.31 |
| Beneficios Netos | 17.36 | 17.13 | 16.88 | 16.69 |

***Los costos de los ingredientes variaron debido a que tienen diferentes proporciones de los mismos**

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se concluye y recomienda lo siguiente

1. En la evaluación de las características sensoriales organolépticas, la variable textura en el tratamiento T4 fue la única que presentó diferencias significativas, siendo la más firme.
2. En la prueba de aceptación solamente la variable sabor presentó diferencias significativas, donde el T1 fue superior a los tratamientos T2, T3 y T4.
3. En cuanto al crecimiento bacteriano (vida útil) se estableció que a medida que aumenta el valor requerido de retención de agua en la formulación, aumenta la vida útil y materia seca y disminuye la sinéresis.
4. Se concluyó que el T1 fue el que obtuvo un mayor beneficio neto económico de Q.17.36 por kilogramo.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios en donde se evalúe el efecto de la utilización de diferentes valores de CRA (entre 30 y 40) y compactaciones (entre 0 y 10) sobre las características organolépticas y la aceptación.
2. Económicamente se recomienda utilizar en la formulación de salchichas escaldadas de cerdo un CRA 0-10 y compactación 10-20 por ser el tratamiento en donde mayor beneficio económico se obtuvo.
3. Con el fin de evaluar los cambios de las características sensoriales (sabor, textura, color y olor) en el producto almacenado se recomienda implementar una prueba de aceptación a la tercera y cuarta semana después de haber elaborado el producto.

IX. RESUMEN

AGUIRRE RIVERA L. A. 2004. Evaluación de la capacidad de retención de agua, compactación y su efecto sobre la aceptabilidad y durabilidad en salchichas escaldadas elaboradas a base de carne de cerdo. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

El propósito de ésta investigación fue elaborar una salchicha escaldada con diferentes niveles de capacidad de retención de agua y compactación que tuviera características sensoriales (sabor, textura, color y olor) agradables al paladar de los consumidores en nuestro medio; reducir la sinéresis, (g de agua exudada del producto) ya que ésta cantidad de agua desprendida es un rico medio para el crecimiento bacteriano y también resulta desagradable a la vista del consumidor final. Para calcular las diferentes capacidades de retención de agua y compactaciones, así como para calcular las cantidades y proporciones de ingredientes necesarios se utilizó un sistema de cálculo y formulación (anexo 1) donde se emplearon indicadores tecnológicos, ya que éste sistema es una herramienta útil que facilita el manejo y versatilidad de diferentes materias primas. También se estableció el periodo de durabilidad (vida útil) en términos de unidades formadoras de colonia por gramo de producto.

La elaboración se llevó a cabo en las instalaciones del centro de capacitación de tecnología de la carne ubicado en la zona 17 de la ciudad capital; la prueba de aceptación se realizó una sola vez un día después de haber elaborado el producto en el aula de pruebas de la Facultad de Ciencias químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Las mediciones semanales que fueron cuatro en total de sinéresis y materia seca parcial se realizaron en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Las pruebas de durabilidad cuatro en total se realizaron en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Para las variables sabor, textura, color y olor se distribuyeron los tratamientos mediante el diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos de la manera siguiente, **T1** (capacidad de retención de agua entre 0 y 10, compactación entre 10 y 20); **T2** (CRA entre 10 y 20, compactación entre 20 y 30); **T3** (CRA entre 20 y 30, compactación entre 30 y 40) y **T4** (CRA entre 30 y 40, compactación entre 40 y 50), con 73 repeticiones. Éstas fueron analizadas mediante la prueba no paramétrica de Friedman (utilizando el Software "Statística"). Los resultados de las variables Sinéresis, Materia seca parcial y Durabilidad (vida útil) del producto se analizaron mediante observación y comparación entre cada uno de los tratamientos.

También se estableció el beneficio neto económico mediante presupuesto parcial por kilogramo de producto de cada tratamiento.

En el presente trabajo se concluyó que: 1. En la evaluación de las características sensoriales organolépticas, la variable textura en el tratamiento T4 fue la única que presentó diferencias significativas, siendo la más firme. 2. En la prueba de aceptación solamente la variable sabor presentó diferencias significativas, donde el T1 fue superior a los tratamientos T2, T3 y T4. 3. En cuanto al crecimiento bacteriano (vida útil) se estableció que a medida que aumenta el valor requerido de retención de agua en la formulación, aumenta la vida útil y materia seca y disminuye la sinéresis. 4. Se concluyó que el T1 fue el que obtuvo un mayor beneficio neto económico de Q.17.36 por kilogramo.

