

Desarrollo de un jamón deshuesado y cocido para la Empresa de Industrias Cárnicas de Zamorano

Malcond David Valladares Herrera

Honduras
Diciembre, 2005

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**Desarrollo de un jamón cocido deshuesado para la Empresa de
Industrias Cárnicas de Zamorano**

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agroindustrial
en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Malcond David Valladares Herrera

Honduras
Diciembre, 2005

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 del autor.

Malcond David Valladares Herrera

Honduras
Diciembre, 2005

Desarrollo de un jamón cocido deshuesado para la Empresa de
Industrias Cárnicas de Zamorano

Presentado por:

Malcond David Valladares Herrera

Aprobado por:

Adela Acosta Marchetti, D.C.T.A.
Asesora Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Francisco Javier Bueso Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

La realización de este trabajo es dedicada a Dios, y mi familia, por su apoyo incondicional y a todas las personas que directa o indirectamente han colaborado con la culminación de este trabajo y de mi carrera como profesional. Y muy especialmente va dedicado a la memoria de mi madre QDDG.

AGRADECIMIENTOS

A mis familiares Héctor Enrique Méndez y Isabel Mercedes Herrera por el soporte brindado durante todos estos años.

A mis asesores Adela Acosta Marchetti y Javier Bueso por sus consejos y ayuda en la realización de este trabajo.

A mi compañero de cuarto de varios años, por estar pendiente y darme ánimos en todo momento.

A Víctor Manuel Taleón, por su ayuda oportuna y sabios consejos.

Al personal que trabaja en la planta de cárnicos, en especial a Don Heliodoro Vásquez y Luis Colindres por su invaluable ayuda.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco la EAP al fondo dotal hondureño y a Food for Progress por haberme otorgado el financiamiento necesario para realizar estos cuatro años de estudio, de igual manera a Héctor Enrique Méndez por su apoyo económico incondicional.

RESUMEN

Valladares, Malcond. Desarrollo de un jamón deshuesado y cocido para la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de Zamorano. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería Agroindustrial. E.A.P. Zamorano, Honduras. 23 p.

El desarrollo de nuevos productos con valor agregado es una actividad primordial para la industria alimentaria de hoy en día. El objetivo de este estudio fue desarrollar un jamón deshuesado y cocido para la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas. Se utilizó un diseño experimental de parcelas sub-divididas, compuesto por 8 tratamientos; donde las parcelas principales fueron el tipo de edulcorante (azúcar refinada o panela), las sub parcelas fueron el tipo de masajeo (12 horas continuas o dos de masajeo con 10 de reposo), y el tipo de cocción, ya sea colgado en red (ahumado) o prensado. Se realizaron tres repeticiones dando como resultado 24 unidades experimentales. Se evaluaron sensorialmente las diferencias de textura, sabor, color y aceptación general entre tratamientos. Además se evaluó la textura con el Instron 4444® y el color con el Colorflex Hunterlab. A cada tratamiento se le determinó su composición química utilizando la espectroscopía infrarroja cercana NIRS (por sus siglas en inglés). Los datos fueron evaluados en el programa estadístico SAS®, por medio de un ANDEVA ($P < 0.05$) con una separación de medias Tukey y un análisis de correlación. Se concluyó por medio de las pruebas sensoriales que los mejores tratamientos fueron aquellos que utilizaron azúcar refinada, masajeo de 12 horas y cocción en red y también los elaborados a partir de, azúcar refinada, masajeo de 2 horas y 10 de reposo y cocción en prensa. La composición química de los mejores tratamientos se encontró dentro de los parámetros establecidos por el Codex Alimentarius en su norma para jamón (1991).

Palabras claves: ahumado, edulcorante, masajeo, prensado

Adela Acosta, D.C.T.A
Asesor Principal

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Agradecimiento a patrocinadores	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos.....	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 DEFINICIÓN DE JAMÓN.....	1
1.3 ANTECEDENTES	2
1.4 OBJETIVOS	2
1.4.1 Objetivo general.....	2
1.4.2 Objetivos Específicos.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 CLASIFICACIÓN DE JAMONES.....	3
2.2 EL CURADO.....	3
2.3 PRINCIPIOS DE LA PRODUCCION DE PRODUCTOS FORMADOS Y SECCIONADOS.....	4
2.4 PROCESOS EN LA ELABORACION DE LA CARNE MOLDEADA REESTRUCTURADA.....	4
2.5 FORMULACIÓN DE PRODUCTOS SECCIONADOS Y FORMADOS.....	5
2.5.1 Agentes de curado	5
2.5.2 Agentes ligantes.....	6
2.6 AHUMADO.....	6
2.6.1 Propósito del ahumado.....	6
2.6.2 Composición del humo	7
3 MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1 UBICACIÓN	8
3.2 MATERIALES Y EQUIPO.....	8
3.2.1 Materiales e ingredientes	8

3.2.2	Materiales para análisis sensorial.....	8
3.2.3	Equipo de procesamiento.....	9
3.2.4	Análisis físico y químico proximal.....	9
3.3	FORMULACIÓN.....	9
3.4	METODOLOGÍA.....	9
3.4.1	Diseño experimental.....	10
3.4.2	Tratamientos	10
3.4.3	Flujo de proceso del jamón.....	10
3.5	ANÁLISIS SENSORIALES.....	12
3.6	ANÁLISIS FÍSICOS	12
3.7	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.....	12
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	12
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	13
4.2	ANÁLISIS SENSORIAL.....	14
4.3	ANÁLISIS FÍSICOS.....	15
4.4	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.....	17
5.	CONCLUSIONES	19
6.	RECOMENDACIONES	20
7.	BIBLIOGRAFÍA	21
8.	ANEXOS	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Formulación de jamón.....	9
2. Descripción de los tratamientos.....	10
3. Probabilidad del valor F de las interacciones.....	14
4. Análisis sensoriales.....	15
5. Análisis de color	16
6. Análisis Análisis de correlación textura contra fuerza de corte.....	17
7. Analisis químico proximal	18
8. Correlación de contenido químico.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de jamón. 11

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Prueba de Aceptación	23
-------------------------------	----

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas, se preocupa por mantenerse como una empresa innovadora, por lo cual atiende las necesidades investigación y desarrollo de nuevos productos. Con esto se asegura su posicionamiento y competitividad en el mercado nacional, brindando productos de alta calidad al consumidor final. Actualmente la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas consta de una gran diversidad de productos. Sin embargo en su cartera de productos solo cuenta con dos jamones. El desarrollo de este producto viene a aumentar la cantidad de productos que en este momento se están ofertando.

