

Este folleto es uno de los productos derivados del proyecto "TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN A PEQUEÑA ESCALA PARA EL SACRIFICIO, MANEJO E INDUSTRIALIZACIÓN DE CARNE EN MUNICIPIOS RURALES DE CHIHUAHUA", del Ejercicio 2013 y financiado por la Fundación Produce Chihuahua, A. C.

FUNDACION  
**PRODUCE**  
CHIHUAHUA

En la actualidad el valor agregado de la producción primaria es una necesidad, por lo que se requiere trabajar arduamente en este tema de manera muy cercana con el productor, llevando la tecnología hasta el lugar donde se necesite. El presente folleto tiene como objetivo el diseñar y fabricar prototipos de equipo para el procesado de la carne que apoyen a todo aquel productor que desee darle un valor agregado a la carne que produce, además se incluye una receta para elaborar carne seca y un salami cocido artesanal de manera que les sirva de base en sus inicios en el procesado de la carne.

[www.ciad.mx](http://www.ciad.mx)



Centro de Investigación  
en Alimentación  
y Desarrollo A.C.

Carretera General del Sur No. 1400  
Parque Agrícola, Ciudad Juárez, Chihuahua, México C.P.  
31000

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS DE  
EQUIPO PARA PROCESADO DE CARNE DE GANADO  
BOVINO EN PEQUEÑA ESCALA

FOLLETO PARA PRODUCTORES



Celia Chávez Mendoza  
Alexandro Guevara Aguilar  
Rolando Hernández Sigala  
Juan Oswaldo Ronquillo Aboite  
Alma Delia Alarcón Rojo  
Gabriela Corral Flores



Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo A.C.



# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS DE EQUIPO PARA PROCESADO DE CARNE DE GANADO BOVINO EN PEQUEÑA ESCALA

FOLLETO PARA PRODUCTORES

Celia Chávez Mendoza<sup>1</sup>  
Alexandro Guevara Aguilar<sup>1</sup>  
Rolando Hernández Sigala<sup>1</sup>  
Juan Oswaldo Ronquillo Aboite<sup>2</sup>  
Alma Delia Alarcón Rojo<sup>3</sup>  
Gabriela Corral Flores<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CIAD Unidad Delicias.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Campana.

<sup>3</sup> Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua.

ISBN: 978-607-7900-19-1



Diseño y formación:

**Celia Chávez Mendoza**

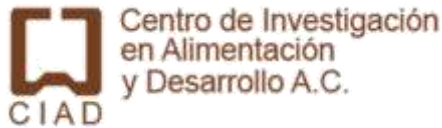
Corregida y Editada:

**Alma Delia Alarcón Rojo y Fundación Produce Chihuahua**

**1ª Edición Octubre 2015**

**Tiraje 500 ejemplaras**

Propiedad de:



Avenida cuarta sur No.3820.  
Fraccionamiento Vencedores del Desierto.  
Ciudad Delicias, Chihuahua, México. CP. 33089.  
Octubre de 2015.  
Primera Edición



Impreso en México por:

Impresos PAyCAR, Avenida 10ª Poniente No. 705 Cd. Delicias,  
Chihuahua, México. Tel. (639) 474-70-76.

Reservados todos los derechos. No esta permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ningún formato o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los autores o propietarios.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>1. SECADOR DE CARNE</b> .....	6
1.1 Diseño de prototipo.....	6
1.2 Construcción de prototipo de equipo para secado de carne.....	9
<b>2. HORNO- AHUMADOR DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b> .....	17
2.1 Diseño de prototipo.....	17
2.2 Construcción de prototipo de equipo de horneado ahumado de productos cárnicos.....	20
<b>3. VALIDACIÓN DE PROTOTIPOS DE EQUIPO DE PROCESADO DE CARNE</b> .....	27
<b>3.1 ELABORACIÓN DE CARNE SECA</b> .....	28
3.1.1 Funcionamiento del equipo secador de carne.....	28
3.1.2 Procedimiento para la elaboración de carne seca de res.....	29
3.1.3 Resultados.....	30
3.1.4 Características de calidad de la carne seca elaborada en secador rústico.....	33
3.1.4.1 Análisis proximal de carne seca.....	33
3.1.4.2 Determinación de color de carne seca.....	33
3.1.4.3 Análisis microbiológico de carne seca.....	34
3.1.4.4 Análisis sensorial de carne seca.....	35
<b>3.2 ELABORACIÓN DE SALAMI ARTESANAL DE RES Y CERDO</b> .....	36
3.2.1 Funcionamiento del horno-ahumador rústico.....	36
3.2.2 Procedimiento para la elaboración del salami artesanal.....	37
3.2.3 Resultados.....	39
3.2.4 Características de calidad de salami artesanal... ..	40
3.2.4.1 Determinación del color en salami artesanal..	40
3.2.4.2 Análisis microbiológico del salami artesanal..	41
3.2.4.3 Análisis sensorial del salami artesanal.....	41
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	42
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	42
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	43

## INTRODUCCIÓN

La carne es un alimento altamente nutritivo, de sus componentes las proteínas son las que presentan una mayor importancia ya que no son únicamente suministro de aminoácidos esenciales muy importantes para el correcto funcionamiento del organismo, además contribuyen al aspecto tecnológico en la elaboración de productos cárnicos. La carne también es una excelente fuente de vitaminas y minerales y de ellos el potasio es el que se encuentra en mayor cantidad seguido por el fósforo. Este alimento aporta la mayoría de los nutrientes necesarios para mantener la salud del consumidor humano. Sin embargo, a pesar de sus numerosos beneficios es un alimento muy perecedero debido a que su alto contenido en proteínas y humedad pueden ser utilizados por los microorganismos.

Esta situación genera la necesidad de extender su vida de anaquel creando un ambiente desfavorable para el crecimiento y sobrevivencia de los microorganismos. El principio de conservación de la carne se enfoca, principalmente, en prevenir o retardar el deterioro por microorganismos, así como evitar pérdidas de peso y cambios en sabor, olor y textura del alimento (Macrae et al., 1997).

Los métodos de conservación incluyen el uso de bajas o altas temperaturas, reducción en el contenido de agua y/o la adopción de conservadores químicos. De entre los muchos métodos de conservación de la carne el deshidratado es probablemente el más antiguo y más efectivo. La FAO (2001) reportó que en ausencia de una efectiva cadena de frío el deshidratado sigue siendo la forma más práctica de conservar y almacenar la carne. La manera más fácil y más barata es realizar el secado en un ambiente abierto el cual involucra exponer las piezas de carne al aire y a la luz solar sin ninguna protección, esto trae consigo una serie de desventajas respecto a realizar el secado en un sistema más controlado como un horno, algunos de los inconvenientes del secado en ambiente abierto es que la carne se expone al polvo, la lluvia e insectos que pueden contribuir a una mala calidad y no aceptabilidad del producto.

Otra forma de preservar la carne es a través del uso de conservadores químicos, de éstos, el curado y el ahumado son ampliamente utilizados no solamente con ese objetivo sino también para darle el color y sabor característico. La eficacia del proceso de curado se debe principalmente a que evita el crecimiento bacteriano al aumentar la presión osmótica de tales productos, mientras que el humo generalmente producido por la combustión lenta de aserrín de maderas duras, inhibe el crecimiento microbiano, retarda la oxidación de la grasa e imparte el aroma de la carne curada mediante la producción de una serie de compuestos como los fenoles, los ácidos fórmico, acético, butírico caprílico, vanílico y siríngico, así como el dimetoxifenol, metilo, metanol y etanol entre muchos otros, se dice que pueden estar presentes más de 200 compuestos (Lawrie, 1998).

Los métodos de preservación de la carne antes descritos permiten alargar la vida de anaquel de este alimento y proporcionan también un valor agregado, sin embargo, los equipos utilizados con este fin pueden llegar a ser muy costosos lo que puede limitar su uso. Debido a esta situación en el presente folleto se plantea el diseño y fabricación de equipos de materiales de fácil acceso y fácil construcción. El proceso de fabricación se describe paso a paso para que pueda ser adoptado fácilmente por todo aquel pequeño productor que desee procesar y darle más valor a la carne obtenida en su unidad productiva; también se presentan los procedimientos y recetas para poder elaborar carne seca natural y un salami cocido ahumado artesanal para que sirvan de base en su inicio en el procesado de sus propios alimentos. No olvidar utilizar carne de buena calidad y seguir las buenas prácticas de manufactura que garanticen la calidad higiénica de sus alimentos de tal forma que puedan obtener productos cárnicos con un estilo propio y de alto valor nutritivo y sensorial.

