

FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

comisión de estudios de postgrado



DOCTORADO EN
CIENCIAS AGRÍCOLAS

**FACTIBILIDAD DE USO DE LA CARNE DE CODORNIZ MACHO (*Coturnix coturnix japonica*)
EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS PARA CONSUMO HUMANO**

Marta Elena Cori Carrillo

Maracay, Enero 2012

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DOCTORADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

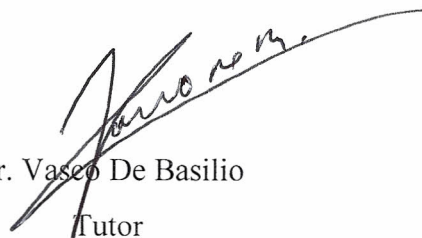
**FACTIBILIDAD DE USO DE LA CARNE DE CODORNIZ MACHO (*Coturnix
coturnix japonica*) EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS PARA
CONSUMO HUMANO**

Marta Elena Cori Carrillo

Maracay, Enero 2012

TESIS DOCTORAL PRESENTADA COMO REQUISITO FINAL PARA OPTAR AL
TÍTULO DE **DOCTORA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

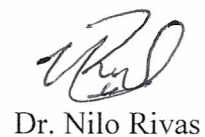
Comité Consejero



Dr. Vasco De Basilio
Tutor



Dra. Rosana Figueroa Ruiz



Dr. Nilo Rivas

DEDICATORIA

A mis hijos:

Adriana Carolina y Alberto José

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar inicio estas líneas dándole gracias a Dios, por haberme dado la salud, y el apoyo físico, espiritual e intelectual que me permitieron crecer profesionalmente, al poder realizar aportes en el campo de la ciencia y de la tecnología de la carne.

Al Profesor Vasco De Basilio, Tutor del presente trabajo, por sus orientaciones durante el estudio del Doctorado, su constante apoyo, y sus recomendaciones para la presentación del proyecto de tesis doctoral y del presente documento escrito.

A los profesores Rosana Figueroa Ruiz y Nilo Rivas, miembros del Comité Consejero del presente trabajo, por sus orientaciones durante el estudio del Doctorado, y sus recomendaciones para la presentación del proyecto de tesis doctoral y para la redacción del presente documento escrito.

A la profesora Shimazú Martínez, por su orientación en el diseño e interpretación de las evaluaciones sensoriales ejecutadas en la presente investigación.

Al Lic. Nelson Molero, por sus orientaciones para realizar el análisis de costos en el presente trabajo.

A los diversos árbitros seleccionados para la evaluación del proyecto de este trabajo, lo cual permitió su enriquecimiento.

A los miembros de la Cátedra de Química I y Procesamiento de Alimentos II de la Facultad de Agronomía de la UCV, por su apoyo para facilitar mi crecimiento profesional.

A los miembros del personal docente y de investigación de los laboratorios del Instituto y del Departamento de Química de la Facultad de Agronomía (UCV) y a los de la Cátedra de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UCV), quienes facilitaron la ejecución de algunos análisis químicos indispensables para esta investigación.

A la TSU Julia Parra, por su colaboración en algunos análisis fisicoquímicos efectuados para este trabajo.

Al personal técnico, obrero y a los pasantes de la Sección Laboratorio de Aves del Instituto de Producción Animal de la Facultad de Agronomía (UCV) por su colaboración en las labores de faena de este trabajo de investigación.

A los coturnicultores venezolanos por el suministro de información importante para la ejecución del presente trabajo.

Al CDCH por el financiamiento de este trabajo a través del Proyecto PG 01-00-6536-2006

A Adriana Carolina y Alberto José, mis hijos, por ser mi inspiración para ser un mejor ser humano cada día.

A Francisco José, mi esposo, por apoyarme física y moralmente en las diversas etapas de la fase experimental del presente trabajo.

A mis padres Carmen Ester y Ferdinando, por apoyarme siempre, y muy especialmente durante las fabricaciones correspondientes al Experimento 2 del presente trabajo.

A mi querida suegra Cloty, por darme tanto cariño tanto a mí como a mis hijos hasta sus últimos días.