1.2 DEFINICIÓN DE JAMÓN

Como lo establece Montero (1973) el jamón es la pieza muscular que forma la extremidad pelviana del cerdo (pernil) y lo limita por la inserción de los siguientes ejes: dorsalmente por la línea de la grupa y cranealmente por un trazo perpendicular a la línea dorsal que roza tangencialmente al *ilium*.

El diccionario de la Real Academia Española en su vigésima segunda edición (2001) agrega una consideración al concepto, diferenciando que el jamón es la carne curada de la pierna del cerdo y pernil es solamente la pierna sin curar.

Por su parte el Codex Alimentarius en su norma para jamón curado cocido (1991) brinda su definición de jamón como “El producto deberá prepararse con carne de las patas traseras del cerdo, separadas transversalmente del resto del costado en un punto que no este más adelante que la extremidad del hueso de la cadera. Se descartaran todos los huesos, cartílagos, tendones y ligamentos desprendidos. Podrán quitarse o no a voluntad, el pellejo y la grasa. La carne deberá ser curada y podrá ser ahumada, sazonada con especias y/o aromatizada. El tratamiento térmico a que el producto se haya sometido y el tipo de curado y el envasado deberán ser suficientes para asegurar que el producto no presente ningún riesgo para la salud pública y se mantenga en buen estado en las condiciones de almacenamiento transporte y venta.

1.3 ANTECEDENTES

Según Macías (2003) en contexto, España puede ser considerada como uno de los principales productores de jamón del mundo, junto a Italia y los Estados Unidos, llegándose a procesar aproximadamente la mitad de su producción de perniles de cerdo que se obtienen. Este aumento de importancia que ha cobrado el sector en los últimos años se debe al crecimiento en la producción total de carne de porcino.

Se debe incentivar la producción de alimentos con mayor grado de procesamiento, que incremente el valor percibido por el consumidor y así aprovechar los posibles nichos de mercado que se abran con la entrada en vigencia del TLC en los países Centroamericanos.

Debido a que no se está en condiciones de competir en el mercado por volúmenes de producción, aún sigue abierta la opción de competir con productos que se cotizan por ser de alto valor agregado y de alta calidad. Por esta razón, la investigación en este sector es esencial para sentar las bases de un futuro promisorio en el rubro de los productos cárnicos.

En la actualidad la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de Zamorano, comercializa una amplia gama de productos, que tanto en amplitud como en profundidad en líneas de diferentes tipos de cortes y productos procesados, muestran un relativo crecimiento en su participación del mercado, principalmente en las ciudades de Tegucigalpa y San Pedro Sula. Siendo la línea de jamones una de los productos que mejor aceptación ha tenido por parte de los consumidores, presentando así un producto de alta rentabilidad para la planta.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Desarrollar un jamón deshuesado y cocido para la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las diferencias sensoriales de textura, sabor, color y aceptación general, entre los diferentes tratamientos.
- Evaluar las características física de color y dureza de los tratamientos por medio del Colorflex Hunterlab® y el INSTRON 4444 ®, respectivamente.
- Determinar la composición química de cada tratamiento utilizando espectroscopía NIRS.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CLASIFICACIÓN DE JAMONES

Las regulaciones federales del gobierno de los Estados Unidos conforman la base para diferenciar jamones en dos maneras, de acuerdo a la máxima temperatura interna que alcanza el producto, durante el cocido y de acuerdo a la cantidad de sustancia que retienen después de procesados. (Pearson y Gillet, 1996).

Clasificados como ahumados o totalmente cocidos, con o sin hueso, prensados o de forma redonda embutidos, la mayoría de los jamones producidos comercialmente son curados de manera similar. Desde mediados de los años 30 la mayoría han sido curados con salmuera (Pearson y Gillet, 1996).

2.2 EL CURADO

Como lo establece Zapata (1981) una gran proporción de todas las carnes procesadas, son curadas, el curado es una de las operaciones más importantes en el proceso de producción de carne. El curado de carnes fue usado originalmente como un medio de preservación de la carne durante los tiempos de abundancia, para tener en reserva en los tiempos de escasez, hasta el satisfactorio advenimiento de la refrigeración y su disponibilidad en casa. La aparición del refrigerador ha modificado de gran manera las razones principales del curado del mundo actual.

Como lo establecen Pearson y Gillet (1996) existe un sinnúmero de métodos de curado. Todos ellos son combinaciones de dos procedimientos fundamentales: curado en seco y curado en salmuera. En el curado en seco los ingredientes usualmente son sal, azúcar, y nitritos y/o nitratos. El método de curado en salmuera usa los mismos ingredientes del curado en seco, excepto que están disueltos en agua para formar una salmuera. Los cortes son sumergidos en la salmuera hasta que están completamente sumergidos y ésta haya penetrado por completo la carne.

2.3 PRINCIPIOS DE LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS FORMADOS Y SECCIONADOS

Según Pearson y Gillet (1996) técnicamente carnes seccionadas y reestructuradas son productos formados, desde que son parcialmente desensamblados y después reensamblados para formar productos, formando cortes de carne intactos. Productos seccionados y formados no utilizan el molido, el tajado, cortado en cubos, emulsificado, el rebanado o el fileteado. Carnes seccionadas y formadas son músculos intactos o secciones de músculos con la mayor parte del componente de carne.