En base a lo anterior el objetivo del presente trabajo es diseñar y fabricar prototipos de equipo para el procesado de carne que permitan obtener productos cárnicos con excelente calidad nutricional, sanitaria y sensorial.

# 1. SECADOR DE CARNE

## 1.1 Diseño de prototipo

El prototipo de equipo para secado de carne se diseñó utilizando un tambo de lámina con capacidad de 200 litros y la mitad de otro tambo (Figura 1). Es importante que el uso inicial de estos recipientes haya sido para contener un alimento y así evitar contaminar el producto. Se escogió un tambo cerrado con tapa para permitir conservar el calor del equipo. El tambo tiene una altura de 91 cm y un diámetro de 56 cm, mientras que el medio tambo midió 35 cm con el mismo diámetro.



**Figura 1. Tambos de lámina de 200 litros.**

En la Figura 2 se presenta el diseño que se utilizó para fabricar el secador con la puerta cerrada y en la Figura 3 el mismo con la puerta abierta. Para colocar la carne se fabricaron cuatro parrillas en acero inoxidable utilizando una malla con orificios de 0.6 cm de ancho, con las medidas que se muestran en la Figura 4.



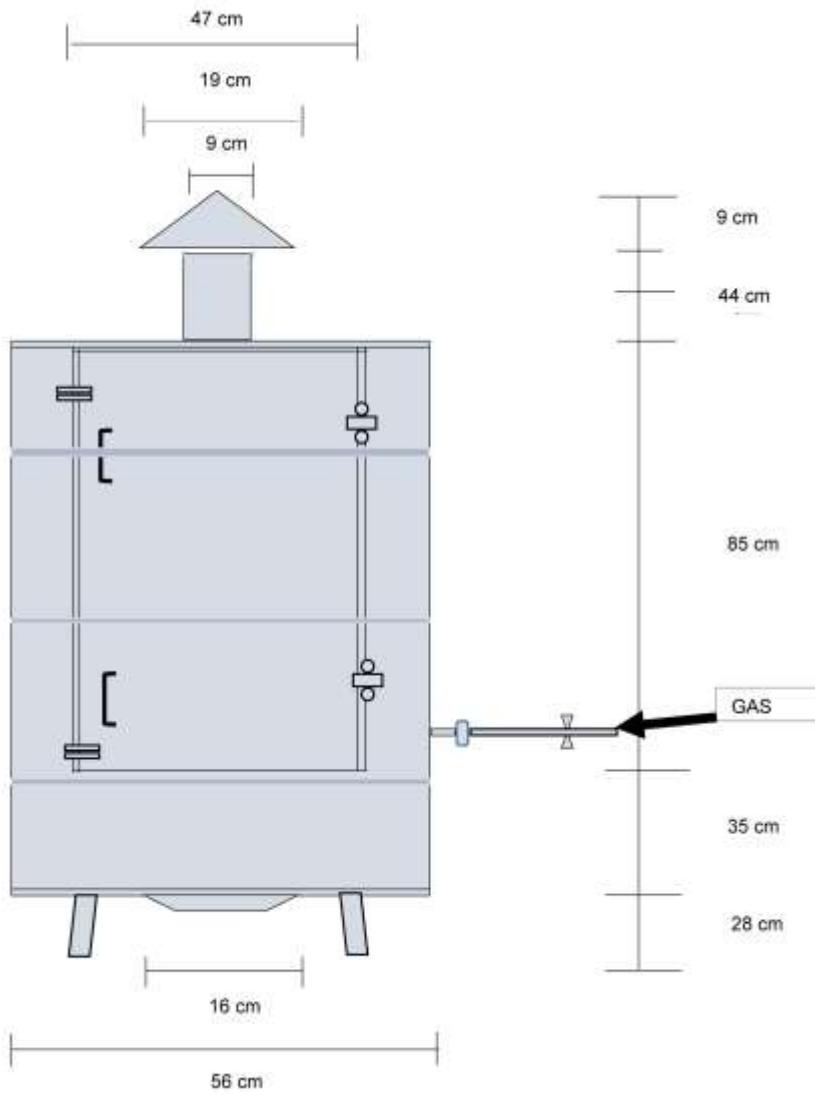
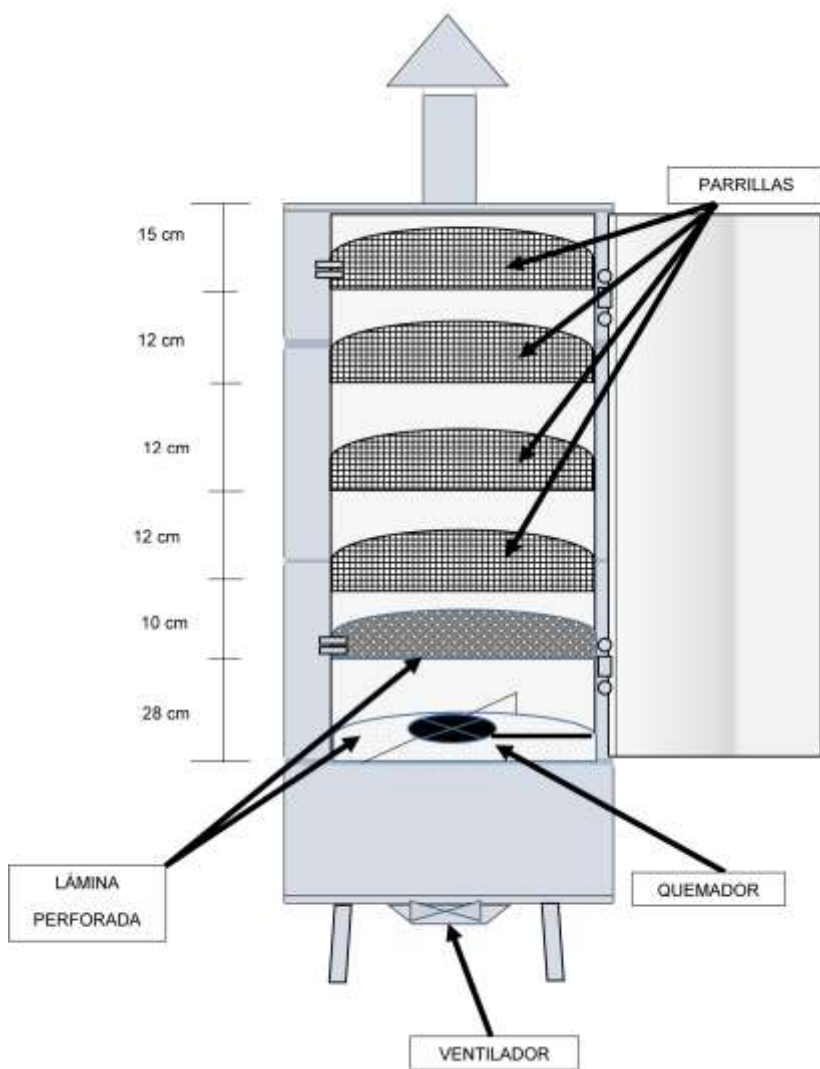
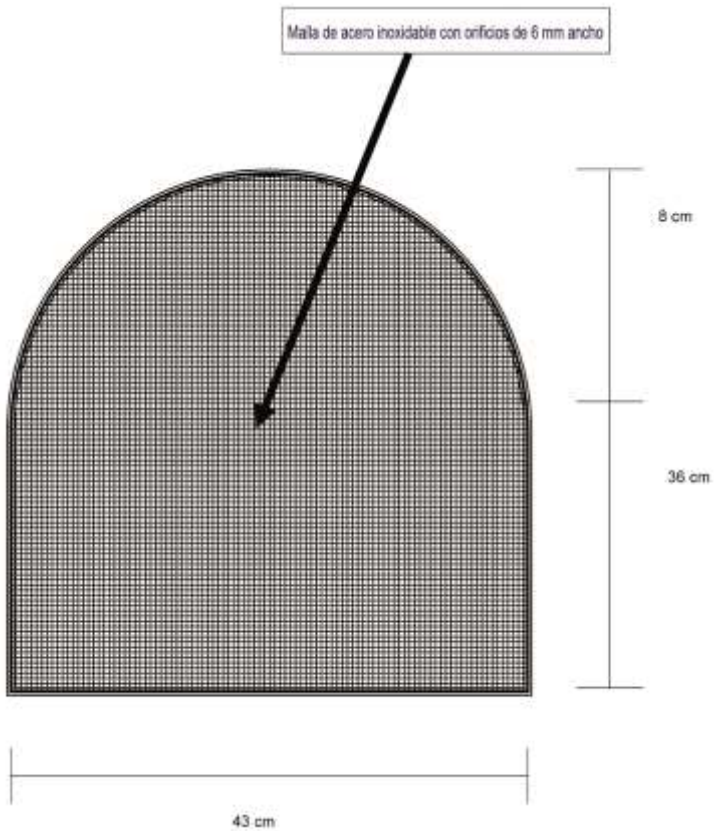


