

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN INSTRUMENTAL Y SENSORIAL DE JAMÓN DE CERDO  
Y CORDERO (PALETA Y PIERNA), FRESCO Y ENVASADO AL VACÍO**

**por**

**Gabriel Bernardo ORTEGA BAZZANO**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2023**

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. Fernando Ballesteros

---

Ing. Agr. Nelson Barlocco

---

Tec. Luis Repiso

Fecha: 10 de febrero de 2023

Autor:

---

Gabriel Bernardo Ortega Bazzano

## AGRADECIMIENTOS

A mis queridos padres por su incondicional apoyo a lo largo de todos estos años, y de la carrera. A mi señora e hijos que son el estímulo para lograr el objetivo propuesto.

Un reconocimiento especial para Osvaldo Cardozo (mi tío) por su apoyo y quien sin darse cuenta me despertó el gusto por esta profesión.

A Luis Repiso por abrirnos las puertas del LATU y brindarnos todas las condiciones para poder realizar las prácticas del trabajo de tesis.

Al docente de suinotecnia Nelson Barlocco por su apoyo y permitirme sumarlo a los integrantes del tribunal, también a mi director de tesis Fernando Ballesteros por sus conocimientos transferidos y experimentar con un nuevo producto (jamón de cordero).

También a mi sobrino Maximiliano Cárdenas que me ayudó en algunos pasajes de la tesis, así como a la colaboración de Silvana Rodríguez.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1 DEFINICIÓN DE CHACINADOS Y SU CLASIFICACIÓN.....	3
2.2 CHACINADOS A PARTIR DE LA ESPECIE OVINA, ELABORADOS EN OTROS PAÍSES .....	4
2.3 UN CASO PARTICULAR: EL JAMÓN COCIDO DE OVINO .....	4
2.4 MATERIAS PRIMAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO .....	5
2.4.1 <u>Carne</u> .....	5
2.4.2 <u>Sal y sus funciones</u> .....	6
2.4.2.1 Papel bacteriostático .....	6
2.4.2.2 Agente de sapidez .....	6
2.4.2.3 Influencia sobre el poder de retención de agua de la carne .....	7
2.4.2.4 Acción sobre las proteínas .....	7
2.4.2.5 Acción sobre las grasas .....	7
2.4.2.6 Penetración de la sal en la carne .....	7
2.4.2.7 Factores externos .....	7
2.4.2.8 Factores internos .....	7
2.4.3 <u>Azúcar</u> .....	8
2.4.4 <u>Agentes conservadores</u> .....	9
2.4.4.1 Sorbatos de potasio .....	9
2.4.4.2 Benzoatos .....	9
2.4.4.3 Parabenos .....	9
2.4.5 <u>Antioxidantes</u> .....	9
2.4.6 <u>Fosfatos</u> .....	10
2.4.6.1 El pH .....	11
2.4.6.2 Disociación del complejo actinmiosina .....	11
2.4.6.3 Formación de complejos con los cationes Ca y Mg .....	12
2.4.7 <u>Agentes estabilizantes y espesantes</u> .....	12

2.4.7.1 Almidones .....	12
2.4.7.2 Productos de leche .....	15
2.4.7.3 Soja .....	16
2.4.7.4 Carragenatos INS-407 .....	17
2.4.7.5 Mecanismo de gelificación.....	18
2.4.8 <u>Potenciadores de sabor</u> .....	19
2.4.9 <u>Nitratos y nitritos</u> .....	19
2.4.9.1 Toxicidad del nitrito .....	20
2.4.9.2 Papel del nitrito en los productos de salazón.....	21
2.4.10 <u>Salmuera</u> .....	23
2.5 PROCEDIMIENTOS TECNOLÓGICOS INVOLUCRADOS .....	23
2.5.1 <u>Tiernizado</u> .....	23
2.5.2 <u>Inyección de salmuera</u> .....	24
2.5.3 <u>Masajeado</u> .....	25
2.5.4 <u>Enmoldado</u> .....	26
2.5.5 <u>Cocimiento</u> .....	26
2.5.6 <u>Enfriado</u> .....	27
2.5.7 <u>Aplicación de vacío</u> .....	28
2.6 ANÁLISIS SENSORIAL .....	28
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	29
3.1 UBICACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL .....	29
3.2 PROTOCOLO DE ELABORACIÓN .....	29
3.3 DISEÑO ESTADÍSTICO .....	37
3.3.1 <u>Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)</u> .....	37
3.3.2 <u>Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC)</u>	39
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	41
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	46
6. <u>RESUMEN</u> .....	47
7. <u>SUMMARY</u> .....	48
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	49
9. <u>ANEXOS</u> .....	54

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.		Página
1.	Fórmula de la salmuera (fórmula 25% original).....	32
2.	Pérdida por cocción.....	35
3.	Evaluación de atributos sensoriales de pierna y paleta de cordero cocida y jamón de cerdo sin vacío.....	41
4.	Evaluación de atributos sensoriales de pierna de cordero cocida sin vacío y con vacío.....	41
5.	Evaluación de atributos sensoriales de paleta de cordero cocida sin vacío y con vacío.....	42
6.	Evaluación de atributos sensoriales de paleta de cordero cocida sin vacío y con vacío, pierna de cordero cocida sin vacío y con vacío y jamón de cerdo cocido sin vacío y con vacío .....	43
7.	Valores de dureza obtenidos mediante cizalla Warner-Bratzler aplicadas a jamón de cerdo, pierna de cordero y paleta de cordero .....	44
8.	Medidas de los parámetros de color L*, a* y b* en paleta de cordero al vacío y sin vacío, pierna de cordero al vacío y sin vacío y jamón de cerdo cocido .....	45

Figura No.

1.	Medida con peachímetro .....	29
2.	Medida con colorímetro .....	29
3.	Desosado de las piezas .....	30
4.	Inyectora de 10 agujas .....	31
5.	Inyección con salmuera .....	33
6.	Tumbler en cámara refrigerada .....	33
7.	Moldes .....	34
8.	Tina de calentamiento .....	35
9.	Desmoldado .....	36
10.	Máquina de vacío .....	37
11.	Presentación de las muestras .....	38
12.	Degustación 1 .....	38
13.	Degustación 2 .....	39
14.	Jamones terminados 1 .....	44
15.	Jamones terminados 2 .....	45
16.	Jamones terminados 3 .....	45

## 1. INTRODUCCIÓN

La crisis lanera ocurrida en la década de los 90 hizo pensar que la reconversión hacia la producción de carne podría ser una alternativa. En este marco, en el Uruguay se ha venido desarrollando con éxito la producción de corderos pesados a partir de razas laneras (Azzarini et al., 1996).

Los dos productos primarios del rubro ovino: lana y carne son muy dependientes del mercado externo. Debido a esto se busca otra alternativa que es la elaboración de productos cárnicos.

El acceso del país a nuevos mercados de alto poder adquisitivo, puede enfrentar el desafío de satisfacer nuevas demandas con el desarrollo de productos distintos. En efecto, la influencia de aspectos culturales y de hábitos de consumo deberán ser contemplados por la industria para obtener productos con mayor valor agregado.

El consumidor es el destinatario final y en este sentido, resulta importante conocer cuáles son las características del producto que éste considera relevantes. Sin duda, al momento de la compra, la presentación en general y el color en particular, son los atributos más importantes en decidir las preferencias del consumidor.

La elaboración de productos cárnicos en la República Oriental del Uruguay se remonta a los albores del siglo dieciocho cuando se exportaba tasajo a Cuba y Brasil o el corned beef exportado durante la Segunda Guerra Mundial.

El subsector ganadero mostró posteriormente un escaso dinamismo que fue acompañado por la industria y sólo el rubro chacinados volcado exclusivamente al mercado interno, proveyó de productos elaborados donde incorporaba carne vacuna y suina. Dentro de los productos elaborados en Uruguay con carne ovina está el corned mutton que es exportado, tal como se observa en el Anexo No. 1.

En este marco se plantean como objetivos del presente trabajo investigar y desarrollar productos elaborados en base a carne ovina, dando así cumplimiento a las demandas generadas por los consumidores.

En la actualidad y pensando en una estrategia de futuro, el grupo de carnes de la EEMAC ha comenzado a investigar y desarrollar productos en principio derivados de carne ovina, como ser: el jamón cocido de cordero pesado, la paleta cocida y chacinados como salchichas parrilleras, chorizos, chacareros y hamburguesas. El objetivo se centrará en la elaboración de jamón cocido y paleta cocida y evaluar qué aceptación tendría frente a un jamón cocido elaborado con carne de cerdo.



## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

En el país, la carne de ovino destinada a la elaboración de productos cárnicos se encuentra en sus comienzos, existiendo poca investigación al respecto. Sin embargo en otros países se han realizado trabajos donde la carne ovina es usada como alternativa a las tradicionalmente empleadas en la elaboración de productos cárnicos.

La carne de cerdo fresca y curada fue durante la década de los 70 en las naciones industrializadas, uno de los alimentos más importantes frente a la carne curada de cordero (Locker et al., 1975). En ocasiones servía para quienes desechaban la carne de cerdo especialmente las comunidades hebreas, o - a veces - por ser más económica.

En 1976 en Nueva Zelanda, cuando las restricciones a las importaciones y la suba del precio del jamón de cerdo, comenzaron experiencias con el curado de carne de cordero. Los jamones de cordero gozaban de un pequeño pero sostenido comercio, aunque presentaban problemas tecnológicos que de todas formas hacían pensar que la carne de cordero los superaría. Es así que Locker et al. (1975) consideraron a las piernas de cordero cortadas en caliente, la mejor materia prima. Realizado el análisis sensorial, se confirmó en su experimento una gran aceptabilidad de aquellos jamones derivados de animales alimentados con maíz, en comparación con los que se les suministraba cebada y pasto.

El uso de carne ovina en productos cárnicos curados ahumados, emulsionados (Baliga y Madaiah 1970, Klettner et al. 1989, Pinheiro 1989) y salados (Zapata et al., 1990) y el uso de grasa vegetal y pirofosfatos sobre chacinados frescos y cocidos (Feldman et al., 1999), ha sido evaluado en varios países.

En la elaboración de jamón, específicamente, algunas características de la materia prima (pH, pigmentos totales, proteína, grasa y cenizas) y en la salmuera (temperatura, pH y concentración de los ingredientes) en asociación con procedimientos tecnológicos adecuados, como el “masaje” en la “Tumbler” y el método cook-in (método de elaboración, donde en la etapa del moldeo el producto es envasado al vacío en el envoltorio en el que será cocido y comercializado), pueden afectar la calidad final del jamón (Schmidt 1986, Reichert 1988).

El flavor de oveja en jamones analizados por un panel sensorial, arrojó notas de baja aceptabilidad, sin embargo si se reducía la grasa de oveja al 10% o menos y se usaban especias, ahumado y curado, se lograba mejorar su aceptabilidad (Bartholomew y Osuala, 1986).

De la misma forma Monteiro y Terra (1999) trabajando con corderos Texel x Corriedale de 120 días de edad, realizaron el procesamiento de jamones cook-in

y obtuvieron grados de aceptabilidad muy altos por sus paneles sensoriales, incluso superiores a los que se habían logrado con carne de oveja.

Paleari et al. (2006) realizaron una caracterización de ácidos grasos en un jamón realizado con pernil de cordero, un producto tradicionalmente elaborado en Italia denominado “violino”.

En la bibliografía consultada no se comparan carnes de diferentes especies en el caso de la elaboración de jamón, sin embargo, sí existe para otro tipo de chacinados.

## **2.1. DEFINICIÓN DE CHACINADOS Y SU CLASIFICACIÓN**

De acuerdo al MSP (s.f.), la definición de chacinados es: *“El alimento elaborado a base de carne o sangre o mezcla de ambas con o sin el agregado de vísceras u otros productos animales o vegetales autorizados por la presente reglamentación, debiendo estar exentos de aponeurosis, tendones, ligamentos o cartílagos, a excepción de los chacinados cocidos, en los que se admite tejidos colágenos a los efectos de su transformación en gelatina, sometidos o no a un proceso de curación y/o ahumado.”*

Estos se clasifican en:

- Chacinados frescos,
- Chacinados cocidos,
- Chacinados secos,
- Salazones y salazones curados.

Los chacinados frescos son preparados a base de carne y grasa cruda y picada de las especies bovina, suina y otras autorizadas, aptas para el consumo humano. Adición de condimentos aditivos e ingredientes aprobados en esta reglamentación. Pueden ser frescos embutidos y no embutidos, la diferencia es si tienen tripa o no. Por ejemplo: chorizo, codeguín, longaniza parrillera, salchicha, hamburguesas, brochette, milanesas, etc.

Los chacinados cocidos son preparados a base de carne y grasa, crudas, picadas, que pueden mezclarse con cueros de cerdo o carnes precocidas, de las especies: bovina, suina y otras autorizadas con la adición de aditivos, ingredientes y coadyuvantes aprobados y sometidos a un tratamiento térmico adecuado. Dentro de los embutidos, están: morcilla, mortadela, frankfuter, leonesa, salchichón, sobrasada, butifarra, etc.; y no embutidos lechón arrollado, matambre, queso de cerdo, cima, gelatina, etc.

Los chacinados secos son aquellos preparados a base de carne y grasas, crudas y picadas, de las especies: bovinas, suinas y otras autorizadas con adición de aditivos, ingredientes autorizados que han sido sometidos a un proceso de maduración y

deseccación. Se presentan embutidos en tripas naturales o artificiales. Dentro de esta categoría están: longaniza, salame, sopresatta, chorizo español, etc.