Según Schiffner *et al.* (1996) la interacción entre la proteína de la superficie debe ser creada para formar enlaces entre las piezas de carne adyacentes. La carne debe ser hecha flexible y suave, para que pueda ser prensada o amoldada en la forma deseada. El calentamiento es necesario para coagular las proteínas y así las piezas adyacentes de carne estén fuertemente pegadas entre ellas. La miosina es la proteína que da mayor fuerza a los puentes que se forman entre las piezas de carne adyacentes, esto es de gran importancia en los productos seccionados y formados.

Las proteínas sarcoplasmáticas del músculo o proteínas solubles en agua, aparentemente solo juegan un rol menor en mantener las piezas de carne juntas. También pueden usarse proteínas no cárnicas para unir productos seccionado y formados, la proteína no cárnica se usa como fuente de agentes pegantes. Dentro de estos se encuentran, clara de huevo, albúmina de huevo deshidratada, leche descremada deshidratada, caseinato de sodio, proteína de soya concentrada e aislada, como también otro sinnúmero de proteínas. Sin embargo todas estas proteínas tienen una acción pegante, pero el pegando no es tan fuerte como el formado por las proteínas miofibrilares (Pearson y Gillet, 1996).

Según Pearson y Gillet (1996) existen dos ventajas de las proteínas no cárnicas, sobre las proteínas naturales de la carne. Primero, son de menor precio. Segundo pueden ser usadas para incrementar el contenido de proteínas de los productos seccionados y formados. Con el continuo incremento de la proteína cárnica, parece que será de interés tratar de usar estas proteínas provenientes de fuentes de bajo precio para abaratar

2.4 PROCESOS EN LA ELABORACIÓN DE LA CARNE MOLDEADA, REESTRUCTURADA

Según Schiffner *et al.* (1996) el efecto de masajear la carne es el de crear fricción entre ella y con esto provocar modificaciones en su estructura, destruyendo parcialmente las fibras musculares, estas liberan jugo celular, compuesto de agua y proteínas disueltas, comúnmente conocido como exudado proteico, dando una apariencia pegajosa. A este debilitamiento de la estructura y liberación de proteínas se le atribuye el aumento en la capacidad de absorción de agua, la adición de sal aumenta la capacidad de retención de agua debido a que, eleva la carga eléctrica de las proteínas, incrementando la cantidad de proteínas en estado disuelto.

La manipulación física por el masaje mejora la flexibilidad del producto. Una vez el producto se vuelve suave y flexible, puede ser amoldado o formado, aun más importante, es el ablandado de los pedazos individuales de músculo, es necesario ponerlos en contacto cercano con piezas adyacentes de carne. Una vez que el producto se ha vuelto suave y flexible y la proteína adecuada esta disponible en las superficies de la carne, esta se encuentra lista para el formado. Los formadores comúnmente realizado forzando el producto dentro de contenedores, en algunos casos, el producto es forzado dentro de contenedores rígidos de metal antes de calentarlos. La función principal del proceso de formado es forzar las piezas de carne a tener un contacto tan cercano que el proceso de pegado tenga lugar mientras se da el calentamiento (Pearson y Gillet, 1996).

Como lo establece Pearson y Gillet (1996) el calentado es el paso final en hacer carnes formadas y seccionadas. Esto es realizado solo con calor pero frecuentemente es combinado con aplicación de humo, dependiendo del producto. El calor causa que el exudado se coagule una vez que se enfrí y es responsable de pegar la carne. La experiencia practica indica que la temperatura interna final requerida es de 57.2 – 68.3°C este es el rango de temperatura en el que la miosina, actina y la mayoría de todas las proteínas miofibrilares son desnaturalizadas. Frecuentemente, el tiempo que se mantiene la temperatura interna final también es prolongado en orden de destruir microbios en el producto y incrementar la vida de anaquel del producto.

2.5 FORMULACIÓN DE PRODUCTOS SECCIONADOS Y FORMADOS

Una variedad de compuestos pueden ser usados en el curado de carne, los ingredientes básicos para el curado son sal, azúcar o algún endulzante y nitritos, fosfatos son agregados comúnmente en mezclas comerciales para curado, un gran numero de otros compuestos son usados comúnmente, por ejemplo: varias especias, polvo para hornear, eritórato disódico, proteína vegetales hidrolizadas y glutamato monosódico entre otros.

Los aditivos que se utilizan en la preparación de la sal de cura se puede dividir en agentes de curado y agentes ligantes.

2.5.1 Agentes de curado

Como lo establece Pearson y Gillet (1996) no de los principales agentes de curado en carnes reestructuradas es la sal, esta es de suma importancia para la extracción de las proteínas miofibrilares, que son las responsables de establecer los vínculos entre los trozos de carne adyacente, esta al ser un agente higroscópico ayuda a evitar la purga durante el cocimiento, la cantidad generalmente varia de 2 a 2.5%, mas de esto puede afectar las propiedades sensoriales del producto. “Solo se debe emplear sal de grado alimentario ya que las posibles impurezas podrían causar problemas de color y sabor” (Price y Scheweigert, 1994).

Según Price y Schweigert (1994) otro aditivo no menos importante es el nitrito, al que se le atribuye el desarrollo del color rosado al formar un complejo llamado nitrosohemoglobina. También se ha demostrado su efectividad en la inhibición del crecimiento de *Clostridium botulinum*.

Como lo establece Pearson y Gillet (1996) los nitritos y/o nitrato son usados en el curado de carnes aunado al efecto de estas sales en el desarrollo del color. El pigmento reacciona con óxido nítrico para producir los pigmentos característicos de la carne curada, estos pigmentos rosado son importantes para aceptabilidad de la mayoría de los productos de carnes procesadas.