Figura 2. Esquema gráfico del secador de carne con la puerta cerrada.



**Figura 3. Esquema gráfico del secador de carne con la puerta abierta.**



**Figura 4. Esquema gráfico de la parrilla de malla de acero inoxidable del secador de carne.**

## **1.2. Construcción de prototipo de equipo para secado de carne**

Para construir el equipo de secado de carne rústico se hizo, a manera de puerta, un corte al tambor de lámina de 200 litros a partir de los 6 cm de la tapa de arriba como se observa en la Figura 5. Las medidas de esta puerta son 85 x 47 cm, en este espacio se soldaron 4 rieles de acero inoxidable en los cuales se colocaron las parrillas para el secado, al riel se le hizo un dobléz de 2 cm de ancho para soportar las parrillas, éste tuvo un ancho total de 6 cm y 36 cm de largo (Figura 6).



**Figura 5. Corte para la puerta y colocación de rieles de acero inoxidable de secador de carne.**



**Figura 6. Riel de acero inoxidable.**

Para fabricar las parrillas se utilizó malla de acero inoxidable con orificios de 0.6 cm de ancho la cual se muestra en la Figura 7.



**Figura 7. Malla de acero inoxidable.**

A las parrillas se les hizo un soporte de acero inoxidable de 2 cm de ancho, como se muestra en la Figura 8. Las parrillas se colocaron en la cámara de secado, se verificó que entraran y salieran perfectamente a través de la puerta destinada para tal propósito y que ajustaran en los rieles (Figura 9).



**Figura 8. Parrilla de malla de acero inoxidable del secador de carne.**



**Figura 9. Colocación de parrillas de acero inoxidable en la cámara de secado.**

Se soldó el medio tambo al tambo completo, el cual alojará al ventilador que proporcionará el aire para el secado, como se muestra en la Figura 10.



**Figura 10. Unión del tambo completo y medio tambo para formar una sola pieza.**

En la parte inferior de la cámara de secado se montó un quemador de gas el cual fue soportado por una solera de 55 cm de largo. Para favorecer la circulación del aire, se hicieron agujeros al fondo del tambo completo y se colocó una tapa de lámina con orificios abajo del último riel y por encima del quemador, la cual también ayudará a que el calor no llegue directamente al producto y dificulte el secado (Figura 11).



**Figura 11. Quemador de gas y tapas de lámina agujeradas del equipo de secado.**

Para generar el aire de secado se usó un extractor modelo CITI 6/VISTA6 con un tamaño de 6 pulgadas, un voltaje de 127 voltios y 60 Hz, velocidad de aire de 1550 rpm, flujo de aire de 280 m<sup>3</sup>/h y una potencia de 20 W este se colocó en la parte inferior del equipo como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12. Ventilador del secador de carne.**

A la puerta se le soldó una lámina de acero inoxidable de 2 cm de ancho por toda la orilla para lograr mayor hermeticidad, se le instalaron bisagras y dos pasadores, uno arriba y otro abajo, para lograr que cierre perfectamente; también se le colocaron cuatro tubos de aluminio de 28 cm de largo a manera de patas y dos agarraderas en ambos lados del equipo (Figura 13).

Finalmente a la tapa superior del equipo se le adaptó un tubo galvanizado de 44 cm de alto y 9 cm de diámetro para disipar el calor y la humedad. Así mismo, el equipo se pintó con pintura resistente al calor en aerosol para una mejor presentación, en la Figura 14 se muestra el prototipo del equipo secador de carne con todos sus componentes. En la Figura 15 se presenta el equipo con la puerta abierta.





Figura 13. Secador de carne con la puertas cerrada sin pintar.



Figura 14. Equipo secador de carne con todos sus componentes.



**Figura 15. Equipo secador de carne con la puerta abierta.**

## 2. HORNO- AHUMADOR DE PRODUCTOS CÁRNICOS

### 2.1 Diseño de prototipo

El horno ahumador se construyó con un tambo de lámina de 200 litros y la mitad de otro (Figura 16), el tambo completo midió 91 cm y el medio tambo 36 cm, ambos con un diámetro de 56 cm. Es importante recordar que el tambo que se vaya a utilizar haya sido usado para contener alimentos con la finalidad de no contaminar el producto.



**Figura 16. Tambos de lámina de 200 litros para fabricar el horno-ahumador.**

En la Figura 17 se presenta el diseño que se utilizó para fabricar el horno-ahumador con las puertas cerradas y en la Figura 18 con las puertas abiertas.

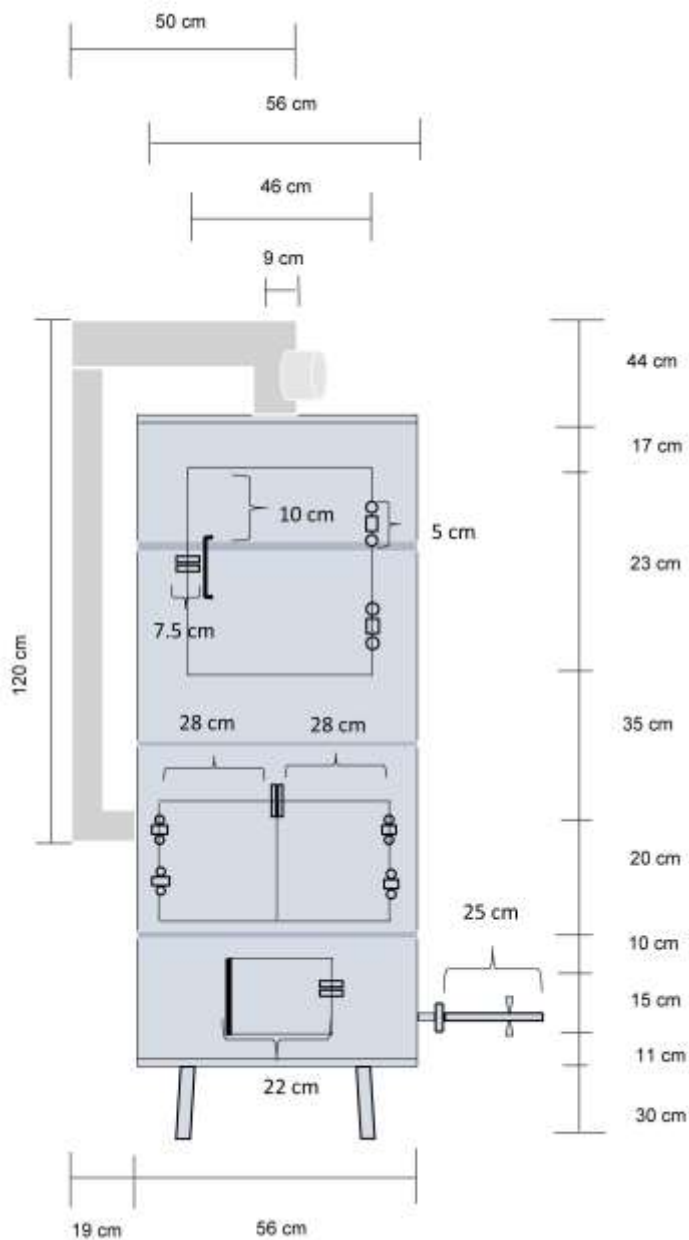


Figura 17. Esquema gráfico del horno- ahumador con las puertas cerradas.