Los salazones son los elaborados con trozos de carne o tejido adiposo, que han sufrido un proceso destinado a su conservación mediante la acción de sodio en salazón seca o húmeda.

Chacinados salados curados son los que - además del cloruro de sodio - se les adiciona nitrito o nitrato de sodio o potasio. Ejemplos de esta categoría: bondiola, tasajo, charque, jamón crudo, jamón cocido, paleta, panceta, unto, etc.

## **2.2. CHACINADOS A PARTIR DE LA ESPECIE OVINA, ELABORADOS EN OTROS PAÍSES**

En otras partes del mundo se realizan una serie de elaboraciones con carne ovina, por ejemplo:

- Salames en varios países de habla hispana.
- Shaslik, un tipo de brochette ruso con carne de cordero.
- Jamones curados, ahumados o no, en Brasil, Nueva Zelanda, Argentina.
- Salchichas parrilleras con carne de cordero. Una variación son las salchichas libanesas, en México.
- Jamones cocidos con carne de cordero o borrego, en Brasil.
- Txuri es un tipo de chacinado cocido y elaborado con carnes de segunda, en España.
- Mondejos elaborados con carne de ovinos, en España.
- Buskanzas elaboradas con sangre de ovino y especias típicas de los Países Vascos.
- Chistorra, elaborado con carne de borrego, en México.

## **2.3. UN CASO PARTICULAR: EL JAMÓN COCIDO DE OVINO**

El jamón cocido para la legislación es la salazón preparado con el pernil del cerdo con o sin hueso, con o sin piel de cerdo, con o sin capa de grasa debidamente cortada y emprolijado, que una vez curado y adicionado de condimentos y aditivos, se somete a un tratamiento térmico (calor seco, agua y vapor) de forma de alcanzar en la parte interna de la masa un mínimo de 68° C (MSP, s.f.). Como se observa no se contempla el uso de carne ovina.

No existe ningún trabajo científico en el país que haya usado la carne ovina para la elaboración de jamón cocido. A nivel mundial el mercado del jamón se encuentra totalmente dominado por los jamones elaborados con carne de cerdo. Sin embargo,

algunas experiencias realizadas en Brasil con cuartos traseros ovinos, demuestran un potencial aún no explotado.

## **2.4. MATERIAS PRIMAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO**

### **2.4.1. Carne**

Precisamente con la elección del material a utilizar se sientan las bases para la obtención de un producto óptimo. El sacrificio y posterior faenado de la carne, que es la materia prima, en debidas condiciones higiénicas resulta de importancia decisiva.

Cualquier sobrecarga microbiana intensa provoca siempre, en el producto terminado, una limitada capacidad de conservación (descomposición más rápida), así como una mala estabilidad del color y alteraciones del sabor. En el curso de dicha elaboración, otras medidas no tienen tanta trascendencia, muy por el contrario, el pH y el valor de  $a_w$  del producto son relativamente altos. Tampoco en el curso del calentamiento puede pensarse en un calentamiento elevado en beneficio de una mejor capacidad de conservación. Una extraordinaria limpieza e higiene en el sacrificio, así como el control de los jamones dispuestos para su envío, son circunstancias que, en unión de cuantas medidas puedan contribuir al fin propuesto, garantizan la seguridad de la producción (Frey, 1983).

Por descontado, la materia prima debe someterse a la correspondiente refrigeración antes de proceder a su tratamiento. En esta operación se vigilará la temperatura y humedad imperantes en el frigorífico, con el objeto de evitar la pringosis superficial, es decir la intensa proliferación microbiana en la superficie de las piezas, por elevación del valor de  $a_w$ .

Luego se clasificarán los jamones, así para la elaboración de jamón cocido deben seleccionarse las piezas con pH entre 5,8 y 6,2., ya que entre dichos pH se cuenta con una buena capacidad fijadora de agua que proporcionarán la deseada consistencia blanda y jugosa y mejorará el rendimiento de los productos con ellos elaborados. Una elección basada en características externas puede inducir a error, para lo cual se recomienda una correcta medición del pH.

En la operación de cortar la materia prima para preparar jamones cocidos debe procurarse que en los puntos de unión, en los cuales los trozos de carne entran en íntimo contacto, no exista ningún revestimiento graso ni de tejido conjuntivo, pues, de suceder así, la imagen de las lonchas será deficiente (Frey, 1983).

## **2.4.2. Sal y sus funciones**

Se entiende al producto designado químicamente como ClNa que cumple con ciertas exigencias de pureza. De acuerdo a su granulometría: fina, entrefina y gruesa, el ClNa debe tener un mínimo de 98% de pureza, un máximo de humedad del 1%, residuos insolubles 0.3%, sulfato 0.7% (MSP, s.f.). La sal es la sustancia química más antiguamente conocida y utilizada en todos los chacinados.

### **2.4.2.1. Papel bacteriostático**

La sal no es un agente antiséptico ya que no destruye a las bacterias o lo hace mínimamente; aunque sí frena y detiene el crecimiento de la mayoría de ellas cuando se usa a concentraciones suficientes. Se considera generalmente que a la concentración del 10% inhibe el crecimiento de numerosos microorganismos, en cambio a la concentración del 5% su acción no se hace sentir más que sobre los anaerobios (Girard, 1991).

La sal a concentraciones suficientes -1,7-2,5%- (Girard, 1991) inhibe el crecimiento microbiano como resultado del aumento de la presión osmótica del medio o del alimento; también debido al descenso en la actividad del agua (Price y Schweigert, 1994).

Algunos microorganismos (halófilos), sólo pueden crecer en medios que contengan concentraciones de sal muy elevadas y mueren rápidamente cuando son colocadas en medios con menos de 10% de cloruro de sodio.

### **2.4.2.2. Agente de sapidez**

La sal aporta un gusto salado que es debido al anión  $\text{Cl}^-$ , mientras que el catión  $\text{Na}^+$  tiene su efecto principal en la capacidad de estimular a los receptores. Es preciso señalar que la formación de un complejo con las proteínas, complejo estable al frío pero que se destruye por el calentamiento, no deja más que una parte de sal, la parte libre para producir ese gusto salado. Esto explica que con un mismo contenido en sal, un producto crudo parece menos salado que cuando está cocido. La grasa parece siempre poco salada por la razón de su escaso contenido en agua, por lo que es muy poca la sal que penetra en ella (Le Magnen, 1951).

La limitación de la adición de sal por razones de sabor es aquí todavía más acusada que en la fabricación de otros chacinados. Precisamente en la actualidad se prefieren los productos suavemente salazonados, por lo que tanto la cuantía de la sal o la fuerza de la salmuera, como la cantidad inyectada y con ello la concentración salina en los jamones, se hallan siempre próximas a los límites inferiores (Frey, 1983).

#### **2.4.2.3. Influencia sobre el poder de retención de agua de la carne**

La adición de sal a una carne cruda a las dosis clásicas, disminuye el pH de las proteínas aproximadamente en 0,2 unidades (Hamm, 1961) y lo lleva por tanto a las proximidades de 5,0. Por esto en las condiciones prácticas de fabricación de los productos cárnicos (pH 5,5 a 6,0) la diferencia entre las proteínas y el pH del medio está aumentada, lo que se traduce por un crecimiento del poder de retención de agua.

#### **2.4.2.4. Acción sobre las proteínas**

Mediante el aumento de la fuerza iónica, la sal aumenta la solubilidad de las proteínas musculares (Saffle y Galbreath, 1964) favoreciendo así la manifestación de sus propiedades tecnológicas (poder emulsificante, ligante, etc.).

#### **2.4.2.5. Acción sobre las grasas**

También la sal tiene acción sobre las grasas, favoreciendo la oxidación y enranciamiento, lo que constituye un efecto negativo (Girard, 1991).

#### **2.4.2.6. Penetración de la sal en la carne**

La penetración de la sal en la carne está en relación con el establecimiento de un equilibrio entre las concentraciones de sal en el interior y el exterior de la pieza.

En condiciones iguales, por otro lado, la velocidad de penetración de la sal disminuye a medida que se aproxima a este equilibrio. Por otra parte, un cierto número de factores tienen influencia en la rapidez con las que establece el equilibrio (Girard, 1991).

#### **2.4.2.7. Factores externos**

La elevación de la temperatura favorece la penetración de la sal. Poco sensible a la baja temperatura, esta influencia es más marcada por encima de 15° C (Wistreich, 1960). Existe una relación lineal entre la concentración en sal de la salmuera y la velocidad de penetración.

#### **2.4.2.8. Factores internos**

Se trata esencialmente del pH. Cuanto más elevado el pH menos fácilmente penetra la sal. Se clasifican las carnes como de estructura firme (mala penetración de la sal) o abierta (buena penetración). Accesoriamente, la presencia de grasa en las trabéculas conjuntivas intra e intermusculares frenarían la penetración de la sal. La "historia" de la carne antes del salmuerado tiene también una influencia marcada. En

particular un ciclo congelación/descongelación tiene un gran efecto sobre la penetración de la sal (González-Méndez et al., 1983).

Por simple inmersión a una temperatura de 4° a 5° C se necesitarían alrededor de 20 a 25 días para alcanzar el equilibrio. En la práctica esta duración está enormemente reducida mediante las maniobras de la moderna tecnología, inyección, batido, ciclos de presión y depresión, etc. (Girard, 1991).

En jamones cocidos la sal se agrega a la carne mediante la inyección de salmuera. La temperatura a la que debe realizarse la salmuera debe estar entre 0° y 5° C.

### **2.4.3. Azúcar**

Los azúcares (máximo 5%) utilizados en charcutería o salazón son: la sacarosa, la lactosa, la glucosa y los derivados del almidón más o menos hidrolizados. Su papel es el de reforzar el poder reductor del medio y sobre todo el de servir de medio nutritivo a las bacterias responsables de la reducción de los nitratos en nitritos. Es otro aditivo que “ablanda” la carne para que no se queme con la sal y sirve para mejorar el sabor, sin valor nutritivo (Girard, 1991).

Son necesarias concentraciones de azúcar muy altas en un alimento para conseguir un efecto conservador. Las cantidades utilizadas y empleadas en el curado de la carne para mejorar el flavor, son demasiado bajas para contribuir en la acción conservadora (Price y Schweigert, 1994). El azúcar conserva los alimentos cuando se adiciona en concentraciones muy elevadas. Las concentraciones utilizadas para la cura de carnes (0,5 a 1,0 %) no llegan a tener acción conservadora.

El agregado de azúcar es aditivo y adicionado, con dos objetivos básicos. El primero originar sabor, proporcionando una combinación de dulce-salado, suavizando el sabor derivado de especias y condimentos utilizados en el producto; enmascara el gusto amargo del nitrito. La segunda función, de igual importancia y que - además - tiene un significado especial para producción de embutidos secos, es de servir como fuente de energía para las bacterias responsables de la reducción de nitrato a nitrito: la primera etapa del proceso de formación de color para cura de carnes y posterior desenvolvimiento de bacterias acidolácticas responsables de bajar el pH del producto.

La adición de azúcar ejerce influencia evidente sobre el enrojecimiento y la fijación de agua, así como sobre la jugosidad y sabor de los jamones, por más que tales efectos no deben sobrevalorarse. A toda costa se debe evitar las dosis excesivas de azúcar, ya que con las bajas temperaturas internas alcanzadas en la cocción, es frecuente que conserven la vitalidad microorganismos formadores de gas capaces de desdoblar los hidratos de carbono, lo que provoca la aparición de pequeños huecos (gas, Frey, 1983).

#### **2.4.4. Agentes conservadores**

##### **2.4.4.1. Sorbatos de potasio**

INS-200 Acido sórbico  
INS-201 Sorbato sódico  
INS-202 Sorbato potásico  
INS-203 Sorbato cálcico

Es un conservante que impide la aparición de mohos y manchas, evita el enranciamiento, el desdoblamiento microbiano de grasas y la saponificación. Se suele usar en fase acuosa (salmuera), siendo las dosis recomendadas 0,06 a 0,12% en relación con el producto total.

##### **2.4.4.2. Benzoatos**

INS-210 Acido benzoico  
INS-211 Benzoato sódico  
INS-212 Benzoato potásico  
INS-213 Benzoato cálcico

Es un conservante que controla el crecimiento de levaduras y bacterias y en menor grado de hongos. El benzoato de sodio se utiliza por su solubilidad actuando mejor en medio ácido. Estos compuestos no causan problemas de toxicidad en el hombre.

##### **2.4.4.3. Parabenos**

INS-214 Para-hidroxi-benzoato de etilo  
INS-216 Para-hidroxi-benzoato de propilo  
INS-218 Para-hidroxi-benzoato de metilo

Son compuestos sintéticos usados contra mohos y levaduras, no así contra bacterias. Son sustancias activas en medios neutros, que presentan baja toxicidad para el hombre.

#### **2.4.5. Antioxidantes**

INS-301 Ascorbato de sodio  
INS-302 Ascorbato de calcio

Más conocido con el nombre de vitamina C, el ácido ascórbico (o su sal de sodio, más estable) se utiliza por su carácter reductor. Como es insoluble en los lípidos, no puede jugar el papel antioxidante frente a los tejidos adiposos, pero en la carne



refuerza el poder reductor del medio muscular y protege a la mioglobina de la oxidación en los productos crudos no madurados. En presencia de nitrito, favorece la formación de óxido de nitrógeno y la formación del pigmento nitrosado. Por otra parte su acción permite reducir la cantidad de nitrito residual en los productos de salazón y reduce por tanto las posibilidades de formación de nitrosaminas.