Como se indicó, juntos nitritos y nitratos son usados en el curado de carne, para la estabilización del color. El resultado final es el mismo en cualquier caso, sin embargo los patrones para la estabilización de color del nitrito es más directo. Nitritos requieren un paso más en la estabilización del color.

2.5.2 Agentes ligantes

Como lo establece Pearson y Gillet (1996) los polifosfatos son usados generalmente como agentes ligantes, para la extracción de las proteínas miofibrilares y solubilizarlas, mejorando así la capacidad de adhesión entre los pedazos de carne adyacentes y también mejora la capacidad de retención de agua.

2.6 AHUMADO

El humo sirve primariamente para proveer una variación en el aroma y el sabor, el curado y ahumado están íntimamente relacionados y usualmente practicados juntos, eso significa, que generalmente la carne curada es ahumada y viceversa. El ahumado de las carnes es también difícilmente separado de la cocción, desde que el calor ha sido aplicado tradicionalmente al mismo tiempo que el ahumado. La curación y el ahumado están involucrados en el desarrollo del color. Esto es verdad por que el desarrollo del color de la carne curada, es estabilizado por el calor, además el color café desarrollado en la superficie de la mayoría de productos cárnicos es realzado por el proceso de ahumado (Pearson y Gillet, 1996).

2.6.1 Propósito del ahumado

El propósito primario del ahumado de carne es:

- Desarrollo de aroma y sabor
- Preservación
- Creación de nuevos productos
- Formación de una piel protectora
- Protección de la oxidación

2.6.2 Composición del humo

Se han encontrado más de 300 diferentes compuestos han sido aislados del humo de madera, esto no significa que necesariamente todos estos compuestos están presentes en carnes curadas, hay muchos factores que influyen la composición del humo, así como: la temperatura de combustión, condiciones de la cámara de combustión, cambios en el estado oxidativo de los compuestos formados y otros factores que no son de importancia desde el punto de vista de preservación y sabor.

Los componentes químicos mas comúnmente encontrados en el humo de madera, incluye, fenoles, ácidos orgánicos, alcoholes, carbonilos, hidrocarburos, algunos componentes gaseosos como dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono(CO), oxígeno (O_2), nitrógeno (N_2), y óxido nitroso (N_2O).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La elaboración del producto y pruebas sensoriales se realizó en las instalaciones de la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas. El análisis químico proximal se realizó en el Centreo de Evaluación de Alimento (CEA) y las pruebas microbiológicas en el laboratorio de microbiología. Todos ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales Ingredientes

- Perniles de cerdo (Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas)
- Sal (La buena cocina)
- Especias (Eyl Comercial, S.A.)
- Agua y hielo
- Malla elástica (Eyl Comercial, S.A)
- Eritorbato de sodio (Eyl Comercial S.A.)
- Carragenina (Eyl Comercial S.A.)
- Fosfato de sodio (Eyl Comercial S.A.)
- Material de empaque (Cryovac)
- Azúcar
- Panela

3.2.2 Material Análisis Sensorial

- Platos descartables
- Vasos descartables

3.2.3 Equipo De Procesamiento

- Masajeadora, HOLLY 200, modelo HVT 200
- Balanza Pelouze, Modelo 10b60
- Balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000
- Termómetro, marca Comark
- Horno KOCH

3.2.4 Análisis Físico Y Químico Proximal

- Foss NIR System modelo NIR SY-3650-II Analizador versátil de alimentos y bebidas
- WINISI II Software de NIR
- Colorflex Hunter Lab®
- INSTRON 4444®, Acople Warner Bratzel

3.3 FORMULACIÓN

Se utilizó como base la formulación del jamón de cerdo que se produce en la Empresa de Industrias Cárnicas de Zamorano, con la variación de la incorporación de 0.5 % de carragenina, para disminuir la purga de agua en el proceso de cocción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Formulación de jamón.

Formulación jamón	Cantidad	
	libras	Kilogramos
100 lb (45.45 Kg)		
Cerdo extra 1(menos de 5% de grasa)	76	34.55
Proteína aislada de soya	3	1.36
Agua	15	6.82
Hielo	15	6.82
Azúcar panela (variable)	1.5	0.68
Azúcar (variable)	0.5	0.23
Carragenina	0.5	0.23
Canela molida	0.06	0.03
Colorante cochinilla	0.03	0.01
Glutamato monosódico	0.06	0.03
Condimento para jamón	0.75	0.34
Polifosfato de sodio	0.31	0.14
Eritorbato de sodio	0.19	0.09
Nitrito de sodio	0.25	0.11
Sal yodada	1.75	0.80
Total	114.9	52.23

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Diseño experimental

Para el estudio se usó un diseño experimental de parcelas sub-divididas, donde las parcelas principales fueron, el tipo de azúcar y las sub-parcelas fueron el tiempo de masajeo al vacío (12 horas, dos horas más 10 de reposo) y la sub-sub-parcela fue el tipo de cocción (prensado o un jamón en red ahumado). Se realizaron tres repeticiones dando como resultado 24 unidades experimentales más el uso de jamón de cerdo de la planta como testigo con sus respectivas tres repeticiones, para un total de 27 datos (Cuadro 2).

3.4.2 Tratamientos

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos.