Así también se recomendó lo siguiente: 1. Realizar estudios en donde se evalúe el efecto de la utilización de diferentes valores de CRA (entre 30 y 40) y compactaciones (entre 0 y 10) sobre las características organolépticas y la aceptación. 2. Económicamente se recomienda utilizar en la formulación de salchichas escaldadas de cerdo un CRA 0-10 y compactación 10-20 por ser el tratamiento en donde mayor beneficio económico se obtuvo. 3. Con el fin de evaluar los cambios de las características sensoriales (sabor, textura, color y olor) en el producto almacenado se recomienda implementar una prueba de aceptación a la tercera y cuarta semana después de haber elaborado el producto.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera, F. 1995. Análisis microbiológico de salchicha popular en las empresas de mayor distribución en Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 67 p.
2. Casp, A. 1999. Procesos de conservación de alimentos. Madrid, ES, Mundi-prensa. 494 p.
3. Cifuentes, D. 1985. Análisis bacteriológico de los alimentos de mayor consumo en la ciudad universitaria. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 108 p.
4. Dehmer, N. 1980. Producción de embutidos escaldados. Kulmbach, DE, Instituto de Ciencia y tecnología de la carne. 197 p.
5. ----- . 1995. La formación profesional de los carniceros y fabricantes de embutidos. Guatemala, Centro de capacitación en tecnología de la carne. 225 p.
6. Elliott, R. 2000. Microorganismos de los alimentos 1. 2ed. Zaragoza, ES, Acribia. 439 p.
7. Frey, W. 1990. Fabricación fiable de embutidos. Zaragoza, ES, Acribia. 194 p.
8. González, F. 1999. Evaluación de la capacidad de retención de agua y de compactación en carne fresca. México. s. e. 15 p.
9. Johns, N. 2000. Higiene de los alimentos. Zaragoza, ES, Acribia. 375 p.
10. Lawrie, R. 1998, Ciencia de la carne. 3ed. ES, Acribia. 367 p.
11. Lehninger, A. 1985. Curso breve de bioquímica. Barcelona, ES, Omega, S.A. 447 p.
12. Libby, J. 1981. Higiene de la carne. Trad. E Ametler y M Merino. México Continental, S.A. 232 p.

13. Ministerio de Economía Comisión Guatemalteca de Normas. 1985. Compendio de normas Guatemaltecas obligatorias. Guatemala, El Ministerio 38 p.
14. Moreiras, O. 2001. Tablas de composición de los alimentos. Madrid, ES, Pirámide. 140 p.
15. Ordóñez. J. 2002. Tecnología de los alimentos Vol. I. Madrid, ES, Síntesis. 365 p.
16. _____. 2003. tecnología de los alimentos Vol. II. Madrid, ES, Síntesis. 366 p.
17. Rodas, F. 1996. Los sentidos como instrumento de medida. Colombia, Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de alimentos. 25 p.
18. Sala, T. 1994. Tecnología del procesado de los alimentos. Zaragoza, ES, Acribia. 549 p.

XI. ANEXOS

ANEXO 1 FORMULACION PARA LA ELABORACION DE SALCHICHAS ESCALDADAS

TRATAMIENTO 1 (CRA 0-10 COMPACTACION 10-20)

| % | INGREDIENTE | MAGRO | PROTEINA | CRA | SOLIDOS | GRASA |
|--------|-----------------------|-------|----------|----------------|---------------|-------|
| 50.00 | CARNE DE CERDO 70/30 | 35.00 | 5.95 | 23.80 | 35.00 | 15.00 |
| 16.80 | GRASA DURA DE CERDO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.25 |
| 31.00 | HIELO | 0.00 | 0.00 | -31.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.40 | ALMIDON DE PAPA | 0.00 | 0.00 | 3.20 | 3.20 | 0.00 |
| 1.80 | PROTEINA AISLADA SOYA | 0.00 | 0.00 | 9.00 | 9.00 | 0.00 |
| 100.00 | | | | CRA TOTAL 5.00 | COMPACT 15.57 | |