A mi queridísima abuela Pili, de quien recibí tanto amor durante toda la vida, aún ahora que no está con nosotros físicamente.

A mi hermana Livia por la revisión (desde Inglaterra) del resumen en inglés de la tesis y junto a mi hermana Flavia (desde Italia) apoyarme en esta investigación.

A todos los que de una u otra forma contribuyeron en la realización de esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	VI
TABLA DE CONTENIDO.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE CUADROS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
II.1. Generalidades sobre la codorniz	4
II.2. Características de la carne de codorniz.....	4
II.3. Uso de la carne de codorniz.....	6
II.4. Carne deshuesada mecánicamente. Definición y origen.....	7
II.5. Rendimiento y composición química de la CDM.....	9
II.6. Normativa sobre el uso de la CDM.....	11
II.7. Algunas propiedades de importancia de las materias primas en la elaboración de productos cárnicos.....	12
II.8. Nuggets.....	15
II.9. Productos cárnicos emulsionados.....	19
II.10. Fiambres.....	24

II.11. Obtención en Venezuela de CDM de codorniz y su inclusión en nuggets.....	27
III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	29
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
IV.1. Aspectos generales.....	30
IV.2. ETAPA 1	
Obtención y caracterización desde el punto de vista fisicoquímico, microbiológico y en algunas propiedades funcionales de CDM de codorniz. Comparación con carne de pollo. (Experimento 1).....	30
IV.3. ETAPA 2.....	35
IV.3.1. Desarrollo, caracterización y comparación de nuggets (Experimento 2)....	35
IV.3.2. Desarrollo, caracterización y comparación de salchichas (Experimento 3)..	42
IV.3.3. Desarrollo, caracterización y comparación de fiambres (Experimento 4)...	46
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
V.1. ETAPA 1	
Obtención y caracterización fisicoquímica, microbiológica y de algunas propiedades funcionales de CDM de codorniz. Comparación con carne de de pollo. (Experimento 1).....	49
V.2. ETAPA 2.....	74
V.2.1. Desarrollo, caracterización y comparación de nuggets (Experimento 2).....	74
V.2.2. Desarrollo, caracterización y comparación de salchichas (Experimento 3)..	114

V.2.3. Desarrollo, caracterización y comparación de fiambres (Experimento 4)....	149
VI. DISCUSIÓN GENERAL.....	174
VII. CONCLUSIONES.....	178
VIII. RECOMENDACIONES.....	180
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	181
X. ANEXOS.....	195

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Nombre	Página
1	Procesos y productos obtenidos a partir de la canal del pollo.....	8
2	Pérdida de peso de los nuggets precocinados durante 30 días de almacenamiento en congelación.....	91
3	Pérdida de peso de las salchichas cocidas de los cinco tratamientos durante 30 días de almacenamiento en refrigeración	125
4	Pérdida de peso de las salchichas cocidas de los cinco tratamientos durante 30 días de almacenamiento en congelación..	128
5	Pérdida de peso de los fiambres de pollo y codorniz de los cinco tratamientos durante 30 días de almacenamiento en refrigeración	157

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Nombre	Página
1	Composición química de la carne de diferentes partes comerciales de algunas especies animales según varios autores.....	5
2	Efecto de la Edad en la proporción de diferentes componentes de la canal (g/100 g canal).....	6
3	Requisitos químicos que debe cumplir la CDM a nivel de planta y centros de distribución pertenecientes a la empresa según Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007.....	11
4	Criterios microbiológicos de la CDM a nivel de planta y centros de distribución pertenecientes a la empresa según Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007.....	12
5	Requisitos químicos de la salchicha cocida según Norma Venezolana COVENIN 0412-2005.....	20
6	Criterios microbiológicos de la salchicha cocida según Norma Venezolana COVENIN 0412:2005.....	20
7	Requisitos químicos del fiambre según Norma Venezolana COVENIN 3124:2005.....	25
8	Criterios microbiológicos del fiambre según Norma Venezolana COVENIN 3124:2005.....	25
9	Estructura de la mezcla de los nuggets de pollo formulados con carne de pollo manualmente deshuesada y carne mecánicamente deshuesada de codorniz.....	36
10	Composición química de la CDM de codorniz y de la carne de pollo.....	50
11	Determinación de algunas proteínas en CDM de codorniz y carne de pollo.....	56
12	Determinación de color y el pH en CDM de codorniz y en carne de pollo.....	63
13	Evaluación de algunas propiedades funcionales de la CDM de codorniz y la carne de pollo.....	66