AZUCAR NORMAL	MASAJEO 1		MASAJEO 2 (REPOSO)	
	En red	Prensado	En red	Prensado
PANELA	MASAJEO 1		MASAJEO 2 (REPOSO)	
	En red	Prensado	En red	Prensado

3.4.3 Flujo de proceso del jamón

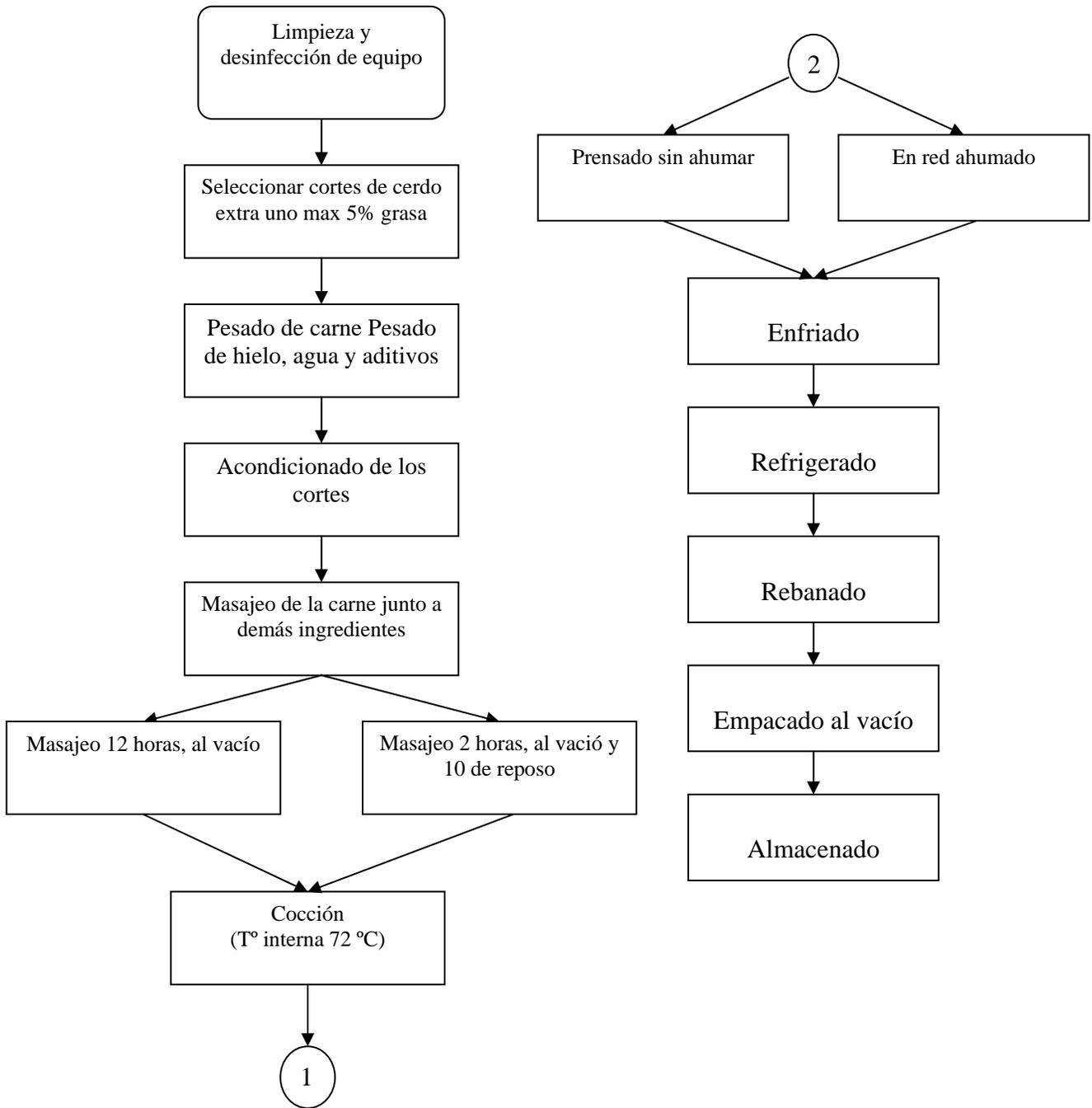
La elaboración del jamón es un proceso de varias etapas (figura 1), que comenzó con la selección de la materia prima (pernil de cerdo), que sea uniforme y sana. Seguidamente se procedió al desposte, para dejar la carne limpia sin hueso, grasa, ni cartílago. Para obtener el corte de carne de cerdo clasificado como extra uno por la Empresa de Industrias Cárnicas.

Luego se procedió con el pesado de los ingredientes, para ser mezclados junto con la carne dentro de la masajeadora, ahí se produce la extracción de las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas y también permitió que las sales de cura penetraran bien en la carne para tener un curado uniforme y un mejor desarrollo del color durante la cocción.

El siguiente paso fue reagrupar el jamón usando una malla especial resistente al calor, para luego fue colgado dentro del horno ahumador o prensado y cocido sumergido en agua hasta que este alcanzó una temperatura interna de 72°C, ambos, luego enfriados.

Seguidamente se procedió al rebanado y empaçado al vacío, después de esto ya se encontraba listo para el consumo o para ser almacenado en el cuarto frío hasta su comercialización.

Figura 1. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de jamón.



3.5 ANÁLISIS SENSORIALES

Para este estudio se realizaron pruebas sensoriales de aceptación de tipo afectivo. El panel sensorial se compuso de 12 personas no calificadas, incluyendo trabajadores y alumnos que se encuentren realizando su aprender haciendo en la Empresa de Industrias Cárnicas de Zamorano.

A su vez realizaron pruebas descriptivas para evaluar cada uno de los tratamientos, por medio de una escala hedónica de 5 puntos se codificaron las muestras con tres números dígitos al azar, para reducir el sesgo que pueda representar el número. Las variables a medir fueron: color, sabor, textura y aceptación general. Los datos obtenidos, se analizaron con ayuda del programa de análisis estadístico SAS ®.

3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

Se realizaron análisis de la fuerza de compresión en kilonewtons necesaria para cortar un trozo de jamón de dimensiones 2x2x2 cm, a cada tratamiento con ayuda del INSTRON 4444®, utilizando un acople Warner Bratzel. En cuanto al color se realizó análisis a cada tratamiento con ayuda del Colorflex Hunterlab®, con uso de la escala L*a*b.