TRATAMIENTO 2 (CRA 10-20 COMPACTACION 20-30)

| % | INGREDIENTE | MAGRO | PROTEINA | CRA | SOLIDOS | GRASA |
|--------|-----------------------|-------|----------|-----------------|---------------|-------|
| 50.00 | CARNE DE CERDO 70/30 | 35.00 | 5.95 | 23.80 | 35.00 | 15.00 |
| 16.50 | GRASA DURA DE CERDO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.96 |
| 30.00 | HIELO | 0.00 | 0.00 | -30.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.30 | ALMIDON DE PAPA | 0.00 | 0.00 | 10.40 | 10.40 | 0.00 |
| 2.20 | PROTEINA AISLADA SOYA | 0.00 | 0.00 | 11.00 | 11.00 | 0.00 |
| 100.00 | | | | CRA TOTAL 15.20 | COMPACT 24.90 | |

TRATAMIENTO 3 (CRA 20-30 COMPACTACION 30-40)

| % | INGREDIENTE | MAGRO | PROTEINA | CRA | SOLIDOS | GRASA |
|--------|-----------------------|-------|----------|-----------------|---------------|-------|
| 50.00 | CARNE DE CERDO 70/30 | 35.00 | 5.95 | 23.80 | 35.00 | 15.00 |
| 15.50 | GRASA DURA DE CERDO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.28 |
| 29.50 | HIELO | 0.00 | 0.00 | -29.50 | 0.00 | 0.00 |
| 2.50 | ALMIDON DE PAPA | 0.00 | 0.00 | 16.00 | 16.00 | 0.00 |
| 2.50 | PROTEINA AISLADA SOYA | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 0.00 |
| 100.00 | | | | CRA TOTAL 25.30 | COMPACT 35.50 | |

TRATAMIENTO 4 (CRA 30-40 COMPACTACION 40-50)

| % | INGREDIENTE | MAGRO | PROTEINA | CRA | SOLIDOS | GRASA |
|--------|-----------------------|-------|----------|-----------------|---------------|-------|
| 50.00 | CARNE DE CERDO 70/30 | 35.00 | 5.95 | 23.80 | 35.00 | 15.00 |
| 15.00 | GRASA DURA DE CERDO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 14.50 |
| 28.80 | HIELO | 0.00 | 0.00 | -28.80 | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | ALMIDON DE PAPA | 0.00 | 0.00 | 24.00 | 24.00 | 0.00 |
| 3.20 | PROTEINA AISLADA SOYA | 0.00 | 0.00 | 16.00 | 16.00 | 0.00 |
| 100.00 | | | | CRA TOTAL 35.00 | COMPACT 45.00 | |

Anexo 2 FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE SALCHICHAS

Instrucciones: A continuación encontrará cuatro muestras de salchichas, evalúe el sabor, la textura, el color, el olor y cuánto le gusta cada una en base a la escala que se le proporciona.

| | | | | | |
|--------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| SABOR | | COD No. | COD No. | COD No. | COD No. |
| | FUERTE | | | | |
| | ADECUADO | | | | |
| | DEBIL | | | | |
| | ME GUSTA | | | | |
| | ME ES INDIFERENTE | | | | |
| | ME DISGUSTA | | | | |

| | | | | | |
|----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| TEXTURA | | COD No. | COD No. | COD No. | COD No. |
| | MUY FIRME | | | | |
| | FIRME | | | | |
| | POCO FIRME | | | | |
| | ME GUSTA | | | | |
| | ME ES INDIFERENTE | | | | |
| | ME DISGUSTA | | | | |

| | | | | | |
|--------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| COLOR | | COD No. | COD No. | COD No. | COD No. |
| | FUERTE | | | | |
| | ADECUADO | | | | |
| | DEBIL | | | | |
| | ME GUSTA | | | | |
| | ME ES INDIFERENTE | | | | |
| | ME DISGUSTA | | | | |

| | | | | | |
|-------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| OLOR | | COD No. | COD No. | COD No. | COD No. |
| | FUERTE | | | | |
| | ADECUADO | | | | |
| | DEBIL | | | | |
| | ME GUSTA | | | | |
| | ME ES INDIFERENTE | | | | |
| | ME DISGUSTA | | | | |

DE LAS CUATRO MUESTRAS CUAL LE GUSTA MAS

| |
|---------|
| COD No. |
| |

PORQUE _____