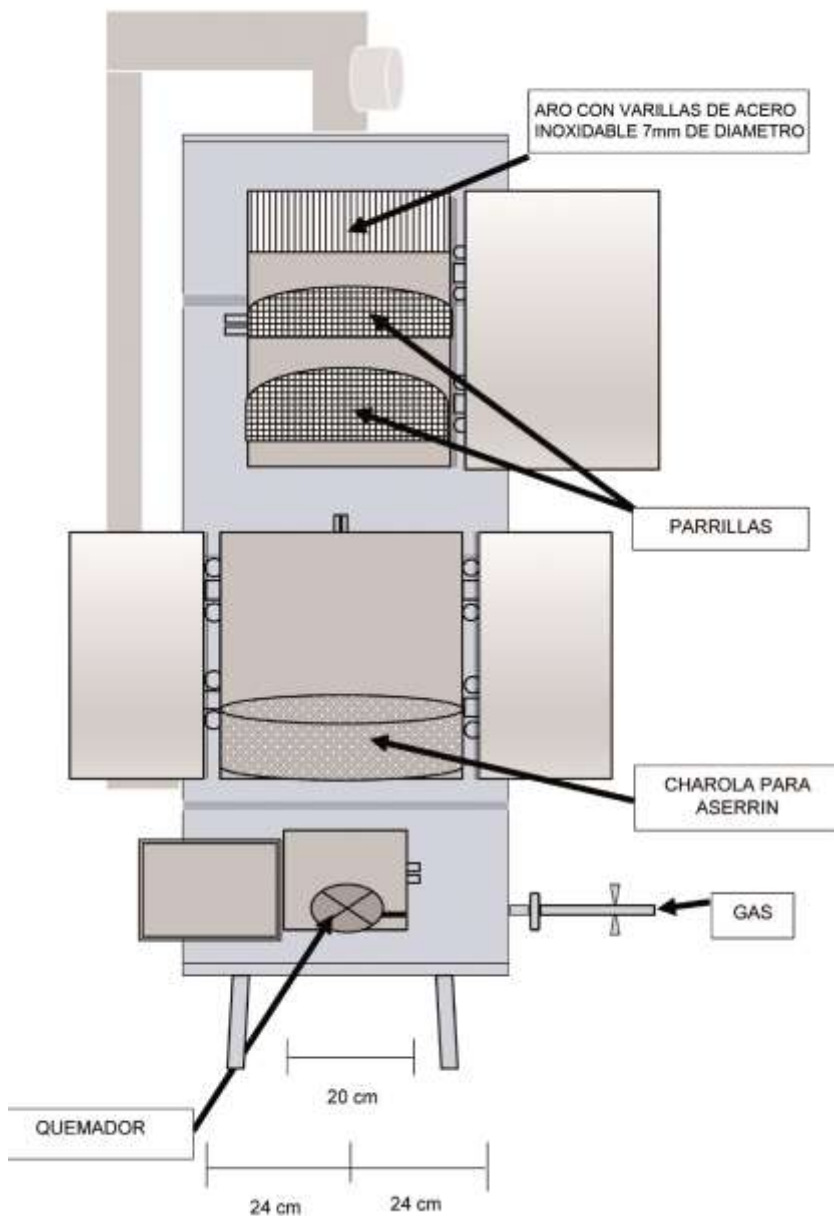


Figura 18. Esquema gráfico del horno- ahumador con las puertas abiertas.

## 2.2. Construcción de prototipo de equipo de horneado-ahumado de productos cárnicos

Con el objetivo de crear una cámara de horneado que permitiera colgar embutidos, al medio tambo se le soldó un aro de acero inoxidable, para ello primeramente se soldaron cuatro pequeñas soleras de fierro negro de 3 cm de largo y 3 cm de ancho a los 7 cm de distancia del borde de la tapa superior del tambo, éstas se colocaron a una distancia aproximada entre cada una de ellas de 38, 32, 42 y 42 cm.

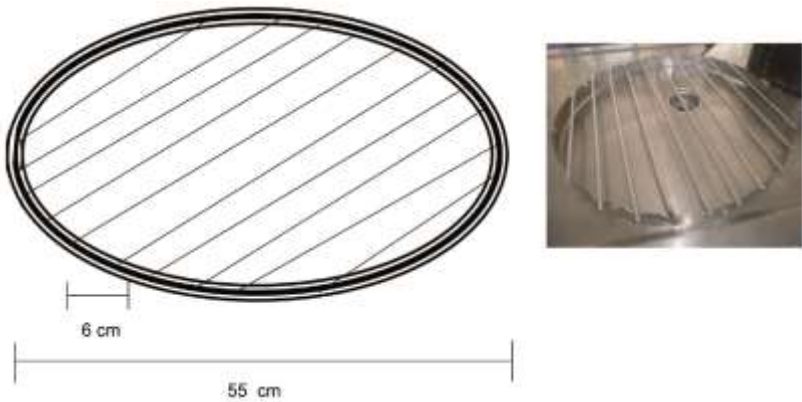
Estas soleras sirvieron de soporte para el aro como se muestra en la Figura 19. Después se construyó el aro al que se le hicieron algunas muescas de tal manera que permitieran montar y desmontar 10 varillas de acero inoxidable de diversas longitudes y 7 mm de diámetro (Figura 20). El aro tiene un diámetro de 55 cm y mide 6 cm de ancho, en la Figura 21 se muestra éste con el acomodo de las varillas.



**Figura 19. Soleras que soportan el aro de acero inoxidable.**



**Figura 20. Colocación del aro y varillas de acero inoxidable en el medio tambo.**



**Figura 21. Esquema gráfico del aro y varillas de acero inoxidable.**

Para colgar embutidos en la cámara de horneado se fabricaron diversos ganchos de acero inoxidable los cuales se cuelgan en las varillas colocadas en el aro antes descrito (Figura 22).



**Figura 22. Ganchos de acero inoxidable.**

Una vez que se colocó el aro en el medio tambo, se hizo un corte de 23 cm de alto por 46 cm de ancho a manera de puerta la cual permite introducir los productos a ahumar, después se soldaron cuatro rieles que soportan dos parrillas del mismo material y con las mismas medidas de las antes descritas para el secador de carne, de tal forma que en el equipo se pueden ahumar productos sobre las parrillas o bien colgados con los ganchos (Figura 23).



**Figura 23. Rieles y puerta de la cámara de horneado.**

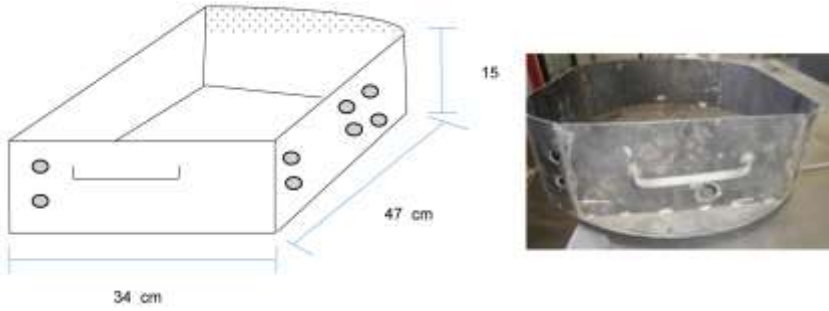


En el tambo completo, se hicieron dos cortes que sirven también de puertas, el primero se hizo aproximadamente a los 15 cm partiendo de la tapa superior y tuvo una medida de 46 cm de ancho por 20 cm de alto y el segundo se cortó 10 cm abajo y midió 15 cm de alto por 22 de ancho (Figura 24), a las puertas se les colocaron unas bisagras de 5 cm de largo y pasadores de 7.5 cm de longitud para poder abrirlas y cerrarlas.