3.7 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Se determinó el contenido de proteína, grasa, carbohidratos y humedad con la espectroscopia del infrarojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés) utilizando el equipo FossNIR System, con una curva de calibración para jamón ya existente.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se evaluaron los resultados obtenidos haciendo uso del programa estadístico SAS®. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar si hubo diferencia significativa en la aceptación de los tratamientos con un nivel de significancia de 0.05 y se realizó separación de medias por medio de una prueba TUKEY para determinar cuáles tratamientos eran diferentes. Además se realizó un análisis de correlación entre los datos obtenidos del análisis sensorial y los obtenidos a partir de aparatos de medición.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

En el cuadro 3 se pueden apreciar las interacciones entre las parcelas y sub-parcelas, con respecto a los atributos de color, sabor, textura, fuerza cortante medida en el Instron y la aceptación general, además de la correlación que existe entre los atributos antes mencionados y la aceptación general del producto.

La sub-parcela referente al tipo de edulcorante utilizado en la formulación no tuvo influencia significativa ($P < 0.05$) en los datos de esfuerzo cortante de cizalla registrados por el Instron; resultado que se esperaba ya que el edulcorante no influye sobre la dureza del producto. Los atributos de textura, color y sabor sí fueron influenciados significativamente ($P < 0.05$) por parte del edulcorante ya que la panela al tener un grado menor de refinamiento adiciona un gran número de impurezas, que modifican la percepción de la textura al igual que oscurece el producto e imparte diferencias en sabor al tener un poder edulcorante menor al del azúcar refinada.

Al no presentar el atributo textura una relación significativa ($P < 0.05$) con el tipo de masajeo podemos deducir que los panelistas no tuvieron la capacidad de diferenciar entre los productos que tuvieron un masajeo de 12 horas con los jamones elaborados con el masajeo de dos horas y reposo de 10 horas. Sin embargo el Instron sí fue capaz de registrar valores significativamente diferentes entre los tratamientos.

La interacción de todas las parcelas es significativa ($P < 0.05$) en cada uno de los atributos, excepto en la aceptación general y el color. Esto se puede atribuir a que los panelistas, al manejar tantas variables, no pudieron basar su agrado a la interacción de los tratamientos, mientras en el caso de los atributos sabor y textura la interacción de las parcelas sí presenta un efecto significativo ($P < 0.05$) debido a que para el ser humano es más fácil detectar variaciones en estos dos atributos.

Cuadro 3. Probabilidad del valor F de las interacciones.

Fuente de variación	Instron	Textura	Color	Sabor	Acept. Gral.
ParcelaG (edulcorante)	0.4125	0.0132	0.0004	0.0034	0.2085
ParcelaM(masajeo)	0.0044	0.2776	<.0001	0.0001	0.0018
Parcela pequeña(coccion)	0.0001	0.0002	0.0088	0.0045	<0.0001
ParcelaG*parcelaM	0.1135	0.0021	<.0001	0.0031	0.0265
ParcelaG*parcelaP	0.798	0.3548	0.0041	0.0001	0.0012
ParcelaM*parcelaP	0.3018	0.0653	0.005	0.0012	0.008
Par G*M*P	0.0161	0.0093	0.7673	0.0002	0.195
Modelo	0.0002	0.0007	<.0001	<0.0001	0.0009
Media	0.04	4.10	4.04	4.34	4.01
R – cuadrado	0.75	0.79	0.94	0.81	0.89
CV	4.08	12.64	3.36	5.78	4.86
(P<0.05)	0.0275	0.1487	0.0022	0.0201	
Índice de Pearson*	0.4239	-0.2856	0.5639	0.4654	

*Correlación con respecto a aceptación general.

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

Se presentó gran variabilidad con respecto al agrado de los panelistas en la textura de los tratamientos (cuadro 4) debido a la falta de conocimientos en poder diferenciar texturas, los panelistas tuvieron apreciaciones muy diferentes de este atributo. No existió un criterio uniforme para hacer la evacuación, pero en general los panelistas prefirieron los tratamientos cocidos en red sobre los cocidos prensados.

Con respecto al atributo color, la interacción del masajeo y de las diferencias en formulación, sí fueron significativas ($P < 0.05$) ya que a mayor tiempo de masajeo al vacío más penetran las sales de cura; de igual manera el tipo de azúcar utilizado influye en el color ya que la panela es mucho más oscura que el azúcar refinada. En cuanto al atributo sabor, los tratamientos elaborados con azúcar refinada fueron los mas aceptados, este puede ser un posible criterio a considerar para la simplificación de futuros estudios estudio eliminando dicha variable (cuadro 3).

Cuadro 4. Análisis sensoriales.¹

Parce. G	Parce. M	Parce. p	Trt	Textura	Color	Sabor	Aceptación
Azúcar	Masajeo1	Red	1	4.52 _a	4.28 _b	4.63 _a	4.44 _a
Azúcar	Masajeo1	Prensado	2	4.19 _{abc}	4.46 _a	4.57 _a	4.36 _b
Azúcar	Masajeo2	Red	3	4.26 _{abc}	3.70 _c	4.10 _{ab}	3.32 _c
Azúcar	Masajeo2	Prensado	4	3.80 _{cd}	4.21 _b	3.21 _c	4.41 _a
Panela	Masajeo1	Red	5	4.22 _{abc}	4.55 _a	4.04 _{bc}	4.27 _b
Panela	Masajeo1	Prensado	6	3.61 _d	4.34 _b	4.34 _b	4.34 _b
Panela	Masajeo2	Red	7	4.05 _{bcd}	3.30 _d	3.11 _c	3.43 _c
Panela	Masajeo2	Prensado	8	4.12 _{abc}	3.48 _{cd}	3.46 _b	4.19 _b
Testigo	-	-	9	4.27 _{ab}	4.45 _a	4.41 _b	4.49 _a
R – cuadrado				0.75	0.94	0.81	0.89
CV				12.65	3.36	5.78	4.86
P<0.05				0.1487	0.0022	0.0201	
Indice de Pearson*				-0.2856	0.5639	0.4654	

* Datos correlacionados con la aceptación general.