Desgraciadamente, el ácido ascórbico (que conserva el color de las carnes curadas) acelera la oxidación de la grasa cuando ésta contiene poco tocofero o cuando se hallan ausentes otros antioxidantes específicos. Sin embargo, el ácido ascórbico inhibe la oxidación de la grasa cuando se hallan presentes agentes que secuestran a los metales (v.gr., polifosfato).

El ascorbato primero se utilizó para acelerar la reacción de curado y el desarrollo del color; también favorece una mayor eficiencia en los procesos de ahumado, ya que se puede procesar mayor cantidad de producto en el mismo período de tiempo, lo que proporciona un mejor rendimiento, pues ocurre una menor pérdida de agua en este ciclo de ahumado más corto (Townsend y Olson, 1994).

Además de ser un aditivo antioxidante, tiene propiedades reductoras, estabiliza el color rojo y disminuye la formación de nitrosaminas en los productos curados (Townsend y Olson, 1994).

#### **2.4.6. Fosfatos**

INS- 450 i Difosfato de sodio  
INS-450 ii Difosfato trisódico  
INS-450 iii Difosfato tetrasódico  
INS-450 HIV Difosfato dipotásico  
INS-450 v Difosfato tetrapotásico  
INS-450vi Difosfato dicálcico  
INS-450 vii Difosfato ácido de calcio  
INS-451 i Trifosfato pentasódico  
INS-451 ii Trifosfato pentapotásico  
INS-452 i Polifosfato de sodio  
INS-452 ii Polifosfato de potasio  
INS-452 iii Polifosfato de sodio y calcio  
INS-452 iv Polifosfato de calcio

El objetivo básico en el uso de fosfatos es aumentar la capacidad de retención de agua de los productos cárnicos (CRA) y así reducir las mermas por cocción en los productos enlatados y cocidos. El mecanismo de acción de los fosfatos sobre la capacidad de retención de agua es doble: 1) aumentan el pH de la carne y 2) solubilizan las proteínas musculares (Cheftel 1992, Townsend y Olson 1994).

Esta acción tiene repercusiones a nivel de rendimiento en fabricación, de la calidad de las emulsiones y de las características organolépticas de los productos (Girard, 1991).

#### **2.4.6.1. El pH**

Las carnes utilizadas para la fabricación de chacinados tienen, en general, un pH comprendido entre 5,4 y 5,8. La zona isoelectrica de las proteínas constituyentes de estas carnes, se sitúa entre 5,10 – 5,20 para que el poder de retención de agua sea mínimo. Las mezclas comerciales de polifosfatos utilizados tienen un pH (en solución acuosa al 1%) inferior a 9, pero próximo a este valor los polifosfatos componentes de estas mezclas tienen, en solución acuosa al 1%, pH que cambia de 8,3 a 10,4, con excepción del hexametáfosfato con pH 6,4, que se utiliza en escasa proporción y del pirofosfato ácido con pH 4,2 que solamente se usa en las mezclas para salchichón seco. La adición de polifosfatos a la carne eleva pues su pH de 0,2 a 0,5 unidades y por ello mismo aumenta su poder de retención de agua desplazando el pH de la zona isoelectrica (Girard, 1991).

El tari comercial comúnmente utilizado, es un equivalente del polifosfato que se encarga de disociar el complejo actina – miosina, aumentando la fijación del agua y la capacidad emulsionante de las proteínas. Conjuntamente con los citratos, son secuestradores de oligoelementos, favorecen el efecto de los antioxidantes y estabilizan el pH. Es decir, que la utilización de los polifosfatos permitiría una mejora del poder de retención del agua de la carne, lo que se traduce a nivel del producto, en una reducción de las pérdidas a la cocción y - consecuentemente - en una elevación del rendimiento en fabricación.

#### **2.4.6.2. Disociación del complejo actinmiosina**

Desde los trabajos de Hasselbach y Schneider (1951) se sabe que los polifosfatos tienen un efecto disociante sobre el complejo actinmiosina. Esta propiedad, es por otra parte, utilizada en un método de extracción de la miosina propuesto por estos autores. Se puede comparar la acción disociante de los polifosfatos con aquella ejercida en el músculo por la adenosina trifosfato (ATP), destacando la analogía de estructura existente entre estos dos tipos de compuestos. Un reciente estudio de Offer et al. (1983) basado en la observación al microscopio de contraste de fase y electrónico de la estructura miofibrilar y de sus modificaciones bajo el efecto de la sal y del pirofosfato, pone en evidencia el hinchamiento de esta estructura y apoya la hipótesis de la ruptura de las uniones entre filamentos de actina y miosina en asociación con una hidratación aumentada de la red miofibrilar.

Los pirofosfatos solubilizan y gelatinizan parte de la proteína muscular, que favorece la ligazón de la masa de preparaciones crudas y cocidas. De forma indirecta, contribuyen al mejoramiento de los caracteres organolépticos por influenciar las

propiedades gustativas de la carne (Girard, 1991). También ayudan a mejorar la retención de agua al afectar las estructuras de actomiosina o estructuras cerradas.

Además de aumentar la capacidad de retención de agua, hay otros beneficios atribuidos a su uso: mejora el sabor de la carne como resultado de la retención de jugos, reduce el enranciamiento oxidativo, disminuye la intensidad de sabor al recalentado de la carne que se vuelve a cocinar y favorece la retención del color.

#### **2.4.6.3. Formación de complejos con los cationes Ca y Mg**

Los polifosfatos son aptos para formar complejos con los cationes alcalinotérreos Ca y Mg. Estos mismos cationes existen en la carne en dosis pequeñas pero no despreciables (respectivamente 9 y 20mg. por 100 gm.) de tejido fresco. Además se sabe que una parte de estos cationes está ligada a las proteínas miofibrilares y que la importancia de la fracción ligada aumenta en el curso del establecimiento del rigor mortis (Goutefongea, 1969). La formación de complejos entre los polifosfatos y estos cationes permitiría pues romper un cierto número de puentes y producir así una relajación de la red proteica que se traduciría por un aumento del poder de retención de agua.

#### **2.4.7. Agentes estabilizantes y espesantes**

Algunas de las ventajas que se pueden obtener con el uso adecuado de estos materiales es un mejoramiento en la estabilidad de la emulsión y mejor rebanabilidad del producto.

Muchos de estos materiales son fuertes ligadores de agua, un hecho que debe mantenerse en la mente cuando se utilizan emulsiones. Puede ser mejor adicionarlos a la mezcla con el último ingrediente, de manera que no puedan absorber agua y evitar que ésta cumpla con alguna de sus importantes funciones durante la etapa de picado o de emulsificación.

Estos ingredientes en general se permiten en embutidos cocidos al nivel de 3.5%. En productos no específicos, el único límite se encuentra en el carácter del producto.

##### **2.4.7.1. Almidones**

Los almidones son una fuente a considerar. El almidón es probablemente uno de los carbohidratos más utilizados en la industria cárnica debido a su disponibilidad y beneficios económicos.

El almidón se extrae principalmente de cereales, tubérculos y frutas. Existen diferentes formas de almidón. Cada una de sus formas posee características

independientes que condicionan su aplicación en la industria alimentaria, ya que influyen en las propiedades reológicas y sensoriales, porque son hidratables y además presentan gelatinización a ciertas temperaturas. Si algunas de las dos variables anteriores no están dentro de control, existe el riesgo de no cumplir los requisitos deseados (Amo Visier, 1980).

Los almidones modificados son otros aditivos que se pueden emplear. Esta forma ofrece una mejor estabilidad del almidón a pH ácido, menor retrogradación, resistencia al congelado y descongelado, además de incrementar la vida de anaquel de los productos en los que se utiliza. Las técnicas de modificación son: reticulación y estabilización con las que se pueden obtener variadas funcionalidades en cada uno de los almidones. Ejemplo de esto es un almidón, que con un grado elevado de reticulación, da como resultado una menor viscosidad, comparado con otro sometido a un menor grado de reticulación. Un almidón estabilizado tiene mayor resistencia a la retrogradación y hacia la congelación y descongelación sucesivas, una textura estable y una vida útil más larga. En ambos métodos de modificación, el tiempo, la temperatura y la acción física son los parámetros a controlar para obtener las características fisicoquímicas deseadas. La modificación de los almidones da la opción de utilizarlos en tipo y cantidad de acuerdo a las necesidades de fabricación del alimento.

La gelificación de un almidón nativo (como el maíz ceroso) se inicia a los 80° C y alcanza una viscosidad máxima a los 90° C. En contrapartida, el mismo tipo de almidón de maíz ceroso sometido a un proceso de modificación idóneo para productos cárnicos, puede alcanzar una temperatura de gelificación de 58° C y una viscosidad máxima a una temperatura de 68° C.

Debido a la gran diversidad y disponibilidad de mezclas actuales en el mercado, es recomendable la asistencia técnica profesional para el mejor empleo de estos productos, las mezclas estarán en función de procesos, equipo y productos a desarrollar. En forma general, se puede decir que las razones de aplicación de los almidones son las siguientes:

- Absorben agua y son agentes ligantes.
- Mejoran la textura (firmeza, cohesión, jugosidad)
- Reducen los costos.
- Disminuyen las pérdidas de cocción, reducen el encogimiento y retienen la humedad.
- Reducen el contenido de grasa en los productos.

Los almidones son empleados principalmente para modificar o generar viscosidad a través de su capacidad de ligazón, también como agentes texturizantes en el aspecto sensorial (sabor, textura, jugosidad, color), además de mejorar el rendimiento.

En los puntos importantes a controlar, quizá el más significativo es el de cocimiento, dado que representa la máxima aplicación o ventaja técnica del almidón en cuestión. En este punto es donde se conjuga la máxima absorción de agua, expansión del gránulo y aumento de volumen, siempre y cuando se tenga controlada la temperatura en el mismo. Si se llegara a sobrepasar el punto de cocimiento por un excesivo calentamiento, el gránulo hinchado se rompería parcialmente, afectando la amilopeptina y amilosa que fuertemente hidratadas vierten su contenido al producto de una manera inconveniente, resultando la sinéresis, es decir, el desprendimiento de agua causado por la retrogradación de la amilosa. Esta es una razón poderosa para tener una revisión periódica y permanente del instrumental designado para medir la temperatura, así como de contar con un personal debidamente capacitado para ejecutar esta operación.

En el caso de las emulsiones de carne, el ligador influye en la ligazón y dispersión de la grasa en la mezcla. Si el almidón no retiene la humedad durante el procesamiento y la cocción, la carne y la grasa tenderán a separarse, resultando un producto inapetecible de textura granulosa.

Desde otro punto de vista, las propiedades que se buscan en un almidón idóneo para productos cárnicos son:

- Capacidad de ligazón y estructuración.
- Estabilidad en ciclos de congelación, descongelación y prevención de desprendimiento líquido (sinéresis).
- Capacidad de impartir succulencia.
- Capacidad de impartir textura.
- Mejorar los rendimientos.

Actualmente existen versiones comerciales de almidones y féculas modificadas para la fabricación de productos inyectados, emulsionados, reestructurados y aquellos de carne cruda de picado grueso. Su uso no sólo abarca los fabricados con carnes rojas, sino también los de carne de ave.

Existen diferentes tipos de almidones:

- Los almidones de maíz ayudan a obtener una masa de carne con excelente adhesividad en productos emulsionados y reestructurados, aumentan la retención de humedad y jugosidad, mantienen la textura aún en altas temperaturas de proceso y en producto terminado presenta una textura firme y una reducción en el encogimiento.
- Los almidones de maíz ceroso tienen excelente capacidad de retención de agua, pueden substituir parcialmente a las proteínas lácteas y reducir las pérdidas de humedad en las carnes empacadas al vacío. Adicionándolos del 2 al 4% en

la fórmula, los almidones de maíz ceroso mejoran significativamente la consistencia y vida de anaquel de los productos.

El almidón se agrega justo antes de la formación de la emulsión y una vez en la etapa de cocción, cuando la temperatura del producto oscila entre los 68-72° C, los gránulos de almidón comienzan a absorber la humedad del sistema cárnico dando firmeza al producto terminado.

En algunos productos como rollos de pavo, los trozos de carne se pueden inyectar o masajear con la salmuera que contenga el almidón para lograr un mayor rendimiento. La textura de los productos cárnicos que contienen almidón de maíz ceroso no se ve tan afectada por los procesos de refrigeración y congelación.

- Los almidones de papa se pueden aplicar a una gran variedad de productos cárnicos como jamones de cerdo y pavo, bologna, salchichas, para obtener productos bajos en grasa. En general, todos los productos a los que se les agregan los almidones de papa presentan un aumento en el rendimiento, excelente ligazón y retención de agua y pueden ser congelados sin presentar daños posteriores. En algunos estudios se ha encontrado que el almidón de papa previene la sinéresis, por ejemplo en productos como jamón y bologna bajos en grasa que se han almacenado por más de 50 días. En las salchichas bajas en grasa, con almidón de papa, se observaron menores pérdidas de rendimiento durante la cocción y el almacenamiento, a temperatura de refrigeración.

- Los almidones de tapioca (mandioca) son muy estables cuando se almacenan a bajas temperaturas y presentan gran resistencia al calor y a las condiciones ácidas. Algunas variaciones de este tipo de almidón toleran temperaturas de cocción extremas, lo que los hace candidatos para productos que se pasteurizan después de ser empacados.