**Figura 24. Cortes para puertas del tambo completo del horno-ahumador.**

Se construyó una charola de lámina negra con las medidas que se muestran en la Figura 25, la cual se colocó en la primera puerta del tambo completo como se muestra en la Figura 26, la función de esta charola es no permitir que el calor llegue directamente a los productos cárnicos, además en ella se coloca un recipiente con agua que mantendrá la humedad en la cámara de horneado y un recipiente con el aserrín que generará el humo para ahumar los productos. Dicha charola es desmontable por lo que puede introducirse o extraerse para un mejor manejo.



**Figura 25. Esquema gráfico de la charola de lámina negra del horno-ahumador.**



**Figura 26. Colocación de la charola de lámina negra en el horno-ahumador.**

El medio tambo se soldó al tambo completo para formar una sola pieza (Figura 27). Después, en la parte inferior del

equipo, debajo de la charola de lámina negra se colocó un quemador de gas de alta presión como fuente de calor para el cocimiento de los productos cárnicos.



**Figura 27. Unión del tambo completo y medio tambo del horno-ahumador.**

Para poder ahorrar energía y evitar pérdidas de calor se colocó en el equipo un tubo de lámina galvanizada el cual sale de la tapa superior del ahumador, que es desmontable y se conecta a la cámara de ahumado en la parte de atrás del equipo, las medidas se muestran en la Figura 18; también se pusieron cuatro tubos de aluminio de 28 cm de largo a manera de patas y dos agarraderas una en cada lado del equipo lo que facilita su movilización. Finalmente el equipo se pintó de color plateado con pintura en aerosol resistente al calor (Figura 28). En la Figura 29 se presenta el horno ahumador con todos sus componentes.



**Figura 28. Prototipo de horno-ahumador de productos cárnicos.**



**Figura 29. Horno- ahumador con todos sus componentes.**

### **3. VALIDACIÓN DE PROTOTIPOS DE EQUIPO DE PROCESADO DE CARNE**

La operatividad y funcionamiento del secador de carne se evaluó a través de la elaboración de carne seca tradicional y el horno-ahumador con la preparación de un salami cocido y ahumado. A continuación se describen los procedimientos empleados para su elaboración y características de calidad de los productos.

### **3.1 ELABORACION DE CARNE SECA**

La carne es un alimento muy rico en nutrientes. Los valores medios para la composición bruta y el contenido energético de la fracción comestible de la carne fresca son: proteína 17%, grasa 20%, humedad 62%, cenizas 1% y calorías 250/100 g, estos valores son para carnes con un recubrimiento graso de aproximadamente 1 cm de espesor (Price y Schweigert, 1994).

Esta composición la vuelve un alimento ideal para el crecimiento de muchos microorganismos por lo que se clasifica dentro de los alimentos altamente perecederos. Esto ha ocasionado que a través de la historia se hayan buscado métodos que ayuden a conservar su valor nutricional. Uno de estos métodos es el deshidratado el cual permite obtener un alimento que puede preservarse por varios meses, Se recomienda realizar el secado bajo condiciones estrictas de higiene y de proceso, controlando la temperatura y el tiempo de secado que permitan bajar la humedad hasta un 10% con lo que se logra evitar el desarrollo de cualquier tipo de hongo. El producto debe ser protegido mediante un buen empaque y de preferencia sin oxígeno.

#### **3.1.1 Funcionamiento del equipo secador de carne**

El secador no cuenta con control de temperatura y humedad ya que no es automatizado, la operación es manual, la temperatura se midió con un termómetro de punción ubicado en la parte externa del secador y con un termómetro para horno que se puso en el interior del equipo.

El secado de la carne se hizo mediante aire caliente el cual fue generado por el ventilador colocado en la parte inferior del equipo que se calienta al pasar por la flama del quemador de gas a alta presión y circula hacia arriba pasando por las parrillas que contienen la carne haciendo el efecto de deshidratado.

La carne seca ha sido señalada como un producto causante de algunos casos de intoxicación alimentaria por sobrevivencia de la bacteria *Salmonella* (CDC, 1995) y *Escherichia coli* O157:H7 debido a un mal proceso de elaboración; por lo cual se debe de tener cuidado con la

temperatura y tiempos que se utilizan durante el secado de ésta (FSIS, 2014). En base a lo anterior la temperatura que se utilizó en el presente trabajo fue entre 65 y 71°C.

### **3.1.2 Procedimiento para la elaboración de carne seca de res**

Para validar el secador de carne se elaboró carne seca tradicional. La carne fue obtenida de la pulpa negra del ganado bovino.

El procedimiento de elaboración fue el siguiente:

- a) La carne fue cortada en rebanadas de 2.5 a 3 mm de espesor.
- b) De las rebanadas se obtuvieron tiras de aproximadamente 5 cm de ancho por 15 cm de largo.
- c) Se eliminó la grasa de la carne para evitar que se enrancie y disminuya su tiempo de almacenamiento y se tomó el peso de la carne fresca por parrilla y el peso total.
- d) Se preparó una salmuera con una proporción de 50 g de sal en dos litros de agua.
- e) Se introdujo la carne rebanada en la salmuera.
- f) Se dejó la carne en la salmuera durante 15 minutos.
- g) Se escurrió la carne para eliminar el exceso de salmuera por media hora.
- h) Se colocó la carne en las parrillas de acero inoxidable tomando el peso fresco de la carne en cada parrilla y el peso de la parrilla.
- i) Se colocaron las parrillas con la carne dentro del horno secador a una temperatura de 65 a 71°C. La temperatura del secador fue constantemente monitoreada mediante un termómetro de horno colocado dentro del secador y un termómetro de punción fuera del secador. Para un mayor control las parrillas se numeraron del 1 al 4 de arriba hacia abajo.
- j) Se tomó el peso de la carne de cada charola cada media hora para poder determinar el tiempo óptimo de secado hasta que la pérdida de humedad fue constante. Las charolas fueron cambiadas cada media hora de acuerdo al siguiente orden: la parrilla 1 se puso en el lugar de la 4 y la 4 en el lugar de la 1, la 2 en la 3 y la 3 en la 2 y así sucesivamente hasta que el secado se completó, siempre

procurando poner la parrilla con mayor humedad en la posición de la 4 donde la temperatura fue mayor.

k) Se tomó el peso final de la carne seca por parrilla y el total.

l) Se dejó enfriar a temperatura ambiente.

m) El producto se empacó en bolsas de polietileno (Figura 30).



**Figura 30. Carne seca empacada.**

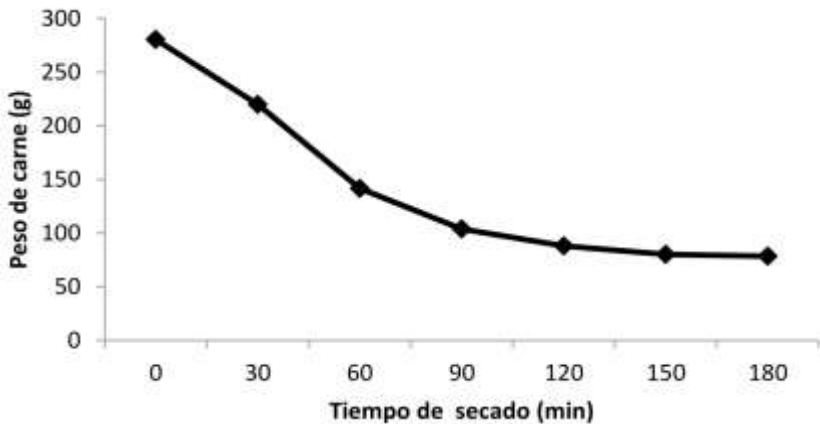
### **3.1.3 Resultados**

Se realizaron cuatro ensayos para secado de carne de los cuales se pudo deducir que en promedio el equipo tiene una capacidad para secar de 1264.33 g de carne fresca de la cual se obtiene un promedio de 374 g de carne seca, es importante señalar que esto es muy dependiente del espesor que tenga la carne, en este trabajo se utilizó un grosor de 2.5 a 3 mm.