¹ Promedios en cada columna con diferente letra, son significativamente diferentes (P<0.05)

En referencia a la aceptación general (Cuadro 4) los tratamientos más aceptados fueron el tratamiento número uno, elaborado con azúcar refinada, masajeo de 12 horas y cocción en red (ahumado) junto con el tratamiento cuatro, elaborado con azúcar refinada, masajeo de dos horas y 10 de reposo y cocción en prensa y el testigo que es el jamón de cerdo ya existente en la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas. Estos resultados muestran una clara preferencia por los tratamientos elaborados con azúcar refinada como edulcorante en su formulación.

4.3 ANÁLISIS FÍSICOS

En el Cuadro 5 se puede observar que los datos obtenidos del análisis sensorial de color y los datos obtenidos a partir de Colorflex Hunterlab® no presentaron correlación entre ellos. El color se conforma de los tres datos registrados por el Coloflex Hunterlab y su interrelación entre ellos, no a parámetros aislados, por esta razón no se puede concluir que haya una preferencia marcada para los jamones, con valores determinados en la escala L*a*b. Cabe resaltar que los tratamientos que tuvieron mayor aceptación en cuanto al atributo color, fueron los que tuvieron un masajeo de 12 horas, esto probablemente se debe a que permite una penetración más uniforme de las sales de cura para el posterior desarrollo del pigmentación durante la cocción.

Cuadro 5. Análisis de color.¹

Parce. G	Parce. M	Parce. p	Trt	L*	a*	b*	Color
Azúcar	Masajeo1	Red	1	54.80 _a	8.59 _c	9.61 _c	4.28 _b
Azúcar	Masajeo1	Prensado	2	54.84 _a	9.94 _{bc}	10.92 _{ab}	4.46 _a
Azúcar	Masajeo2	Red	3	54.87 _a	9.80 _{bc}	11.38 _a	3.70 _c
Azúcar	Masajeo2	Prensado	4	54.77 _a	10.71 _{ab}	11.43 _a	4.21 _b
Panela	Masajeo1	Red	5	52.99 _b	9.86 _{bc}	10.61 _b	4.55 _a
Panela	Masajeo1	Prensado	6	47.82 _d	10.71 _{ab}	10.54 _b	4.34 _b
Panela	Masajeo2	Red	7	50.83 _c	10.68 _{ab}	10.49 _b	3.30 _d
Panela	Masajeo2	Prensado	8	55.13 _a	9.91 _{bc}	11.45 _a	3.48 _{cd}
Testigo	-	-	9	49.03 _d	11.84 _c	8.00 _d	4.45 _a
R – cuadrado				0.96	0.72	0.89	0.94
CV				1.21	5.03	2.36	3.36
P<0.05				0.4245	0.7262	0.0578	
Índice de Pearson*				-0.1603	0.0707	-0.3696	

* Datos de escala L*a*b, correlacionados con datos sensoriales de color

¹ Promedios en cada columna con diferente letra, son significativamente diferentes (P<0.05)

Como podemos observar en el siguiente cuadro se presentó una correlación negativa entre los datos obtenidos por el Inston 4444® y los datos de textura obtenidos a través del panel sensorial (Cuadro 6). A mayor fuerza registrada por el Instron menor fue el agrado de los panelistas para el atributo textura.

Cuadro 6. Análisis de correlación textura contra fuerza de corte.¹

Parce. G	Parce. M	Parce. p	Trt	Instron	Textura
Azúcar	Masajeo1	Red	1	0.0366 _{ab}	4.52 _a
Azúcar	Masajeo1	Prensado	2	0.0426 _{ab}	4.19 _{abc}
Azúcar	Masajeo2	Red	3	0.3307 _b	4.26 _{abc}
Azúcar	Masajeo2	Prensado	4	0.0426 _{ab}	3.80 _{cd}
Panela	Masajeo1	Red	5	0.0325 _b	4.22 _{abc}
Panela	Masajeo1	Prensado	6	0.0499 _a	3.61 _d
Panela	Masajeo2	Red	7	0.0302 _b	4.05 _{bcd}
Panela	Masajeo2	Prensado	8	0.0331 _b	4.12 _{abc}
Testigo	-	-	9	0.0316 _b	4.27 _{ab}
R – cuadrado				0.789	0.75
CV				4.079	12.65
P<0.005				0.0076	
Índice de Pearson*				-0.5023	

*Correlacion entre datos del Instron y Textura.

¹ Promedios en cada columna con diferente letra, son significativamente diferentes (P<0.05)

4.4 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

El Codex Alimentarius en su norma para jamón cocido (1991) establece que la cantidad promedio de proteína tiene que estar entre 18.0% y 16.5%, por lo cual la mayoría de los tratamientos cumplen con esta normativa. Sin embargo se puede observar que a mayor cantidad de humedad menor porcentaje de proteína (Cuadro 7). Esto puede ser debido a que los datos obtenidos por el NIR presentaron una correlación alta negativa (Cuadro 8) entre la cantidad de humedad y la cantidad de proteína, también se debe considerar el efecto de aditivos como la carragenina sobre la capacidad de retención de agua.

Otro efecto a considerar fue el tipo de cocción, los tratamientos que tuvieron una cocción por prensa fueron los que registraron los valores más altos en el porcentaje de humedad (Cuadro 7) esto se debió a que no sufrían purga al momento de la cocción, no así los tratamientos que fueron cocidos en red, ya que en el horno si ocurre perdidas de humedad.