#### **2.4.7.2. Productos de leche**

También son una fuente potencial y ofrecen muy buenas características en los que se refiere al perfil del sabor. Los sólidos no grasos de leche, es decir, la leche descremada seca puede utilizarse, pero deberá estar el calcio en su forma reducida. El suero deshidratado y el caseinato de sodio son sustancias aprobadas para productos no específicos y los caseinatos en particular, son buenos ligadores y emulsificadores.

Se han realizado una considerable cantidad de trabajos utilizando caseinato como medio de pre-estabilización o pre-emulsificación de la grasa para uso posterior en mezclas de carnes (Amo Visier, 1980).

### 2.4.7.3. Soja

Es una leguminosa procesada en varios productos, algunos de ellos ampliamente utilizados por la industria procesadora de cárnicos. El valor de la soja radica en que es de los pocos productos de origen vegetal que presenta un alto contenido de proteína (40 – 48% en el grano entero) y que además posee un excelente balance de aminoácidos que hace que tenga un valor nutritivo bastante alto. Los productos cárnicos combinados con soja tienen un valor nutritivo similar a los elaborados con 100% del producto de origen animal.

La principal manera en que la industria procesadora de productos cárnicos utiliza la soja es en forma de proteína texturizada, seguida por concentrados y aislados proteicos. La proteína texturizada de soja (PST) también denominada “carne de soja”, es ampliamente utilizada para sustituir y abaratar las formulaciones para la elaboración de productos cárnicos procesados. La cantidad generalmente utilizada varía de un 5 hasta un 12.5%, sin cambiar los atributos organolépticos de los productos. Con niveles mayores se empieza a detectar el sabor a soja y se pierde un poco de la textura del producto elaborado.

Las proteínas de soja, tienen que ser hidratadas antes de usarse, esto quiere decir, que tienen que ser agregadas en la primera parte de la mezcla con agua y energía mecánica suficiente para lograr su óptima función.

Estas proteínas tienen una ventaja sobre otras proteínas en su técnica para hidratarse: son mucho más rápidas por lo que requieren menos tiempo y energía para pasar a suspensión coloidal y ser tolerantes a la sal. Esta característica es de gran importancia, sobre todo en una planta en donde no siempre se cuenta con el suficiente tiempo o disposición para efectuar un manejo especial.

Se ha observado que el uso de proteínas de soja conlleva las siguientes ventajas: disminuye mermas de cocimiento, lo que aumenta los rendimientos dando como resultado la obtención de productos cárnicos más húmedos y jugosos después del cocimiento, mantienen el contenido proteico en producto terminado, permiten el uso de instalaciones existentes, ayudan al uso de carnes magras así como también subproductos cárnicos, ayudan a reducir el costo de la fórmula total, permiten ejercer un control de la calidad del producto terminado.

Uno de los problemas que todos los procesadores deben evitar siempre, es el hacer la mezcla de la carne y las proteínas de soja demasiado pegajosa, puesto que esto causará problemas en el producto final. Esto puede ocurrir cuando el tiempo de mezclado es muy prolongado, cuando los fosfatos y la sal se agregan en una etapa muy temprana del mezclado, o si los niveles de estos dos ingredientes son muy elevados.

Lo anterior provoca que la extracción de proteínas sea mayor que la que se requiere y la carne se vuelva “demasiado” funcional, adquiriendo la textura pegajosa. Otra causa de una mezcla viscosa es cuando se agrega un alto nivel de proteína de soja con características gelificantes, puesto que algunas proteínas se tienen que añadir en forma pre hidratada.

La temperatura adecuada para el proceso cuando se incorporan proteínas de soja, dependerá del tipo de proteína que se utilice, de la cantidad de agua que se agregue y del nivel de viscosidad que se desee en la mezcla.

Como se ha visto, el uso de las proteínas de soja puede alterar el sabor normal de la carne. No obstante, si éstas son de buena calidad no deben causar sabores desagradables para el paladar de los consumidores. Por regla general, a mayor costo de la proteína, menos problemas de sabor se tienen.

Con frecuencia, el procesador tendrá que pagar de dos a cinco veces más por el uso de proteínas concentradas o aisladas en comparación con las texturizadas; sin embargo, cuando se considera el costo total de la fórmula con una calidad equivalente, las proteínas concentradas o aisladas de soja brindan una solución económica muy superior porque se puede usar más agua en la formulación, ahorrando dinero en el costo de la carne.

También se le han atribuido a las proteínas de soja la cualidad de actuar como antioxidantes, ya que retardan la aparición de la rancidez debido a que sus ácidos polifenólicos e isoflavonoides tienen la habilidad de interrumpir las reacciones de los radicales libres (Amo Visier, 1980).

#### **2.4.7.4. Carragenatos INS-407**

Es un polisacárido de alto peso molecular compuesto de unidades repetidas de galactosa y 3,6 anhidrogalactosa.

Existen tres tipos de carrageninas: el tipo kappa, iota, y lambda, que difieren en el número y posición de los grupos sulfato en las unidades de galactosa repetida. Altos niveles de sulfato disminuyen la temperatura de solubilidad de la carragenina y producen geles de poca fuerza, o contribuyen a una inhibición de la gelificación (carragenina tipo lambda).

Son varias las propiedades funcionales que son importantes en las carrageninas:

- Retienen humedad. Las carrageninas tienen una excelente capacidad de retención de humedad. Esto permite mantener el agua y los jugos dentro de los productos alimenticios. Los procesadores de embutidos han capitalizado esta función para mejorar el rendimiento y dar succulencia a los productos cárnicos.



- Estabilizan emulsiones. Aunque las carrageninas no son un tensoactivo, tienen la propiedad de estabilizar las emulsiones ya existentes. Sus propiedades espesantes y tixotrópicas dan una mayor integridad al sistema e inhiben la coalescencia de los aceites y su separación en una fase acuosa y otra aceitosa.
- Suspenden partículas. La red tridimensional que ayuda a estabilizar las emulsiones también tiene la función de suspender partículas.
- Controlan las propiedades de flujo. El control de las propiedades de flujo en sistemas de alimentos es esencial en el procesamiento para obtener la consistencia final del producto.
- Las carrageninas son termo-reversibles, lo cual significa que a altas temperaturas imparten una mínima viscosidad al sistema alimenticio, permitiendo condiciones que faciliten su procesamiento y mejoren la transferencia del calor. Al enfriarse las carrageninas se espesarán.
- Con la mayoría de carrageninas gelificantes, sus soluciones comienzan a solidificar y formar geles cuando son enfriadas por debajo de 120 - 130° F.
- Producen geles estables a temperatura ambiente. La mayoría de las carrageninas tipo kappa e iota formarán una estructura gelificante a temperatura ambiente. Los geles requieren calor para derretirse y pasar a un estado fluido para su reprocesamiento.
- La carragenina debe ser dispersada en agua fría y luego calentada por encima de su temperatura de solubilización para obtener su máxima funcionalidad. Durante el enfriamiento y en la presencia de calcio, las cadenas de las carrageninas tipo kappa e iota se alinean para formar dobles hélices, lo que origina la formación de la matriz de un gel (Amo Visier, 1980).

#### **2.4.7.5. Mecanismo de gelificación**

- La Carragenina Kappa liga el agua para formar geles rígidos y fuertes. Las sales de potasio son esenciales para formar esta estructura firme. A medida que se aumenta el nivel de potasio la estructura del gel se va compactando cada vez más llegando a producirse sinéresis (humedad en la superficie del gel).
- La Carragenina Iota también liga el agua, pero forma geles secos y elásticos en la presencia de sales de calcio. La estructura no es tan rígida dado que las hélices no se agregan en la misma magnitud que en la tipo kappa. Los geles proporcionan una excelente estabilidad al congelamiento-descongelamiento.

- La Carragenina Lambda es altamente sulfatada y por lo tanto con menos probabilidad de formar estructuras gelificantes. El grupo sulfato no se asocia con los iones de potasio para formar hélices, por lo tanto las cadenas poliméricas tienden a quedar distribuidas en forma aleatoria en agua y formar soluciones viscosas al enfriarse. La carragenina tipo Lambda es usada principalmente para espesar líquidos y modificar la textura de los alimentos.

En suma, añadirle carragenina a una emulsión cárnica facilita la reducción significativa de grasa y a la vez mantiene o realza la calidad del producto si se compara con una salchicha estándar que contiene un 30% de grasa (Amo Visier, 1980).

En resumen, los beneficios del uso de la carragenina son:

- Realzar la sensación bucal de los sistemas cárnicos de grasa reducida.
- Mejorar las propiedades de textura.
- Ayudar a retener la humedad.
- Estabilizar la emulsión

#### **2.4.8. Potenciadores de sabor**

INS-620 Acido L-glutámico  
 INS-621 Glutamato monosódico  
 INS-622 Glutamato monopotásico  
 INS-623 Glutamato cálcico

Son exaltadores de sabor: el ácido glutámico (INS 620), monoglutamato de sodio (INS 621) llamado el quinto sabor o “sabor umami”, glutamato de potasio (INS 622), ácido inosínico (INS 630), inosinato de sodio (INS 631, MSP, s.f.).

El glutamato monosódico (GMS) es la sal sódica del aminoácido ácido glutámico (o glutamato) que se encuentra de forma natural en numerosos alimentos como los tomates, setas, verduras, proteínas e incluso la leche materna. No es un aminoácido esencial, pero es la principal fuente de energía del intestino. Su sal purificada, obtenida por fermentación de la caña de azúcar o algunos cereales, también se utiliza como condimento para potenciar el sabor de los alimentos y se conoce con el nombre de INS-621, proteína hidrolizada o extracto de levadura.

#### **2.4.9. Nitratos y nitritos**

INS-249 Nitrito potásico  
 INS-250 Nitrito sódico  
 INS-251 Nitrato sódico  
 INS-252 Nitrato de potasio

Aunque el nitrato de potasio era conocido y utilizado empíricamente en la salazón, por los menos desde la Edad Media y probablemente desde la Época Romana, es sólo desde el final del siglo XIX y principios del siglo XX cuando se ha comenzado a adquirir conocimientos sobre su papel (Girard, 1991).

Polenske (1891) demostró que el nitrato era reducido a nitrito por acción bacteriana; estableció que el color característico de los productos de salazón eran debidos al nitrito; finalmente Haldane (1901) explicó el mecanismo de formación de este color por la combinación de óxido de nitrógeno (NO) con el pigmento de la carne (mioglobina). La utilización de nitrito sólo en salazón fue estudiada entonces y a continuación de los trabajos de Lewis et al. (1925) mostraron que la adición de 156 ppm de nitrito permitía la obtención del color deseado; el empleo del nitrito sódico a esta dosis fue autorizado en U.S.A. Poco a poco su uso se extendió a otros países, así en Francia fue autorizado desde 1964 pero únicamente bajo la forma de sal nitrada (0,6%), con el fin de evitar los accidentes consecutivos a errores de manipulación (Girard, 1991).

El poder inhibitor del nitrito frente a bacterias fue establecido indiscutiblemente por Tarr (1941, 1942). Brooks et al. (1940) realizaron el primer trabajo que demostraba la existencia de un sabor característico asociado al nitrito en los productos de salazón.

Al comienzo de los años 40, los tres papeles esenciales: color, sabor y acción antibacteriana, eran pues conocidos. A pesar de ello, como el nitrito posee por sí mismo un poder tóxico, simultáneamente a su empleo, se pusieron en marcha los correspondientes controles con el fin de proteger la salud de los consumidores y estos controles precisamente han demostrado que una parte importante del nitrito añadido desaparecía en el curso de la fabricación y el almacenamiento. Surgieron investigaciones de Magee y Barnes (1956) sobre el efecto cancerígeno de las nitrosaminas.

Después de esta época, un importante número de trabajos se han desarrollado, tanto para aclarar completamente el problema del futuro del nitrito en los productos cárnicos, como para perfeccionar las técnicas de dosificación de las nitrosaminas y definir sus condiciones de formación en estos productos (Girard, 1991).

#### **2.4.9.1. Toxicidad del nitrito**

La toxicidad propia del nitrito está relacionada con su poder oxidante. Tiene en efecto la propiedad de oxidar la hemoglobina sanguínea en metahemoglobina que, bajo esta forma, ya no es apta para jugar su papel de transportador de oxígeno y producir una hipoxia a nivel de los tejidos. El organismo humano es, en los adultos, capaz de luchar contra esta agresión ya que está equipado de un sistema enzimático apto para efectuar la reacción inversa y transformar la metahemoglobina en hemoglobina. Por el contrario, el

niño de pecho no posee este equipamiento enzimático. La toxicidad indirecta del nitrito pasa por la formación de nitrosaminas (Cheftel, 1992).

#### **2.4.9.2. Papel del nitrito en los productos de salazón**

- Color.

Desde Haldane (1901) el mecanismo de la reacción entre el nitrito y la mioglobina ha sido estudiada por varios autores, en especial por Horsney (1956), Tarladgis (1962), Fox y Thomson (1963), Lee y Cassens (1976).

Habría en juego tres mecanismos:

- Reducción química del nitrito en NO por el medio reductor de la carne, nitrosación de la metamioglobina produciendo Met-Mb-NO y después reducción de este compuesto en Nitrosilmioglobina. Este mecanismo haría intervenir los grupos SH (Mirna y Hoffman, 1969) y el efecto favorable del ascorbato se inscribiría en esta hipótesis.