Los pesos de la carne obtenidos cada media hora hasta que éstos fueron constantes, es decir, hasta que ya no hubo pérdida de humedad, demostraron que para llegar a un secado completo se requirieron 180 minutos (3 horas), utilizando una temperatura de 65 a 71°C y el grosor antes mencionado (Gráfica 1).

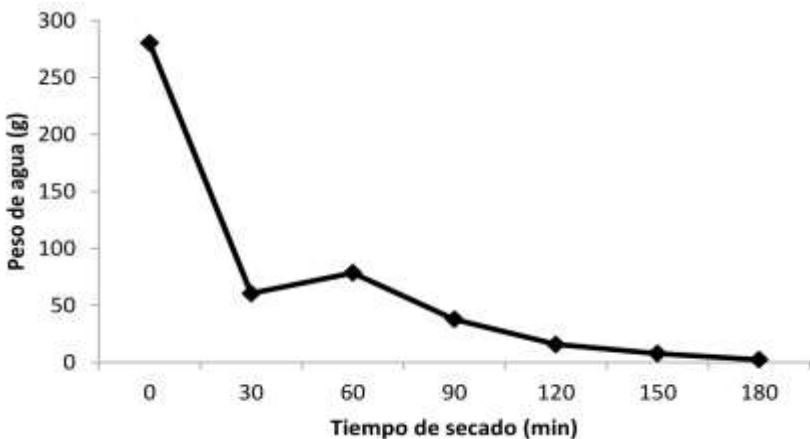
Con los pesos de la carne se obtuvo la cantidad de agua promedio que se perdió durante el tiempo de secado con lo cual se muestra que a los 180 minutos ya no hubo pérdida de humedad, es decir el producto ya estaba seco (Gráfica 2).



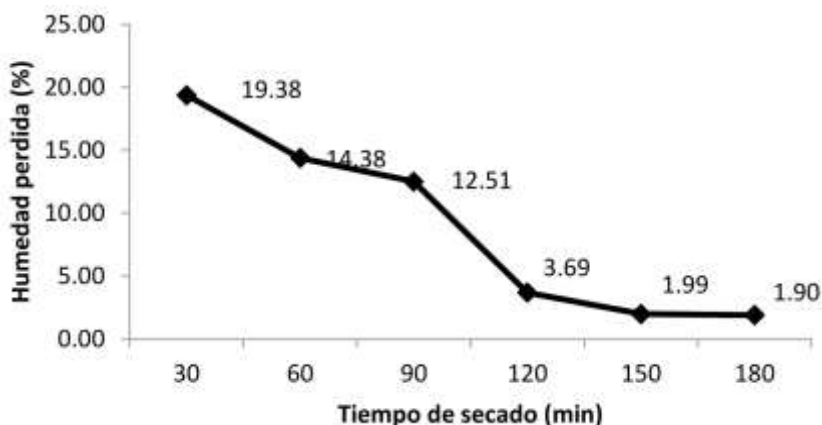


**Gráfica 1. Pesos de la carne de bovino durante el tiempo de secado.**

De acuerdo con la Gráfica 3 la mayor pérdida de humedad se tuvo durante la primera media hora de secado y ésta fue disminuyendo conforme el tiempo de secado fue en aumento, en la primera media hora se perdió en promedio un 19.38% de humedad mientras que a los 180 minutos solo se perdió un 1.90%, en esta etapa ya no hubo agua libre para evaporarse con el aire caliente por lo que el proceso llegó a su punto final.

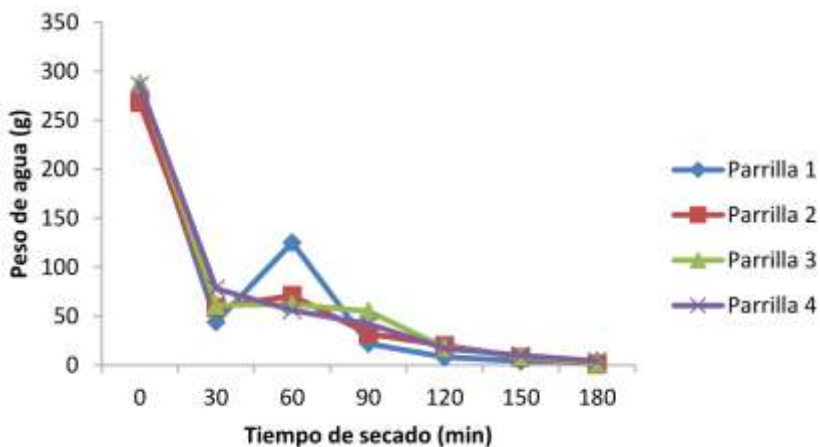


**Gráfica 2. Peso de agua perdida durante el secado rústico de carne de bovino.**



**Gráfica 3. Porcentaje de humedad evaporada durante el tiempo de secado de carne de bovino.**

El secado de la carne en cada parrilla en general se obtuvo al mismo tiempo, aunque se observó una tendencia a secarse primero la carne de la parrilla 1 y 4 (Gráfica 4).



**Gráfica 4. Pérdida de agua por parrilla durante el secado de carne de bovino**

### 3.1.4 Características de calidad de la carne seca elaborada en secador rústico

#### 3.1.4.1 Análisis proximal de carne seca

El contenido de nutrientes de la muestra de carne seca se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de carne seca de res

Parámetro	Contenido (%)
Humedad	9.64
Proteína	62.9
Grasa	17.4
Materia seca	90.3
Cenizas	5.9

Como se observa en el Cuadro 1 el producto elaborado es un alimento altamente nutritivo y reducido en grasa comparado con la carne fresca. Es posible conservarlo durante un periodo relativamente largo debido a que la humedad obtenida es inclusive inferior a la reportada como óptima para evitar el crecimiento de hongos de un 10%, aunque se han reportado valores de humedad aún inferiores a los obtenidos en el presente trabajo (7.84%, Ayanwale et al. 2007). Es importante empacar el producto utilizando un material adecuado que lo proteja de la humedad ambiental, si se guarda al vacío y en el refrigerador puede tener una vida de anaquel de hasta 6 meses y si se guarda en el congelador puede durar hasta un año.

#### 3.1.4.2 Determinación de color de carne seca

El color superficial se cuantificó en base a las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  de la escala CIE, empleando un colorímetro Konica Minolta CR-410. Los resultados de 5 lecturas y el promedio se muestran en el Cuadro 2.

$L$  se refiere a la luminosidad, toma valores de 100 (blanco) y 0 (negro); mientras que  $a$  y  $b$ , no tienen límites, pero sí valores positivos o negativos. La escala de  $a$  se mueve de los valores positivos (rojo +) a los negativos (verde -); mientras que la escala de  $b$  va del amarillo (+) al azul (-).

Cuadro 2. Datos de color de carne seca.

	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
	28.9	9.5	6.5
	28.0	7.3	5.2
	28.5	7.4	4.6
	30.3	8.8	5.3
	29.6	6.6	4.9
Promedio	29.0	7.9	5.3

El color es uno de los atributos sensoriales más importantes en el momento de decidir la primera compra, debido a que la apariencia es casi el único parámetro que el consumidor puede utilizar para juzgar su calidad. El valor de **L** y **a** de la carne seca obtenidos indican un color oscuro y rojizo debido a la pérdida de humedad y concentración de pigmentos hemo durante el secado. El valor **a** esta relacionado con el pigmento oximioglobina de la carne (color rojizo), y después de aplicar calor tiende a disminuir debido a que se forma metamioglobina el cual es un pigmento más oscuro que proporciona el color típico de la carne seca.

### **3.1.4.3 Análisis microbiológico de carne seca**

Para asegurar la calidad sanitaria del producto elaborado se hizo un análisis microbiológico para determinar la presencia de bacterias coliformes totales y *Escherichia coli*, así como de bacterias mesofílicas o cuenta total y hongos y levaduras. Para el análisis se utilizaron las placas Petrifilm de 3M®. La evaluación se hizo en carne fresca antes de introducirse en la salmuera y en carne deshidratada para ver el efecto del secado. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis microbiológico de carne fresca y carne seca de bovino.