Con referencia al porcentaje de grasa de los tratamientos podemos observar que las medias están dentro de solo dos grupos significativamente diferentes, esto se debido a que la materia prima proviene del mismo corte de carne (*gracilis*, *adductor*, *semimembranosus* y *pectineus*), por consiguiente no hubo gran variabilidad entre la materia prima.

Cuadro 7. Análisis químico proximal.¹

Parce. G	Parce. M	Parce. p	Trt	Proteína %	Grasa %	Humedad %
Azúcar	Masajeo1	Red	1	21.10 _{ab}	2.78 _a	66.72 _{cd}
Azúcar	Masajeo1	Prensado	2	20.89 _{ab}	2.74 _a	69.85 _b
Azúcar	Masajeo2	Red	3	21.86 _a	2.30 _a	66.10 _d
Azúcar	Masajeo2	Prensado	4	19.11 _c	2.66 _a	71.07 _b
Panela	Masajeo1	Red	5	20.46 _b	2.69 _a	67.95 _c
Panela	Masajeo1	Prensado	6	19.30 _c	2.21 _b	70.82 _b
Panela	Masajeo2	Red	7	19.02 _c	2.67 _a	67.23 _{cd}
Panela	Masajeo2	Prensado	8	14.95 _d	2.17 _b	75.41 _a
Testigo	-	-	9	14.80 _d	2.68 _a	75.35 _a
R-cuadrado				0.978	0.894	0.975
CV				1.888	3.999	0.804

¹ Promedios en cada columna con diferente letra, son significativamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 8. Correlación de contenido químico.

Índice de Pearson			
	Proteína	Grasa	Humedad
Proteína		0.2602	<.0001
		0.22452	-0.9018
Grasa	0.2602		0.194
	0.2245		-0.2579
Humedad	<.0001	0.194	
	-0.9028	-0.25789	

5. CONCLUSIONES

- Sensorialmente, para el atributo sabor, se prefirió los jamones elaborados con azúcar a aquellos que contenían panela en la formulación.
- La aceptación general de los jamones no se vio influenciada por la interacción de las parcelas y sub-parcelas, debido a que los panelistas al manejar tantas variables en su evaluación sensorial tienden a confundirse y hacer una mala apreciación general del producto.
- El masajeo de 12 horas resultó en una mayor aceptación del atributo color.
- El prensado de los jamones permitió una mayor retención de la humedad del producto.
- La composición química de los jamones elaborados con los mejores tratamientos se encontró dentro de los parámetros establecidos por el Codex Alimentarius en su norma para jamón de 1991.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de comparación de costos de producción, para determinar cuál de los dos mejores tratamientos es más rentable.
- Realizar un estudio enfocándose en distintos tiempos de masajeo.
- Realizar pruebas con cortes inyectados y evaluar las diferencias con el estudio actual.
- Realizar un estudio más simplificado, eliminando la parcela del edulcorante, ya que todos los panelista prefirieron los tratamientos elaborados con azúcar refinada.
- Al momento de realizar la evaluación sensorial se recomienda utilizar un panel sensorial capacitado, ya que estos productos son de gusto adquirido y no son bien apreciados por cualquier paladar.
- Realizar las pruebas sensoriales de preferencia y aceptación, con el consumidor final.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Codex Alimentarius. 1991. Norma del codex para el jamón curado cocido codex stan 96-1981.
- Instituto SAS Inc. 1998 SAS/STAT; User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, N.C. E.E.U.U.
- Macías, J. 2003. Contexto de producción porcina y proyecciones. (en línea). Consultado 19 Sep. 2004. Disponible en: www.gestiopolis.com/produ_cerdo.maci23/2003.html
- Montero, J. 1973 Principios de formulación de productos cárnicos. Editorial Ramses Chile. 245 p.
- Pearson, A. y Gillet, T. 1996. Processed meats. 3ª Edición. New York, E.E.U.U. Chapman & Hall. 448p.
- Price, J. y Scheweigert, B.1994. Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos. 2ª Edición. Trad por Juan Luis Fuentes. Zaragoza España. Editorial ACRIBIA, S.A. 581p.
- Real Academia de la Lengua. 2001. Vigésima segunda edición. Definición de jamón. Consultado en 5 sep. 2005.(en línea). Disponible en: <http://www.rae.es/Vigesima segunda edición>.
- Schiffner, E.; Opperl, K. y Lortzing, D. 1996. Elaboración Casera de Carne y Embutidos. Trad. por Oscar Dgonés. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA, S.A. 215p.
- Technical Resources. 2005. Color Management L* a* b* and ICC Profiles. (en línea). Consultado el 5 sep. 2005. Disponible en: <http://www.wasatchinc.com/lab.html>.
- Zapata, J. 1981 The effects of mechanical treatment of meat pieces on sensory parameters of sections and formed processed meat. Ph.D. Thesis Michigan State University, East Lansing, Michigan

8. ANEXOS

Anexo 1. Prueba de Aceptacion

Nombre: _____ fecha: _____

Desarrollo de un jamón

Instrucciones: Por favor responda a las preguntas que a continuación se le presentan marcando o encerrando la respuesta que más refleje sus opiniones acerca del producto.

¿Qué opina acerca del color del producto con el código?

563	970	231	352	784
Muy agradable				
Un poco agradable				
Ni me gusta ni me disgusta				
Poco desagradable				
Muy desagradable				

Qué opina acerca de la textura del producto con el código?

563	970	231	352	784
Muy agradable				
Un poco agradable				
Ni me gusta ni me disgusta				
Poco desagradable				
Muy desagradable				

Qué opina acerca de la aceptación general del producto con el código?

563	970	231	352	784
Muy agradable				
Un poco agradable				
Ni me gusta ni me disgusta				
Poco desagradable				
Muy desagradable				