- Reducción de Met-Mb en Mb por NADH en presencia de FMN o FAD. Reducción del NO<sub>2</sub> en NO por la oxidación parcial de la Mb y nitrosación según el esquema de Koizumi y Brown (1971).

Más recientemente Cheah (1976) ha retomado esta última hipótesis, al mostrar el papel de la lactodeshidrogenasa en la formación de NADH a partir de NAD y de lactato.

Independientemente de la formación de pigmento, el nitrito es igualmente un elemento fundamental en la estabilidad del color de los productos en salmuera. En efecto, el color de los productos en salmuera conservados bajo vacío no es estable más que en presencia de una cantidad mínima de nitrito residual, cantidad tanto más elevada cuanto que el vacío es menos perfecto.

- Sabor

Desde el primer estudio realizado por Brooks et al. (1940), que establecía una diferencia de sabor relacionada con el uso de nitrito, los trabajos ulteriores han confirmado regularmente la existencia de un sabor especial, diferente del correspondiente al cerdo tratado solamente con cloruro de sodio. Mottram y Rhodes (1974) mostraron, apoyándose en los resultados de degustación obtenidos sobre bacon, que la intensidad del sabor bacon crece con la cantidad en nitrito de la salmuera, al mismo tiempo que decrece el sabor a cerdo.

Son suficientes cantidades relativamente pequeñas de nitrito añadido (25 ppm) para obtener el sabor característico, mientras que con dosis demasiado elevadas (300 ppm) se observa una degradación de este sabor, posiblemente debido a fenómenos de oxidación (Touraille y Goutefongea, 1985).

- Calidad bacteriológica

El poder bacteriostático fue puesto en duda hasta que Tarr (1941) demostró que aumentaba netamente en medio ácido. Luego se ha reconocido este poder frente a un gran número de cepas principalmente del género *Clostridium* y algunos *Staphylococos*. Se ha insistido, desde hace algunos años, sobre su acción contra el *Clostridium botulinum* en razón del poder devastador de éste y de sus posibilidades de aumentar su desarrollo en el empleo generalizado del envasado bajo vacío y de su relativa resistencia al calor por esporulación.

El poder inhibidor del nitrito depende de la cantidad de sal, del pH, de la presencia de nitrato, del número de bacterias, de la temperatura de almacenaje y del hecho de que el producto haya sufrido un tratamiento térmico o no.

Según Leistener (1974), Roberts e Ingram (1976) con 100 ppm de nitrito incorporados a los productos sometidos a un tratamiento térmico, son suficientes para asegurar la protección antibotulínica. Esta cantidad puede además ser disminuida añadiendo ácido ascórbico (Sofos et al., 1979).

La tolerancia hacia el nitrito varía ampliamente entre los diferentes grupos de bacterias. El efecto bacteriostático del nitrito depende del pH del medio y parece estar asociado con el hipotético ácido nitroso no disociado. Si el pH baja una unidad, el efecto bacteriostático se incrementa aproximadamente 10 veces. En otras palabras, la concentración requerida de ácido nitroso (o de un producto de su descomposición) para inhibir un cultivo microbiano en ciertas condiciones, se mantiene constante en un amplio rango de pH. Debido a su inestabilidad intrínseca, el nitrito que queda tras el tratamiento térmico desaparece lentamente durante el almacenamiento del producto. De este modo, el nitrito no puede constituirse en el único agente conservador de los alimentos cárnicos aunque su acción bacteriostática sea alta (Cheftel 1992, Price y Schweigert 1994).

En un trabajo realizado con suinos, Terra et al. (2006), observaron que la concentración de nitritos, hasta el día en que permanecía la paleta dentro de la cámara, se mantuvo igual. En el segundo tratamiento de este mismo experimento, el nitrito actuó como conservante tanto en superficie como en profundidad. El efecto conservante de nitrito en los dos tratamientos, tanto en superficie como en profundidad, estuvo presente solamente después del segundo día de permanencia de las paletas dentro de la cámara. Después de dicho período, el efecto antioxidante presentó mayor duración: 10 días en superficie y 20 días en profundidad

- Antioxidante

Se ha podido comprobar por numerosos autores que los valores de índice TBA (considerado como testigo del estado de oxidación de los lípidos) eran más bajos, en igualdad de los restantes factores, en los productos tratados con nitrito.

#### **2.4.10. Salmuera**

El agua que se usa en la salmuera de inyección debe ser potable y blanda, de lo contrario el calcio no permite una buena dilución de los aditivos (Cheftel, 1992).

Las masajeadoras abiertas y los tumblers se instalan respetando un adecuado flujo para carga y descarga de las carnes. Se recomienda que los mandos para estas máquinas se ubiquen de preferencia en el exterior de esta sala, dejando solamente una botonera para arranque y parada.

Se pueden instalar las cajas con las llaves de mando, dentro de una caja aislada de acero inoxidable o de plástico, para evitar la condensación y que se alteren los circuitos eléctricos (Townsend y Olson, 1994).

En plantas pequeñas o medianas, se instalan en la misma cámara el tanque para elaborar salmuera, con su mezclador, la tiernizadora y la inyectora de carnes. Todo este proceso debe hacerse bajo refrigeración, para garantizar la calidad de los productos y reducir la carga bacteriana.

En fábricas más grandes, la elaboración de la salmuera, el tiernizado y la inyección, se hacen en una cámara y el masajeado de jamones en otra (Townsend y Olson, 1994).

### **2.5. PROCEDIMIENTOS TECNOLÓGICOS INVOLUCRADOS**

#### **2.5.1. Tiernizado**

Esta operación tiene la finalidad de incorporar ranuras o hendiduras en la superficie de un trozo de carne sólida para mejorar la eficiencia de la extracción de la proteína. Comúnmente se aplica en los trozos musculares más grandes para abrir el tejido conectivo en la superficie de los mismos, consiguiendo una mejor adhesión del producto. Además se logra que las piezas grandes de carnes sean más manejables y no se resistan a conformar el molde de cocción usado en algunos jamones.

Este tenderizado puede ser logrado con cuchillas circulares o con agujas tipo desarmador. Eso dependerá del modelo y del tipo que se tenga. Para músculos de carne de cerdo, que son cortes grandes, se recomienda un tenderizado con agujas de

desarmador; pero para músculos pequeños, como los de pavo, no se recomienda ya que perfora mucho la carne, lo que provoca drenado de la salmuera que se inyecta.

La abertura de los rodillos de las cuchillas circulares va a depender del tamaño y del tipo de músculo. Cualquier procesador que desee mejorar la calidad de sus productos y al mismo tiempo reducir costos de procesamiento, debe considerar el uso de un equipo de inyección y de la tecnología asociada con dicho equipo (Amo Visier, 1980).

### **2.5.2. Inyección de salmuera**

La inyección por punción múltiple es un método que consiste en bombear la mezcla curante en el interior de la carne. Se utilizan agujas que penetran en la carne en cientos de puntos a distancias uniformes.

La salmuera se bombea hasta obtener el peso deseado. Como la salmuera entra en la carne por un número de puntos relativamente juntos, la distribución de salmuera es excelente, resultando un curado muy rápido. Se ajusta la cantidad de salmuera inyectada por medio de la regulación del flujo de bombeo y del número de piezas por minuto. Los jamones se inyectan a una velocidad de 6-12/minuto; productos más pequeños como las paletas, se desplazan en la cinta transportadora a velocidades de 12/minuto (Townsend y Olson, 1994).

Es recomendable que durante la inyección se agregue la mayor cantidad de salmuera posible, de acuerdo al rendimiento que se desea tener. Por ejemplo: para un jamón de rendimiento de 40%, a 100 Kg de carne se le deberán inyectar 40 Kg de salmuera (Amo Visier, 1980).

El proceso propiamente de inyectado ejerce efecto sobre el producto final. Así debe procurarse no inyectar de una sola vez la cantidad total de salmuera, pues se ha comprobado la obtención de mejores resultados fraccionando el líquido a inyectar. Sobre todo se evita el desgarro de las fibras musculares entre sí, con lo que posteriormente se formarían “ojos” o huecos. La presión de inyección no sobrepasará de 2 bar, puesto que presiones excesivas desgarran el músculo y dan luego al jamón aspecto deforme (Frey, 1983).

Muy especialmente se comprobará la debida higiene y limpieza del aparato inyector. En los inyectores automáticos hay muchos puntos casi inaccesibles a la limpieza, por lo que en ellos pueden proliferar microorganismos que luego ocasionen defectos de fabricación como verdeados o agrisados en las piezas (Frey, 1983).

También las agujas de inyección merecen atención particular. Debido al roce continuado algunas llegan a corroerse, por lo que deben desecharse sustituyéndolas por

nuevas. Si no se actúa de esta forma, en los puntos de inyección se producen manchas o zonas castañas oscuras o negras (Frey, 1983).

### **2.5.3. Masajeado**

Se trata de un procedimiento físico para mejorar la calidad del producto y acelerar la elaboración de curados. Se puede emplear en piezas deshuesadas o no. La acción mecánica rompe la estructura celular de la superficie del músculo. Esta acción produce un exudado proteico cremoso que funciona como agente ligante. Internamente, las piezas de carne ven favorecidas la distribución y penetración de la mezcla curante y se observa una disminución de la dureza (Townsend y Olson, 1994).

El masajeado es un proceso poco severo que hace uso de la energía de fricción, resultante del frotamiento entre dos superficies de carne. Los masajeadores son tanques con un mecanismo que hace girar lentamente las piezas de carne. En su interior posee brazos de diferentes formas que agitan al producto durante 4 horas de forma continua, o 24 horas de manera intermitente (Townsend y Olson, 1994). La fricción que se desarrolla entre los músculos produce la extracción de la miosina. Simultáneamente, los movimientos de flexión en el músculo generan un calor interno que incrementa la absorción de la salmuera y acelera el proceso de curado. El masajeado intermitente consiste en masajear la carne durante un corto período y después dejarla un tiempo para permitirle absorber la mezcla curante (Dzudie, 1997).

Casi todas las salas de cura comercial trabajan a temperaturas de 2° C a 4° C. (Townsend y Olson, 1994). Esta temperatura retarda el crecimiento de casi todas las bacterias hasta que se complete la penetración de sal, pero permite al mismo tiempo el crecimiento de bacterias reductoras de nitratos que son esenciales cuando la cura se trata con nitrito de sodio. Las temperaturas de cura inferiores a 2° C retardan las reacciones de cura y las superiores a 4° C favorecen el crecimiento de bacterias responsables de alteraciones.

Cuando se usan tumblers debe ponerse mucho énfasis en la higiene y en la baja temperatura del proceso. Al caer la carne dentro de los tumblers la fuerza mecánica se traduce en calor, por ello se eleva la temperatura de la carne durante el masajeado. Esto se agrava cuando se emplean féculas, harina o proteínas, que aumentan la temperatura de la masa de carne y la posible contaminación, incrementando los riesgos en la producción.

Para el masajeado de jamones sin féculas y proteínas, se recomienda trabajar a una temperatura de 6 a 8° C. Usando féculas y proteínas deberá trabajarse a menor temperatura, 3 a 5° C, evitando de esta forma el rápido crecimiento bacteriano que se produce a temperaturas elevadas, lo que llega a provocar formación de gas, con disminución de la “liga”, reducción del color y del rendimiento final de los jamones. Por



lo tanto, es muy importante enfatizar que este trabajo se debe realizar a temperaturas muy bajas y con muy buena higiene durante todo el proceso.

Siegel et al. (1978), encontraron que la calidad de ataduras y las pérdidas por cocinado del jamón, fueron mejoradas por el masajeo. Esta situación se atribuye al desarrollo de una proteína pegajosa liberada durante el masaje, a la acción de la sal y el fosfato. Mientras observaron que el masaje al vacío disminuyó la pérdida en cocinado y mejoró la terneza y la capacidad de retención de agua de los jamones. Por su parte, Krause et al. (1978), observaron que el secado mejoró significativamente la apariencia externa, el color, el rebanado, el gusto, el aroma y el rendimiento de los jamones que fueron secados.

Otra función importante del secado es su “ayuda” en la distribución de la salmuera. Es lógico que la acción mecánica sobre la carne, producida por el secado y el masajeo, mejore la distribución de la salmuera, ya que causa cambios estructurales en los músculos (Krause et al., 1978).

Cassidy et al. (1978), usando microscopio, mostraron que el masajeado - especialmente el intermitente - causó disminución en la membrana celular y desorganización de núcleos en jamones. También usando microscopio, observaron que el masajeo en vacío causó daño a las células musculares, mientras que el vacío sólo originó un “aceleramiento” en la distribución de salmuera en jamones post-rigor.

Frey (1983), recomienda un tiempo de malaxado mínimo de 90 minutos para un tratamiento óptimo, en términos generales considera conveniente de 3000 a 4000 revoluciones a lo largo de todo el período de malaxado. Debe estar prevista la inclusión de intervalos alternativos de reposo en el curso del malaxado o bien un período de reposo a continuación de verificar esta operación. Toda ella deberá hacerse en una cámara a 8° C y de ser posible malaxar bajo vacío.

#### **2.5.4. Enmoldado**

Moldes tradicionales: se usan moldes rectangulares y en forma de pera de aluminio.