14	Resultados microbiológicos de CDM de codorniz y de la carne de pollo.....	71
15	Evaluación del peso de los nuggets en cada paso de su procesamiento.....	75
16a	Composición química de nuggets precocinados y cocidos de pollo y codorniz.....	75
16b	Composición química de nuggets precocinados y cocidos de pollo y codorniz con valores corregidos.....	85
17	Valores de TBARS y contenido de hierro y calcio para los nuggets precocinados de pollo y codorniz y pH para la masa cruda del nugget	86
18	Pérdida de peso (%) de los nuggets precocinados durante 30 días de almacenamiento en congelación.....	92
19	Valores obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los nuggets cocidos de pollo y codorniz.....	94
20	Resultados microbiológicos de los nuggets precocinados	97
21	Evaluación sensorial de los nuggets cocidos.....	99
22	Cálculo del costo total de fabricación de CDM de codorniz (15/01/2011).....	102
23	Distribución del tiempo y del personal en la producción de nuggets.....	105
24	Cálculo de costo total de fabricación de los nuggets de pollo y codorniz para los cinco tratamientos (15/01/2011).....	106
25	Composición química de las salchichas cocidas de pollo y codorniz.....	114
26	Valores de TBARS y contenido de hierro y calcio para las salchichas cocidas de pollo y codorniz y pH de la emulsión.....	119
27	Pérdida de peso (%) de las salchichas cocidas durante 30 días de almacenamiento en refrigeración.....	127
28	Pérdida de peso (%) de las salchichas cocidas durante 30 días de almacenamiento en congelación.....	129

29	Valores obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de las salchichas cocidas de pollo y codorniz.....	132
30	Resultados microbiológicos de las salchichas cocidas de pollo y codorniz.....	134
31	Evaluación sensorial de las salchichas cocidas de pollo y codorniz	137
32	Evaluación sensorial de una salchicha cocida de pollo y codorniz y una salchicha comercial de aves	139
33	Distribución del tiempo y del personal en la producción de salchichas.....	140
34	Cálculo de costo total de fabricación de las salchichas cocidas de pollo y codorniz para los cinco tratamientos (20/01/2011).....	141
35	Composición química de los fiambres de pollo y codorniz.....	149
36	Valores de TBARS y contenido de hierro y calcio para las salchichas cocidas de pollo y codorniz y pH de la mezcla	153
37	Pérdida de peso (%) de los fiambres de pollo y codorniz durante 30 días de almacenamiento en refrigeración.....	157
38	Valores obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los fiambres de pollo y codorniz.....	159
39	Resultados microbiológicos de los fiambres de pollo y codorniz....	160
40	Evaluación sensorial de los fiambres de pollo y codorniz.....	163
41	Evaluación sensorial de un fiambre de pollo y codorniz y un producto comercial.....	164
42	Distribución del tiempo y del personal en la producción de fiambres.....	165
43	Cálculo de costo total de fabricación de los fiambres de pollo y codorniz para los cinco tratamientos (20/01/2011).....	166