<b>Microorganismo</b>	<b>Carne fresca (ufc/g)</b>	<b>Carne seca (ufc/g)</b>
Coliformes totales	2700	0
E. Coli	0	0
Bacterias mesófilas aerobias	200000	0
Hongos y levaduras	45000	100

ufc=unidades formadoras de colonias.

Como se observa en el Cuadro 3, el proceso de deshidratación logró reducir la carga microbiana de la carne fresca. No se encontró contaminación importante en la carne seca solo presencia de hongos y levaduras los cuales de acuerdo con Galván et al. (2011) en alimentos proteicos como la carne el pH es alto, entre 6 y 7, y los hongos son acidófilos, por lo que su presencia puede no representar ningún problema. Sin embargo si se recomienda manejar con cuidado el producto debido a que la carne seca es muy susceptible al crecimiento del hongo *Aspergillus sp.* Para mayor seguridad debe manejarse una actividad de agua (agua que utilizan los microorganismos) menor de 0.8.

#### **3.1.4.4 Análisis sensorial de carne seca**

Se evaluó la aceptación del color, olor, sabor y aceptación general de la carne seca usando una escala hedónica descriptiva de 9 puntos (1= me disgusta muchísimo y 9 me gusta muchísimo). Se utilizó un panel no entrenado de 13 jueces. Los resultados del análisis se muestran en el Cuadro 4.

El producto tuvo una aceptación general de un 46.15%. A un 46.15% de los participantes les gustó muchísimo el color, a un 53.85% el sabor y a un 30.77% el olor.

Cuadro 4. Porcentaje de respuestas de la evaluación sensorial de carne seca elaborada en equipo rústico

Punt.	Escala Hedónica	Porcentaje de respuestas			
		Color	Olor	Sabor	Acept. Gral.
9	Me gusta muchísimo	46.1	30.7	53.8	46.1
8	Me gusta mucho	53.8	38.4	30.7	38.4
7	Me gusta moderadamente	0	7.6	7.6	7.6
6	Me gusta poco	0	0	7.6	7.6
5	No me gusta ni me disgusta	0	7.6	0	0
4	Me disgusta poco	0	0	0	0
3	Me disgusta moderadamente	0	0	0	0
2	Me disgusta mucho	0	0	0	0
1	Me disgusta muchísimo	0	0	0	0

En general, el secador de carne rústico es eficiente para el deshidratado de la carne sin embargo como todos los secadores verticales de charolas tiene el inconveniente de que deben cambiarse de posición las parrillas para que se vaya secando la carne al mismo tiempo.

### **3.2 ELABORACIÓN DE SALAMI ARTESANAL DE RES Y CERDO**

El curado de los productos cárnicos se realiza no solamente con el objetivo de preservar el producto, también se usa para dar el característico sabor y color rosado. Los constituyentes principales del curado, además de la carne, son la sal, las sales de los ácidos nítrico (nitratos) y nitroso (nitritos) y otras sustancias que pueden acelerar las reacciones de este proceso, como el ácido ascórbico y ácido eritórbito con sus respectivas sales (ascorbatos, eritorbatos, respectivamente).

Los nitritos como agentes del curado ejercen un papel importante en los productos, ya que pueden generar características muy importantes y que diferencian estos productos cárnicos de otros (Pérez, 2006). Estos se incorporan porque inhiben la bacteria *Clostridium botulinum* causante de intoxicación que puede ocasionar la muerte, además porque desarrollan el típico color rosado de los productos curados cocidos, inhiben el desarrollo del sabor a recocado, ejercen acción antioxidante y generan el sabor característico de los embutidos curados.

#### **3.2.1. Funcionamiento del horno-ahumador rústico**

El equipo diseñado para hornear y ahumar productos cárnicos no es automatizado su operación es manual, la temperatura se midió mediante un termómetro de punción desde afuera y un termómetro de horno colocado dentro de la cámara de horneado.

La generación del calor es por medio de la flama proveniente del quemador de gas a presión instalado en la parte inferior del equipo. Durante su operación es importante mantener la cámara de horneado con suficiente humedad para proteger al producto de la deshidratación y también para lograr un mejor control de la temperatura. Así mismo se recomienda

mantener siempre una temperatura de 85°C dentro de la cámara para poder alcanzar una temperatura interna del producto de 68 a 70°C en el tiempo estimado que garantiza el cocimiento completo del producto y destrucción de bacterias causantes de enfermedad.

### **3.2.2 Procedimiento para la elaboración del salami artesanal**

Para elaborar el salami se utilizó carne de pecho de res y carne de cerdo 80/20 (80% de carne magra y 20% de grasa), ambas semicongeladas, en una proporción de 50:50%.

El procedimiento que se siguió fue el siguiente:

- a) La carne de pecho de res se deshuesó y se le eliminaron tendones y grasa, mientras que la carne de cerdo se picó en trozos de 5x5 cm aproximadamente.
- b) Se pesaron 1.5 kg de carne de res y 1.5 kg de carne de cerdo 80/20.
- c) Se pesaron los ingredientes de acuerdo a la receta del Cuadro 5 los ingredientes están dados por cada kilo de carne (si va a elaborar más de un kilo multiplique la cantidad de ingredientes por los kilos que vaya a procesar). d) Los ingredientes o condimentos ya pesados se mezclaron en una bolsa de polipropileno a excepción del vinagre el cual fue agregado durante el mezclado
- e) La carne se molió dos veces en un molino, en la primer molienda se utilizó un cedazo con agujeros de 8 mm de diámetro y en la segunda un cedazo con 6 mm, en todo el proceso se agregó hielo para evitar que la pasta cárnica aumentara su temperatura arriba de 0°C, la cual siempre fue monitoreada con un termómetro de punción.
- f) La pasta cárnica se mezcló con los condimentos, el resto de hielo y el vinagre en una mezcladora de acero inoxidable durante 10 a 15 minutos o hasta que todo estuvo perfectamente integrado y se obtuvo una pasta pegajosa, en todo el proceso siempre se monitoreó su temperatura para evitar su calentamiento.

Cuadro 5. Lista de ingredientes para elaborar salami artesanal de res y cerdo.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>PESO</b>
Carne de res	500 g
Carne de cerdo (80:20)	500 g
Ajo en polvo	3 g
Sal de mesa	19 g
Pimienta negra	2 g
Sal cura <sup>2</sup> (nitrate de sodio)	2 g
Condimento para salami <sup>1</sup>	5 g
Vinagre	20 ml
Vegamina <sup>2</sup>	2 g
Fosfatos (Acoline) <sup>2</sup>	4 g
Eritorbato de sodio <sup>2</sup>	2 g
Hielo	100 g (10%)
Agua	20 ml

<sup>1</sup>Receta original proporcionada por la Dra. Gabriela Corral Flores, Profesora-investigadora de la UACH Facultad de Zootecnia y Ecología.

<sup>2</sup>Disponibles en tiendas especializadas

- g) La pasta cárnica se dejó reposar a temperatura de refrigeración durante 24 horas.
- h) Transcurrido este tiempo se mezcló con un cucharón y se embutió en una funda hecha de manta quesera con un diámetro de 6.7 cm y 66 de largo y se dividió por la mitad en dos secciones con hilo de algodón.
- i) El salami se introdujo en el horno-ahumador y se mantuvo una temperatura de 40°C durante media hora, una vez transcurrido este tiempo se puso un recipiente con 35 g de aserrín de corteza de árbol de chabacano y se incrementó la temperatura a 85°C. Cada hora se monitoreo la temperatura interna del producto con un termómetro de punción hasta que se alcanzó una temperatura interior de 70°C, una vez que se llegó a esta temperatura se mantuvo el producto otra media hora en el horno.



La temperatura del horno siempre se monitorea en todo el proceso con un termómetro dentro del equipo y uno externo de punción. Así mismo, en todo el proceso de cocimiento se mantuvo un recipiente con aproximadamente 650 ml de agua dentro del horno para mantener un ambiente húmedo y evitar que el producto se deshidratara.

- j) El producto se sacó del horno-ahumador y se colocó inmediatamente en agua con hielo potable durante 10 minutos para bajar su temperatura.
- k) El producto final se enfrió y se almacenó en refrigeración hasta su consumo.