#### **2.5.5. Cocimiento**

Existen varios sistemas de cocimiento para jamones, el más aconsejable y el que se usó en el presente trabajo es el de cocimiento en tanques con agua, por la uniformidad de distribución del calor (Townsend y Olson, 1994).

Estos tanques de cocción Castro y Dobarro de fabricación nacional, están contruidos en acero inoxidable, un metro cúbico de capacidad de calentamiento con vapor indirecto, con camisa exterior y agitador de aire comprimido, debidamente

aislados para ahorrar energía y evitar accidentes. Tienen tapas herméticas y disponen de válvulas termorreguladoras, o termostato y válvula solenoide de vapor, etc., a modo de garantizar un adecuado control de la temperatura establecida para el cocimiento. De ninguna manera se permite que el vapor se vierta directamente al agua de cocimiento de los jamones.

En el fondo del tanque de cocimiento, se coloca una rejilla de acero inoxidable para que los moldes inferiores queden por lo menos a 15cm del piso. De esta forma, los jamones de esta zona no reciben excesivo calor y se evitan defectos por sobrecocimiento. También se facilita la distribución de la temperatura, favoreciendo la convección natural del agua caliente (Townsend y Olson, 1994).

Con la finalidad de facilitar la uniformidad de la temperatura dentro de los tanques de cocimiento, se puede disponer de una serpentina con pequeñas perforaciones por las cuales sale aire comprimido en forma continua o a intervalos. También se pueden colocar bombas circuladoras de agua caliente que ayudan a mantener uniforme la temperatura del tanque y por lo tanto la cocción de todos los jamones.

Frey (1983), recomienda efectuar la cocción por etapas y no elevar la temperatura interna por encima de 75° C. También, de ser posible, envolver los jamones con láminas adecuadas. Al calentar para lograr la temperatura interna deseada, interrumpir el aporte de calor cuando se alcance una temperatura 2-3° C inferior a aquella, puesto que siempre tiene lugar un recalentamiento después de dejar de calentar.

#### **2.5.6. Enfriado**

Luego del cocimiento de los jamones, éstos se enfrían lo más rápidamente posible, para evitar el desarrollo de microorganismos termófilos (los que crecen a altas temperaturas) y el oscurecimiento de los jamones (Townsend y Olson, 1994).

Los jamones se llevan a un tanque de enfriamiento con agua fría circulante. De ahí, cuando la temperatura interna de los jamones llega por debajo de 35° C, se trasladan a una cámara con suficiente capacidad de frío para bajar rápidamente la temperatura a los valores ideales de 2 a 5° C.

El producto debe quedar por lo menos una noche (12 horas) en la cámara para garantizar el descenso de temperatura y para estabilizar su consistencia. Si se envasan los productos terminados al vacío con poco frío, la menor consistencia de su masa produce una deformación del producto y una mayor extracción del líquido interior, esto perjudica la jugosidad, la presentación y la vida útil del producto final.

Pasadas 24 horas los jamones se sacan de los moldes, ya que esto garantiza una mejor ligazón de los trozos de músculos y se evita migración de salmuera después de que sean envasados al vacío.

En los embutidos cocidos sucede que la luz y el oxígeno ejercen influencia negativa sobre la duración del color y capacidad de conservación de esos productos. Estos artículos deben envasarse, de ser posible, al vacío y en lugar oscuro, con el objeto de evitar los efectos de la luz y el oxígeno (Frey, 1983).

#### **2.5.7. Aplicación de vacío**

Aunque el procedimiento de envasado reduce la posibilidad de que el producto se contamine una vez envuelto, sin embargo aumenta la posibilidad de que se contamine durante la preparación, debido a que se expone una superficie mucho mayor (Ingram, 1974).

En las operaciones de envasado al vacío, deben extremarse las medidas de higiene para evitar la contaminación superficial de los productos pasteurizados durante el cocimiento y de esta forma prolongar su vida útil y evitar la decoloración superficial por ataque bacteriano.

El vacío y el estado de pre-rigor, incrementan independientemente la absorción de NaCl (Solomón et al., 1980).

### **2.6. ANÁLISIS SENSORIAL**

Mientras los métodos físicos y químicos de análisis de la carne y los productos cárnicos dan una idea valiosa de la calidad, en el análisis final “la prueba del cocinado se realiza en la mesa”. Así es necesario contar con árbitros humanos para valorar la dureza, el sabor, la jugosidad y otros parámetros sensoriales de la carne y otros alimentos. Los métodos de determinar la palatabilidad se han desarrollado con una profunda base estadística y han desbancado el juicio individual a la hora de establecer la comercialización de nuevos productos.

Los métodos de panel se clasifican en dos tipos: 1) analíticos (entrenados) y 2) sintéticos (de consumo), el método sintético fue el utilizado en el presente trabajo.

Los métodos sintéticos o afectivos miden las reacciones del consumidor frente a un producto particular, en términos de aceptación o preferencia. Generalmente el método consiste en un panel de 50-100 miembros, que se eligen al azar de la población a estudiar y no reciben ningún tipo de entrenamiento formal previo. En los Anexos No. 2 y No. 3 se observa un panel sensorial. El objetivo de este método es determinar el éxito de un producto en el mercado.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN Y PERIODO EXPERIMENTAL**

El trabajo se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) y en la Facultad de Agronomía. EEMAC (“Dr. Mario A. Cassinoni”). Laboratorio de Calidad de Carne en el mes de setiembre del año 2007.

#### **3.2 PROTOCOLO DE ELABORACIÓN**

Luego de 24 horas en cámaras frigoríficas, se procedió al despiece de la canal, retirando 12 piernas y 20 paletas de cordero para su posterior congelación (-18° C) y traslado al Laboratorio de Calidad de Carne de la EEMAC.

Las piezas fueron trasladadas al Laboratorio del LATU (Montevideo), para su posterior preparación. Tras su descongelación a temperatura de refrigeración (entre 0° y 4° C) durante 48 horas, se realizaron lecturas de pH y color (índice de luminosidad: L\*; índice de rojo: a\* e índice de amarillo: b\*) en las piernas y paletas, utilizando un peachímetro Cole - Palmer con electrodo de penetración y un colorímetro Minolta (modelo CR-300).

Figura No.1. Medida con peachímetro



Figura No. 2. Medida con colorímetro



El jamón de cerdo fue comprado a una firma de plaza cuya metodología de elaboración es la convencional; el producto fue elaborado con baja inyección de salmuera (33%).

Respecto a la elaboración de las paletas y jamones ovinos en sí, se procedió al desosado de las piezas, eliminando la grasa subcutánea y obteniendo la carne del húmero, escápula (paleta) y del fémur (pierna).

Figura No. 3. Desosado de las piezas

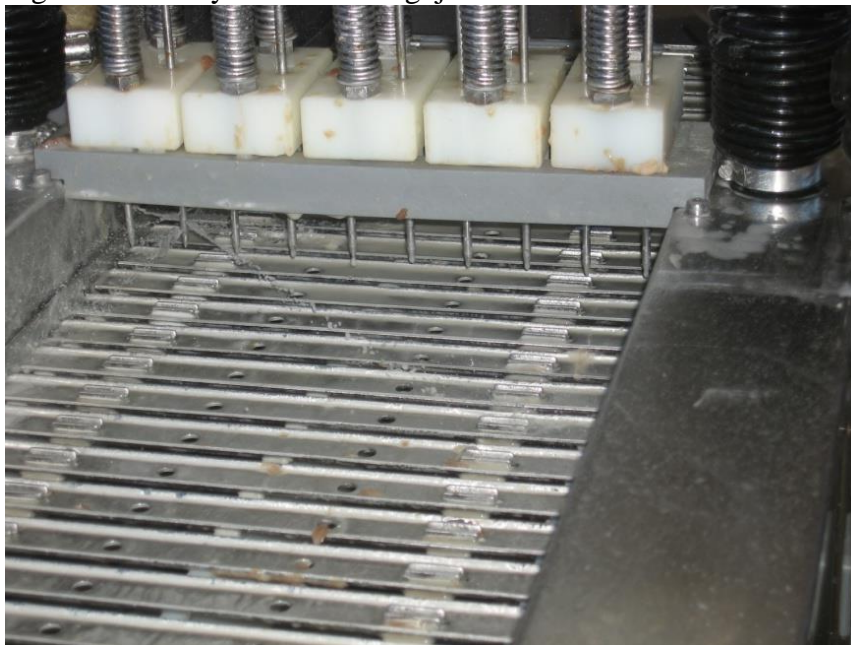


Se utilizaron 20 paletas y 10 piernas de corderos machos criptóquidos pesados cruza, provenientes del cruzamiento de carneros Poll Dorset y Texel y madres Corriedale puras y F1, criados en la EEMAC. Los animales se sacrificaron con un peso y una edad de: 54 +/- 3 kg y 213 +/- 12 días (promedio y desvío estándar, respectivamente). A la carne se le eliminó todo residuo de grasa, fascias y nervios, y se siguió el procedimiento establecido para la elaboración de jamón cocido.

El siguiente paso consistió en pesar los productos resultantes y estimar el rendimiento de las piezas, como cociente entre el peso de la carne del húmero y omóplato sobre el peso de la paleta descongelada y el cociente entre el peso de la carne del fémur sobre el peso de la pierna descongelada.

Posteriormente se procedió a la inyección de salmuera marca Suhner A.G. (Suiza) modelo ws 10 agujas con bomba centrífuga de 2 kilogramos de presión.

Figura No. 4. Inyectora de 10 agujas



La formulación consistió en la inyección de una salmuera para lograr un aumento de un 25% en peso. Los ingredientes se agregaron con un orden pre-establecido y el líquido se mantuvo agitado y a baja temperatura. En el Cuadro No. 1 se presentan los diferentes ingredientes utilizados.

Cuadro No. 1. Fórmula de la salmuera (fórmula 25% original)

INGREDIENTES	%
Agua	70.55
Carragenato	2.50
Proteína HI	0.00
Tari	2.60
Nitrito	0.10
Azúcar	4.00
Ascorbato	0.75
Sal	9.50
Fécula papa	10.00
Fécula mandioca	0.00
Aroma	0.00
Caseinato	0.00
Carne	0.00
TOTAL	100.00

Luego se pesó el hielo a utilizar en la solución, se mezclaron todos los ingredientes (fosfato, fécula, nitrito) en la salmuera y se muestreó para verificar el pH de la solución generada (pH = 6.2). El tercer paso consistió en la inyección y el batido de la solución en forma simultánea y se pesó nuevamente.

Figura No. 5. Inyección con salmuera



Siguiendo con el procedimiento de elaboración, la carne se coloca en la masajeadora (mezcladora Tumbler; marca Suhner A.G. (Suiza) modelo VT 350 con vacío y 6 y 12 rpm. durante 24 horas, en refrigeración con régimen de 30 minutos de agitado y 30 minutos de descanso.

Figura No. 6. Tumbler en cámara refrigerada



Luego se procede al enmoldado, que consiste en la colocación de láminas de plástico, pesado, llenado de los moldes, marca Adelman (Alemania) modelo 1 EB y 2



EB de aluminio, con tapa de prensa, cámara de refrigeración con clima permanente entre 2 y 4° C, con carne proveniente de las piernas y paletas (peso del molde: 4.5Kg) y finalmente el prensado con dientes, que se realizó manualmente.

Figura No. 7. Moldes



El sexto paso consiste en la pasteurización (colocación de los moldes en la tina de calentamiento), durante una hora a 65° C y una media hora a 72° C. Se enfrían a 5° C durante 12 horas y se procede al desmoldado y pesado de los productos a los efectos de estimar el rendimiento post- cocción.

Figura No. 8. Tina de calentamiento



Se desmoldaron los jamones y se midieron las pérdidas por cocción (P.P.C. %), para ello se pesó el jamón o paleta recién elaborado y posterior a la cocción; se realizó la siguiente fórmula  $P_i - P_f / P_i \times 100$ ; siendo  $P_i$  el peso fresco y  $P_f$  el peso luego de la cocción (ver Cuadro No. 2)

Cuadro No. 2. Pérdida por cocción

Tipo de producto	$P_i$ (peso fresco)	$P_f$ (luego de cocinar)	Pérdida por cocción %
Jamón cordero	4,025	3,625	10,00
Jamón cordero	4,030	3,630	9,92
Paleta cordero	4,025	3,620	10,00
Paleta cordero	4,030	3,625	10,05

Figura No. 9. Desmoldado



Se usó una cizalla Warner Bratzler para medir dureza, se cortaron trozos de 2.5 cm de carne, de un diámetro de unos 2 cm y se procedió a colocar los trozos en la cizalla, se evaluaron 10 trozos para cada tratamiento. Los valores van desde 0 kg a 20 kg, siendo considerados tiernos los que están por debajo de los 4,5 kF, es decir con menor dureza.

Como paso complementario se recurrió a la máquina de vacío para la obtención de los productos que así lo requirieron.

Figura No. 10. Máquina de vacío



### **3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO**

#### **3.3.1 Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)**

Para el estudio piloto de consumidores, se utilizó una muestra de 50 personas, funcionarios del LATU (hombres y mujeres de distintas edades y diferentes ingresos), que trabajaron en sesiones de aproximadamente media hora.

Los consumidores trabajaron en tres sesiones; en la dos primeras, evaluaron dos muestras y en la tercera evaluaron tres muestras. Las muestras consistían en prismas de carne de aproximadamente de unos 15 gramos que se entregaban dentro de una caja de Petri con un número identificadorio.

Cada panelista ubicado en un box individual recibía a través de una ventana guillotina las muestras y colocaba el número de la muestra en la planilla.

Las evaluaciones realizadas fueron de aceptabilidad, en diferentes atributos (color, sabor textura y agrado general), empleando una escala hedónica de nueve puntos (1- me disgusta muchísimo, 9 - me gusta muchísimo).

Figura No. 11. Presentación de las muestras



Figura No. 12. Degustación 1



El diseño de presentación de las muestras fue de bloques completos y balanceado, es decir todas las personas probaron todas las muestras la misma cantidad de veces. Así mismo, el orden de presentación de las muestras fue aleatorio.

Para la evaluación de los resultados se empleó el Procedure GLM del paquete estadístico SAS. Los datos de la evaluación sensorial fueron analizados por prueba “t”

### **3.3.2. Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC)**

El estudio realizado en la EEMAC, se utilizó una muestra de 100 personas, estudiantes y docentes (hombres y mujeres de diferentes edades), que trabajaron en sesiones de aproximadamente media hora.

Los consumidores degustaban las muestras en cabinas individuales, en una sesión evaluando dos platos con tres muestras cada uno. Estas se presentaban en prismas de 15 gramos envueltas en papel aluminio y con un número de identificación. Entre cada muestra se sugería consumir una galletita sin sal y agua.

Figura No. 13. Degustación 2



Se recibían las muestras en un plato y los panelistas evaluaban la aceptabilidad, en diferentes atributos (color, sabor textura y agrado general), empleando una escala hedónica de 10 puntos (1 – me disgusta muchísimo, 10 – me gusta muchísimo). En la boleta de evaluación figuraba el número de las muestras a consumir.

Para la evaluación de los resultados se emplea el paquete estadístico SAS. Los datos de evaluación sensorial fueron analizados por prueba “t”.

Tanto las muestras realizadas en la EEMAC como las del LATU se suministraron a una temperatura aproximada a los 20°C (ver boleta de evaluación en anexo).

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Del análisis sensorial realizado en el LATU, con un panel de 50 consumidores (Anexo No. 2), donde se evaluó color, sabor, textura y agrado general, empleando una escala hedónica de 9 puntos, se desprenden los siguientes resultados:

Cuadro No. 3. Evaluación de atributos sensoriales de pierna y paleta de cordero cocida y jamón de cerdo cocido sin vacío

	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Agrado general</b>
Pierna cocida sin vacío	6,3 a	5,8 b	5,7 a	5,7 a
Paleta cocida sin vacío	6,5 a	5,9 b	5,7 a	5,9 a
Jamón de cerdo cocido sin vacío	6,0 a	6,9 a	6,4 a	6,8 a

En el Cuadro No. 3 se observa la diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre la muestra de jamón de cerdo con respecto a las muestras de jamón de cordero, tanto pierna como paleta para el atributo sabor. El consumidor espera encontrar sabores conocidos como es el del jamón de cerdo.

Cuadro No. 4. Evaluación de atributos sensoriales de pierna de cordero cocida sin vacío y con vacío

	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Agrado general</b>
Pierna cocida sin vacío	6,5 a	6,0 a	6,2 a	6,1 a
Pierna cocida con vacío	6,4 a	5,4 a	5,2 b	5,4 b

Datos elaborados en el LATU

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ )



En el Cuadro No. 4 se observan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las muestras para los atributos de textura y agrado general.

En el caso de la pierna, el vacío actuó desmejorando el agrado de los consumidores, debido algún efecto sobre la textura que no se detecta en las muestras elaboradas con paleta. Quizás el efecto de no haber realizado tiernización sumado a una mayor compresión del producto por el vacío, fueron las causas.

Cuadro No. 5. Evaluación de atributos sensoriales de paleta de cordero cocida sin vacío y con vacío

	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Agrado general</b>
Paleta cocida sin vacío	6,8 a	6,3 a	5,8 a	6,2 a
Paleta cocida con vacío	6,8 a	5,9 a	5,8 a	5,9 a

Datos elaborados en el LATU

En el Cuadro No. 5 no se determinan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las muestras de paleta cocida al vacío y sin él para ninguno de los atributos estudiados, seguramente porque el procedimiento tecnológico involucraba un mayor desmenuzamiento de los músculos.

Sin embargo, el análisis sensorial realizado en la EEMAC con un panel con 100 consumidores (Anexo No. 3), evaluando terneza, sabor, color y aceptabilidad general, usando una escala hedónica desde 1 (muy desagradable) a 10 (muy agradable), mostró diferencias con respecto a los atributos estudiados, como muestran los resultados.

Cuadro No. 6. Evaluación de atributos sensoriales de paleta de cordero cocida sin vacío y con vacío, pierna de cordero cocida sin vacío y con vacío y jamón de cerdo cocido sin vacío y con vacío

	<b>Terneza</b>	<b>Sabor</b>	<b>Color</b>	<b>Aceptación general</b>
Jamón de cerdo cocido	7,97 a	7,83 a	3,95 b	7,61 a
Jamón de cerdo cocido con vacío	8,02 a	7,61 a	4,66 b	7,79 a
Pierna cordero cocida	6,66 b	6,67 b	7,13 a	6,91 b
Pierna cordero cocida con vacío	6,45 b	6,61 b	7,38 a	6,65 b
Paleta cordero cocida	6,20 b	6,19 b	7,20 a	6,35 b
Paleta cordero cocida con vacío	5,79 b	6,03 b	7,00 a	6,23 b

Datos elaborados en la EEMAC

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

Se determina diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre la muestra de jamón de cerdo con respecto a las muestras de jamón de cordero, tanto pierna como paleta para el atributo sabor, terneza y aceptabilidad general, como muestra el Cuadro No. 6.

Las diferencias encontradas entre el panel del LATU y el de la EEMAC en cuanto a aceptabilidad estarían marcando dos tipos de consumidores diferentes. El capitalino no discernió diferencias y aceptó por igual a los dos tipos de jamones, sin embargo el panel del interior supo diferenciar entre jamones, aunque en ambos casos los valores fueron de muy buena aceptación.

En cuanto a las pérdidas por cocción fueron del 10% que es un valor similar al de una elaboración industrial.

La dureza medida con cizalla Warner-Bratzler estableció los resultados que figuran en el Cuadro No. 7.

Cuadro No. 7. Valores de dureza obtenidos mediante cizalla Warner-Bratzler aplicadas a jamón de cerdo, pierna de cordero y paleta de cordero

	<b>Dureza kg.</b>
Jamón de cerdo	0,965
Pierna de cordero	1,245
Paleta de cordero	1,060

Datos elaborados en la EEMAC

Se observa una menor dureza en el jamón de cerdo. Los valores encontrados indican que se trata de un producto de muy baja dureza. Esto es debido fundamentalmente a que se trata de un producto cuya carne de por sí ya es tierna. Además el jamón de cerdo fue sometido a un proceso de tiernización previo a la inyección, así como también el cocinado contribuye a su terniza.

Los valores de luminosidad, coordenada  $L^*$  que mide qué tan clara es la carne, en un rango de 0 negro a 100 blanco (Cuadros No. 2 y No. 3 de los anexos), resultaron ligeramente más altos en la carne de cerdo, en la medida que la carne pasa de fresca a cocida variando la  $L^*$ ; mientras que los índices de rojo (coordenada  $a^*$  valores entre 0 y 60), lo fueron en la carne de cordero.

Figura No. 14. Jamones terminados 1



Figura No. 15. Jamones terminados 2



Figura No. 16. Jamones terminados 3



Cuadro No. 8. Medidas de los parámetros de color L\*, a\* y b\* en paleta de cordero al vacío y sin vacío, pierna de cordero al vacío y sin vacío y jamón de cerdo cocido

	L*	a*	b*
Jamón de cerdo cocido	53,5	13,6	20,43
Jamón de cerdo cocido con vacío	64,5	12,6	21,40
Pierna cordero cocido	48,3	15,9	19,23
Pierna cordero cocido con vacío	47,8	15,30	19,03
Paleta cordero cocido	49,1	14,9	20,43
Paleta cordero cocido con vacío	49,4	15,4	19,47

Datos elaborados en el LATU

Los parámetros de color indican diferencias en la coordenada L\*, siendo los jamones de cerdo más luminosos que los jamones y paletas de cordero (ver Cuadro No. 8) debido a diferencias de las especies. En cuanto a la coordenada a\* los mayores valores fueron los de la paleta y jamón de cordero, lo que queda suficientemente demostrado viendo las fotos. Estos valores se explicarían ya que originalmente la carne de cerdo es más clara que la de cordero, en el parámetro a\* (que indica el índice de enrojecimiento); se debe también a diferencias de especie.

En cuanto a los valores de la coordenada b\* no hay diferencias notables

## **5. CONCLUSIONES**

Los resultados indican claramente que los consumidores sólo lograron discernir entre especies (en el caso de la EEMAC), valorando el jamón de cerdo como más claro, más sabroso, más tierno y en definitiva más aceptado que el jamón de cordero, independientemente de si se trataba de jamón de cordero elaborado en base a paleta o pierna. Las notaciones alcanzadas por los productos derivados de cordero son por demás auspiciosas, sobre todo si se considera que se trata de un producto con el cual el consumidor no estaba familiarizado.

Por otra parte, es conveniente tener presente que los consumidores degustaron el producto en trozos y no en fetas, en cuyo caso, quizás las valoraciones podrían haber resultado más similares.

Además, también es posible mejorar la técnica de preparación del producto conforme se recurrió solo a la tiernización del producto.

Tampoco se aplicaron otras tecnologías utilizadas por ejemplo en Brasil, consistentes en el uso de saborizantes, humo líquido u otras alternativas que pueden afectar positivamente las valoraciones en la notación de sabor, o incluso también puede recurrirse a una mayor inyección a la utilizada en el presente trabajo (que fue del 25%), que si bien pueden disminuir la calidad del producto, abaratan los costos.

No obstante, los rendimientos en carne son tan bajos, que cubrir los costos de elaboración y dejar algún margen de ganancia, seguramente no lo harían viable comercialmente, sobre todo si se considera la pierna de cordero como alternativa. Habría que estudiarlo para ver su rentabilidad.

## **6. RESUMEN**

Se realizó una comparación entre productos elaborados a partir de carne de cordero y de cerdo. Se utilizó para ello jamón y paleta de cordero. Analizados sensorialmente en dos lugares, LATU y EEMAC, los resultados obtenidos demuestran la posibilidad técnica de estas elaboraciones. En cuanto a la aceptabilidad, los valores alcanzados fueron relativamente buenos (7,61 vs. 6,91 vs. 6,35) para jamón de cerdo cocido, jamón de cordero cocido y paleta de cordero cocido respectivamente. Los rendimientos comerciales estuvieron dentro de los parámetros esperados. Con respecto al color, los productos elaborados con carne de cordero fueron menos luminosos ( $L^*$  56,4 vs. 47,8) comparados con los de jamón de cerdo. La coordenada  $a^*$  (12,6 vs. 15,3) fue mayor en los productos elaborados con carne de cordero. La dureza encontrada en ambos jamones fue muy baja (0,96 de jamón de cerdo vs. 1,24 jamón de cordero).

Palabras clave: Jamón cocido; Cordero; Raza Corriedale.

## **7. SUMMARY**

A comparison between mutton and pork processed meat products has been made. For this it has been used ham and mutton. Sensorially analyzed in two places, LATU and EEMAC, the results obtained show the technical possibility of these elaborations. Regarding to acceptability, the obtained values were relatively good (7, 61 vs. 6, 91 vs. 6, 35) for cooked ham, cooked lamb ham, lamb cooked leg respectively. The commercial performance was between the expected parameters. About the color, the elaborated products with lamb meat were less bright ( $L^*$  56,4 vs. 47,8) compared with the pork ham ones. The  $a^*$  coordinate (12,6 vs. 15,3) was higher in the products manufactured with lamb meat. The toughness founded in both hams was very low (0, 95 of pork ham vs. mutt 1, 24 lamb ham).

Keywords: Cooked ham; Lamb; Race Corriedale.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. Amo Visier, A. 1980. Industria de la carne: salazones y chacinería. Barcelona, Aedos. 245 p.
2. Azzarini, M.; Oficialdegui, R.; Cardelino, R. C. 1996. Sistemas alternativos de producción ovina; potenciación de la producción de carne en sistemas laneros. Producción Ovina. no. 9:7-20.
3. Baliga, B. R.; Madaiah, N. 1970. Quality of sausage emulsion prepared from mutton. Journal of Food Science. 35:383-385.
4. Bartholowemew, D. T.; Osuala, C. I. 1986. Acceptability of flavor, texture and appearance in mutton processed meat products made by smoking, curing, spicing, adding starter cultures and modifying fat source. Journal of Food Science. 51:1560-1562.
5. Brooks, J.; Hainers, R. B.; Moran, T.; Pace, J. 1940. The function of nitrate, nitrite and bacteria in the curing of bacon and hams. Great Britain Food Investigation Board. Special report no 49. s.p.
6. Cassidy, R. D.; Ockerman, H. W.; Krol, B. 1978. Effect of tumblin method: phosphate level and final cook temperature on histological characteristics of tumbled porcine muscle tissue. Journal of Food Science. 43:1514-1518.
7. Cheah, K. S. 1976. Formation of nitrosylmyoglobin in bacon involving lactate deshidrogenase. International Journal of Food Science Technology. 11(2):181-186.
8. Cheftel, J. C. 1992. Effects of high hydrostatic pressure on food constituents: an overview. High Pressure and Biotechnology. 224:195-209.
9. Dzudie, T. 1997. Effect of rigor state, curing and tumbling on physicochemical and organoleptic properties of goat ham. Journal of Food Science and Technology. 34:136-139.
10. Felman, K. J.; Rubio, L. M. S.; Mendez, M. D.; Perez, C. L. B.; Iturbe, C. F. 1999. Efecto del tipo de grasa y el pirofosfato de sodio en la calidad



química y sensorial de productos elaborados con carne de oveja. *Veterinaria México*. 30 (1):49-55.