**Figura 31. Salami artesanal de res y cerdo.**

NOTA: Siempre use un área bien ventilada o coloque un extractor en el lugar donde utilice los equipos para el procesado o bien ponga un tubo de salida en el equipo para eliminar cualquier gas o humo que pueda generarse durante el proceso.

### **3.2.3 Resultados**

Se logró controlar sin ningún problema la temperatura del horno-ahumador, manteniéndose siempre en 85°C.

Se obtuvo un producto con excelentes características sensoriales. El tiempo de cocimiento fue de 6 horas.

### 3.2.4 Características de calidad de salami artesanal

#### 3.2.4.1 Determinación del color en salami artesanal

El color del salami fue medido en base a las coordenadas **L**, **a** y **b** del sistema CIE. En el Cuadro 6 se presentan los valores de **L**, **a** y **b** del salami. Como puede observarse este producto cárnico presentó un valor de **L** promedio de 53.83 y de **b** de 15.88 los cuales son superiores a los medidos en carne molida de res (32 y 9.4 respectivamente), mientras que el valor de **a** obtenido fue menor al reportado en la carne (11.0) (Moiseev y Cornforth, 1999). Estos resultados indican claramente que las reacciones del curado, ahumado y cocimiento tuvieron un efecto positivo en el color del salami.

Cuadro 6. Datos de color de salami artesanal

<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
53.8	10.0	15.8

Un valor de **L** alto indica un color más claro del producto, lo cual es deseable con el fin de garantizar que tenga mayor aceptación por el consumidor (Nikmaram et al. 2011).

Por otro lado, los valores de **L** y **a** obtenidos en el salami fueron muy similares a los obtenidos por Bonifer et al. (1996) en una salchicha tipo bologna de res y cerdo, mientras que el valor de **b** fue más alto lo que indica una mayor tendencia al color amarillo en el salami. En otro estudio, Pérez-Chabela et al. (2008) reportaron mayor luminosidad (**L**) (68.35), menor valor de **a** (9.09) y **b** (12.55) en salchichas Viena que los encontrados en el salami.

El color rosado de los productos cárnicos cocidos curados es proporcionado por el pigmento nitrosil hemocromo desnaturalizado, el cual es muy sensible a la luz cuando se expone al oxígeno por lo que se recomienda mantener un buen empaque durante el almacenamiento del salami.

### **3.2.4.2 Análisis microbiológico del salami artesanal**

Para medir la calidad sanitaria del salami se hizo un análisis microbiológico evaluando la presencia de bacterias coliformes totales, E. coli, bacterias mesófilas aerobias y hongos y levaduras, debido a que estos microorganismos se usan como indicadores para conocer la seguridad microbiológica, condiciones de saneamiento durante el procesamiento y la calidad del producto (Galván et al. 2011). Para el análisis se utilizaron las placas Petrifilm de 3M.

En el Cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización microbiana del salami. Como puede observarse en el producto listo para consumo no hubo crecimiento de ningún microorganismo, lo cual es el resultado del seguimiento de las buenas prácticas de manufactura durante la elaboración, del uso de aditivos para el proceso del curado, del cocimiento y del ahumado, en el cual hay formación de compuestos que ofrecen protección bactericida que incluyen ácidos alifáticos, alcoholes primarios y secundarios, cetonas, formaldehído y otros aldehídos, fenoles, cresoles y una mezcla de ceras y resinas.

Cuadro 7. Análisis microbiológico de salami artesanal

<b>Microorganismo</b>	<b>Salami sin cocer (ufc/g)</b>	<b>Salami cocido (ufc/g)</b>
Coliformes totales	0	0
E. Coli	0	0
Bacterias mesófilas aerobias	10000	0
Hongos y levaduras	0	0

### **3.2.4.3 Análisis sensorial del salami artesanal**

El salami cocido fue evaluado en el color, olor, sabor y aceptación general usando una escala hedónica descriptiva de 9 puntos (1= me disgusta muchísimo y 9 me gusta muchísimo). Se utilizó un panel no entrenado de 13 jueces. Los resultados del análisis se muestran en el Cuadro 8.

Se encontró que a un 53.85% de los participantes les gustó muchísimo el sabor, a un 30.77% el olor y a un 53.85% el sabor. La aceptación general tuvo la mismo puntuación en la escala me gusta muchísimo y me gusta mucho la cual fue de un 36.36%. A un 7.69% de los jueces les gustó poco el olor, el cual debe mejorarse en la formulación.

Cuadro 8. Porcentaje de respuestas de la evaluación sensorial de salami artesanal.

Puntuación	Escala Hedónica	Porcentaje de respuestas			
		Color	Olor	Sabor	Acept. Gral
9	Me gusta muchísimo	46.1	30.7	53.8	36.3
8	Me gusta mucho	38.4	46.1	23.0	36.3
7	Me gusta moderadamente	15.3	15.3	23.0	27.2
6	Me gusta poco	0	7.69	0	0
5	No me gusta ni me disgusta	0	0	0	0
4	Me disgusta poco	0	0	0	0
3	Me disgusta moderadamente	0	0	0	0
2	Me disgusta mucho	0	0	0	0
1	Me disgusta muchísimo	0	0	0	0

## CONCLUSIÓN

Los prototipos de equipo para secado de carne y horneado de productos cárnicos diseñados funcionan de manera óptima, son de fácil operación y permitieron obtener carne seca y salami cocido-ahumado de excelente calidad nutritiva, sanitaria y sensorial.

## AGRADECIMIENTOS

*Los autores Agradecen profundamente a **Fundación Produce Chihuahua** por el apoyo económico otorgado.*

## LITERATURA CITADA

- Ayanwale, B. A. Ocheme, O. B., Oloyede, O. O. 2007. The effect of sun-drying and oven-drying on the nutritive value of meat pieces in hot humid environment. *Pakistan Journal of Nutrition* 6(4):370-374.
- Bonifer, L. J., Froning, G. W., Mandigo, R. W., Cuppett, S. L., Meagher, M. M. 1996. Textural, color, and sensory properties of bologna containing various levels of washed chicken skin. *Poultry Sciences*. 75:1047-1055.
- Cañeque, V. y Sañudo. C. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en Rumiantes. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Madrid España. 255 pp.
- CDC 1995. Outbreak of Salmonellosis Associated With Beef Jerky--New Mexico, 1995. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 44(42):785-8.
- FAO. 2001. Improved meat drying in Asia and Pacific. FAO Rome
- FSIS. 2014. FSIS compliance guideline for meat and poultry jerky produced by small and very small establishments. 54 pp.
- Galván, B. A., Rosales, G. A., Díaz V. J. 2011. Estudio Comparativo sobre los microorganismos presentes en la carne molida proveniente de una cadena de supermercados y mercados en el municipio de Ecatepec. *NACAMEH*. 5(1):1-9.
- Lawrie, R. A. 1998. *Ciencia de la Carne*. Tercera edición. Editorial Acribia. Zaragoza España. 367 pp.
- Macrae, R., Robinson, R. K., Sadler, M. J. 1997. *Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. Academic Press Inc. 2956-2934.

- Nikmaran, P., Said, Y. M., Emamjomeh, Z., Karimi, D. H. 2011. The effect of cooking methods of textural and microstructure properties of veal muscle (Longissimus dorsi). *Global Veterinaria*. 6(2):201-207.
- Moiseev, I. V. y Cornforth, D. P. 1999. Treatments for prevention of persistent pinking in dark-cutting beef patties. *Journal of Food Science*. 64(4):738-743.
- Pérez, A. J. A. 2006. Aspectos tecnológicos de los productos crudos-curados. Capítulo 15. En: *Ciencia y tecnología de carnes*. Eds. Hui, Y. H., Guerro, I., Rosmini, M. R. Primera edición. Editorial Limusa. México. Pp 463-492.
- Pérez-Chabela, M. de L., Totosaus, A., Guerrero, I. 2008. Evaluation of thermotolerant capacity of lactic acid bacteria isolated from commercial sausages and the effects of their addition on the quality of cooked sausages. *Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 28(1):132-138.
- Price, J. F. y Schweigert B. S. 1994. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza España.