11. Fox, J. B.; Thomson, J. S. 1963. Formation of bovine nitrosylmyoglobin bovina. I. pH 4.5-6.5. *Biochemistry*. 2(3):465-470.
12. Frey, W. 1983. *Fabricación fiable de embutidos: guía para el técnico*. Zaragoza, Acribia. 194 p.
13. Girard, J. P. 1991. *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza, Acribia. 250 p.
14. González -Méndez, N.; Gros, J. B.; Poma, J. P. 1983. Mesure et modélisation des phénomènes de diffusion lors du salage de la viande. *Viandes et Produits Carnés*. 4(1):35-41.
15. Goutefongea, R. 1969. Etude du pouvoir de rétention d'eau de la viande de porc: il influence de calcium et du magnésium. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique*. 9(1):117-122.
16. Haldane, J. 1901. The red color of salted meat. *Journal of Hygiene*. 1:115-122.
17. Hamm, R. 1961. Biochemistry of meat hidrattation. *Advances in Food Research*. 10:355-463.
18. Hasselbach, W.; Schneider, O. 1951. Der L-Miosin-und Aktingehalt des Kaninchenmuskels. *Biochemische Zeitschrift*. 321:461-468.
19. Horsney, H. C. 1956. The color of cooked cured pork. I. estimation of nitric oxide; haem pigments. *Journal of Science Food and Agriculture*. 7(8):534-540.
20. Ingram, M. 1974. The microbiological effect of nitrite: discussion. In: *International Symposium on Nitrite in Meat Products*. (No. ordinal, 1973, Wageningen). *Proceedings*. Wageningen, Krol and Tinbergen. pp. 63-75. No contiene
21. Klettner, P. G.; Poellein, H.; Ott, G. 1989. Processing of old sheep in the meat industry. *Fleischwirtschaft*. 69(12):1810-1835.
22. Koizumi, C.; Brown, W. D. 1971. Formation of nitric oxid myoglobin by nicotinamide adenine dinucleotides and flavins. *Journal of Food Science*. 36(7):1105-1109.

23. Krause, R. J.; Ockerman, H. L.; Krol, B. 1978. Influence of tumbling time, trim and sodium tripolyphosphate on quality and yield of cured hams. *Journal of Food Science*. 43(3):853-855.
24. Lawrie, R. A. 1998. *Ciencia de la carne*. Zaragoza, Acribia. 390 p.
25. Le Magnen, J. 1951. *Le gout et les saveurs: que sais-je?* París, P.U.F. 460 p.
26. Lee, S. H.; Cassens, R. G. 1976. A research note: nitrite binding sites on myoglobin. *Journal Food Science*. 41:969-970.
27. Leistener, L. 1974. Rapporteurs's paper nitrites and nitros amines in processed meats: session G. Microbiology. In: European Meeting of Meat Research Workers (20<sup>th</sup>., 1974, Dublin). Proceedings. Dublin, Agricultural Institute. s.p.
28. Lewis, W. L.; Vose, R. S.; Lowry, C. D. 1925. Use of sodium nitrite in curing meats. *Industrial and Engineering Chemistry*. 17(12):1243-1245.
29. Locker, R. H.; Davey, C. L.; Nottingham, P. M.; Haughey, D. P.; Law, N. H. 1975. New concepts in meat processing. *Advances in Food Research*. 21:157-222.
30. Magge, P. N.; Barnes, J. M. 1956. The production of malignant primary hepatic tumors in the rat by feeding dimethylnitrosamine. *British Journal of Cancer*. 10(1):114-122.
31. Mirna, A.; Hofmann, I. 1969. *Über den Vervleib von Nitrit in Fleischwaren. 1. Uímsatzung von Uítrit mit sulfhydryl—Verbindungen*. *Fleischwirtschaft*. 49 (1):361 p. Ocupa solo una página
32. Monteiro, E. M.; Terra, N. N. 1999. *Processamento do presunto cook-in de cordeiros*. *Ciencia Rural*. 29(4):721-725
33. Mottram, D. S.; Rhodes, D. N. 1974. Nitrite and the flavour of cured meat. In: *International Symposium on Nitrite in Meat Products* (No. ordinal, 1973, Wageningen). Proceedings. Wageningen, Krol and Tinbergen. s.p. No contiene
34. MSP (Ministerio de Salud Pública, UY). s.f. *Reglamento bromatológico nacional no. 315/94*. 4<sup>a</sup>. ed. Montevideo, IMPO. 452 p.

35. Offer, C.; Osburn, N. A. N.; Keeton, J. T.; Trinick, J. 1983. On the mechanism of water holding in meat; the swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Science*. 8:245-281.
36. Paleari, M. A.; Moretti, V. M.; Beretta, G.; Caprino, F. 2006. Characterization of a lamb ham; fatty acids and volatile compounds composition. *Journal of Muscle Foods*. 17:398-412.
37. Pinheiro, E. M. 1989. *Processamento da carne de ovino adulto*. Santa María, Universidade Federal de Santa María. 81 p.
38. Polenske, E. 1891. Uber den Verlust, welchen das Rindfleisch und Nahrwert durch das Pochen erleidet, sowie über die Veränderungen salpeterhaltiger Pökellaken. *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte*. 7:471.
39. Prince, J. F.; Schweigert, B. S. 1994. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza, Acribia. 581 p.
40. Reichert, J. E. 1988. *Tratamiento térmico de los productos cárnicos*. Zaragoza, Acribia. 175 p.
41. Roberts, T. A.; Ingram, M. 1976. Nitrite and nitrate in the control of clostridium botulinum in cured meats: discussion. *In: International Symposium on Nitrite in Meat Products (2<sup>nd</sup>., 1976, Wageningen)*. Proceedings. Wageningen, Tinbergen and Krol. pp. 29-38.
42. Saffle, R. L.; Galbreath, J. W. 1964. Quantitative determination of salt soluble proteins in various type of meat. *Food Technology*. 18:119-120.
43. Schmidt, G. R. 1986. Processing and fabrication. *In: Bechtel, P. J. ed. Muscle as food*. London, Academic Press. pp. 201-218.
44. Siegel, D. G.; Theno, D. M.; Schmidt, G. R.; Norton, H. W. 1978. Meat massaging: the effects of salt, phosphate and massaging on cooking loss, binding strength and exudates composition in sectioned and formed ham. *Journal of Food Science*. 43:331-333.
45. Sofos, J. N.; Busta, F. F.; Allen, C. E. 1979. Clostridium botulinum control by sodium nitrite and sorbic acid in various meat and soy proteins formulation. *Journal of Food Science*. 44(6):1662-1667.
46. Solomon, L. W.; Norton, H. W.; Schmidt, G. R. 1980. Effect of vacuum and rigor condition on cure absorption in tumbled porcine muscles. *Journal of Food Science*. 45(3):438-440.

47. Tarladgis, B. G. 1962. Interpretations of the spectra of meta pigments: II. Cured meats, the mechanism of color fading. *Journal of Science Food and Agriculture*. 13(9):485-491.
48. Tarr, H. L. A. 1941. Bacteriostatic action of nitrates. *Nature*. 147:417-418.
49. \_\_\_\_\_. 1942. The action of nitrites on bacteria; further experiments. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*. 6(1):74-89.
50. Terra, N. N.; Cichoski, A. J.; Freitas, R. J. S. de. 2006. Valores de nitrito e TBARS durante o processamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. *Ciencia Rural*. 36(3):956-970.
51. Touraille, C.; Goutefongea, R. 1985. Influence du taux de nitrite sur la flaveur de la viande de porc saumuree cuite. *Sciences des Aliments*. 5:313-318.
52. Townsend, W. E.; Olson, D. G. 1994. Las carnes curadas y su procesado. In: Price, J. F. Schweigert, B. S. eds. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza, Acribia. pp. 393-414.
53. Wistreich, J. 1960. Ham curing. *Food Technology*. 11:549-551.
54. Zapata, J. F. F.; Ledward, D. A.; Lawrie, R. A. 1990. Preparation and storage stability of dried salted mutton. *Meat Science*. 27:109-118.

**9. ANEXOS**

Anexo No. 1. Exportaciones de carne ovina según tipo de procesamiento (toneladas peso embarque) corned mutton

Tipo de procesamiento	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Refrigerada	16272	9148	6030	6535	7904	11112
Congelada	14086	7725	5461	6348	7602	11008
Enfriada	2186	1423	569	187	302	105
Elaborada	32	18	153	0	42	49

Anexo No. 2. LATU



Anexo No. 3. EEMAC



Anexo No. 4. Boleta de evaluación en el LATU

Nombre:

Fecha:

Por favor lea atentamente esta boleta, ante cualquier duda consulte antes de comenzar

En esta jornada, usted evaluará distintos atributos de DOS MUESTRAS DE JAMÓN utilizando la escala que se adjunta.

Por favor, observe y pruebe las muestras de a una por vez y utilizando la escala asigne el puntaje que corresponda.

Antes de probar otra muestra beba un poco de agua.

9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Me es indiferente
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Muestra No. ....

Muestra No.....

COLOR .....

COLOR .....

SABOR .....

SABOR .....

TEXTURA .....

TEXTURA .....

AGRADO GENERAL.....

AGRADO GENERAL.....

OBSERVACIONES.....



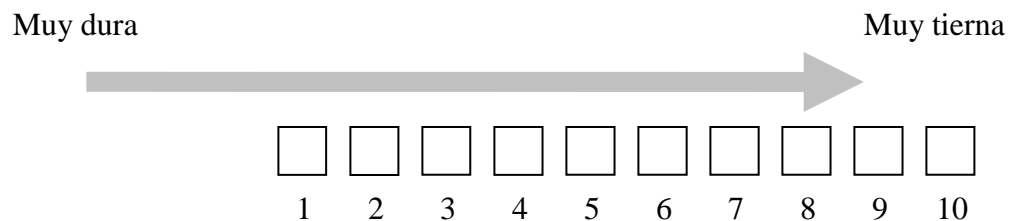
**DEGUSTACIÓN DE JAMÓN**

**SESIÓN ----- PLATO ----- CABINA ----- EDAD -----**

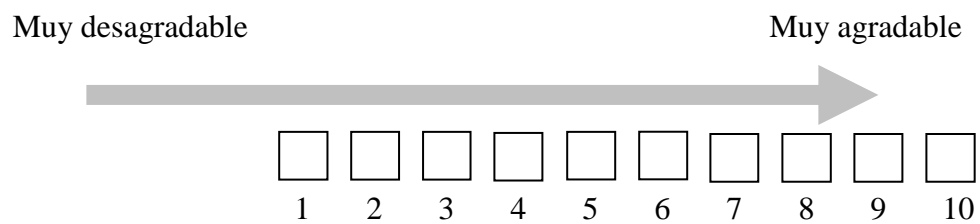
Valore de 1 a 10 con una X, los siguientes atributos. Recuerde comprobar que el número de la muestra que va a consumir coincide con la primera que tiene escrita en el papel:

**Muestra No. -----**

**A. GRADO DE TERNEZA**



**B. GRADO DE SABOR**



**C. INTENSIDAD DE COLOR**



**D. ACEPTABILIDAD**

Poco Mucho

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

Cuántas veces al mes consume jamón?

- Ninguna
- 1
- 2
- 3
- 4
- más de 4

Le gusta el jamón ?

- Nada
- Poco
- Mucho

Anexo No. 6. Medición del color (parte interna del color)

							promedios		
PALETA	L	a	b	L	a	b	L	a	b
CORDERO	52.7	15.3	21.3	50	14.6	19.3	51.3	14.9	20.3
VACÍO									
PALETA	L	a	b	L	a	b			
CORDERO	46.5	15.9	18.1	50.2	15.3	19.3	48.3	15.6	18.7
FRESCO									
PIERNA	L	a	b	L	a	b			
CORDERO	41.7	7.4	17.4	47.7	15.3	19.1	44.7	11.3	18.2
VACÍO									
PIERNA	L	a	b	L	a	b			
CORDERO	52.2	13.7	20	53	13.7	19.7	52.6	13.7	19.8
FRESCO									

Degustación en el LATU

							promedios		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
JAMÓN									
CERDO	55.4	13	20.2	48.4	15.4	20.2	53.5	13.5	20.4
FRESCO									
PALETA									
CORDERO	49	14.8	19.3	47.4	15.2	18.7	49.1	14.8	57.8
FRESCO									
PALETA									
CORDERO	46.2	16.2	18.1	51.6	15	20.4	49.4	15.4	19.4
VACÍO									
JAMÓN									
CERDO	61.4	10.6	23	50.6	15.3	20.3	56.4	12.5	21.4
VACÍO									
PIERNA									
CORDERO	47.1	16.3	18.9	47.5	16.4	19.1	48.3	15.8	19.2
FRESCO									
PIERNA									
CORDERO	46.8	15.6	18.4	47.3	15.7	18.9	47.7	15.3	19
VACÍO									

Degustación en Paysandú