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Nombre	Página
1	Carne de pollo (izquierda) y CDM de codorniz (derecha).....	195
2	Nuggets: materia prima de tres fabricaciones.....	196
3	Nuggets: mezclando ingredientes.....	196
4	Nuggets: mezcla cárnica extendida en bandeja.....	196
5	Nuggets: mezcla cárnica durante etapa de formado.....	196
6	Nuggets: etapas de rebozado, empanado, precocción y escurrido.....	196
7	Nugget precocinado (izquierda) y nugget cocido (derecha).....	196
8	Nuggets cocidos (corte transversal): T2 (izquierda) y T4 (derecha)....	196
9	Salchichas: cutter, ingredientes y aditivos no cárnicos.....	197
10	Salchichas: cutter con emulsión antes de embutir.....	197
11	Salchichas: emulsión cárnica embutida en tripa de celulosa.....	197
12	Salchichas: emulsión cárnica en tripa de celulosa con divisiones de 10 cm.....	197
13	Salchichas: cocción de la emulsión cárnica.....	197
14	Salchichas empacadas (T2 izquierda, T4 derecha).....	197
15	Fiambres: batidora, ingredientes y aditivos no cárnicos.....	198
16	Fiambres: preparación de la salmuera.....	198
17	Fiambres: masajeado de la carne con la salmuera.....	198
18	Fiambres: cocción de la mezcla cárnica.....	198
19	Fiambres: rebanadas de fiambres de los cinco tratamientos.....	198

RESUMEN

Con el objeto de evaluar la factibilidad de usar la carne de codorniz macho (*Coturnix coturnix japónica*) en la elaboración de productos cárnicos se ejecutaron cuatro experimentos. En el primero se obtuvo carne deshuesada mecánicamente (CDM) de codorniz y se comparó con carne de pollo, y en los siguientes tres experimentos se formularon y elaboraron nuggets, salchichas y fiambres, sustituyendo la carne de pollo por la de codorniz en 0, 10, 20, 30 y 40%, caracterizando los productos desde el punto de vista fisicoquímico, microbiológico, sensorial, y realizando un análisis de costos. El rendimiento de la CDM fue de 50,25 g carne/100 g canal, y al compararla con carne de pollo se observaron mayores ($P<0,05$) contenidos de humedad, cenizas, hierro y calcio, sin diferencias en los niveles proteico y lipídico, presentando la CDM un color más rojo y oscuro, un mayor pH, siendo superior sus contenidos de mioglobina, hemoglobina y la solubilidad de sus proteínas sarcoplásmicas, así como la capacidad de retención de agua. La calidad microbiológica de ambas carnes fue aceptable. En las salchichas y los fiambres, con la incorporación de CDM en la fórmula, aumentaron los contenidos de humedad y cenizas, y permanecieron constantes los niveles de proteína y grasa; en los nuggets no hubo cambios significativos en los contenidos de humedad, cenizas ni proteína, mientras que para la grasa no se observó una tendencia concreta. En los tres productos se incrementó ($P<0,05$) el contenido de hierro y calcio con el aumento de la proporción de CDM en la fórmula, mientras que el análisis del perfil de textura reveló tendencias diferentes en cada producto. La sustitución planteada no generó cambios en las características microbiológicas de ninguno de los productos elaborados. La evaluación sensorial reveló que la sustitución propuesta puede ser aceptada por el consumidor. Se logró el uso de un subproducto de la coturnicultura en Venezuela, como lo es la canal de la codorniz macho, generándose productos cárnicos que pueden ser elaborados a nivel artesanal e industrial, y competir con productos análogos, obteniéndose también información científica y tecnológica.

Palabras clave: carne, codorniz, CDM, nugget, salchicha, fiambre.

ABSTRACT

In order to evaluating the feasibility of using the quail male meat (*Coturnix coturnix japonica*) in the elaboration of meat products, there were executed four experiments. In the first one mechanically deboned meat (MDM) of quail was obtained and it was compared with chicken meat; in the following three experiments there were formulated and elaborated nuggets, sausages and meat loaves, substituting the chicken meat for MDM in 0, 10, 20, 30 and 40%, characterizing the products physicochemically, microbiologically, and organoleptically, and carrying out a cost analysis. The MDM yield was 50.25 g meat/100 g carcass, and making a comparison with chicken meat there were observed higher ($P < 0.05$) contents of moisture, ash, iron and calcium, without differences in the protein and fat content; the MDM had a redder and darker color, higher pH, myoglobin and hemoglobin contents and the solubility of the sarcoplasmic proteins, as well as the water holding capacity. The microbiological quality of both meats was acceptable. In the sausages and the meat loaves, with the incorporation of CDM in the formula, the moisture and ash contents increased, and there were no differences in the protein and fat levels; in the nuggets there were not significant changes in the moisture, ash and protein contents, while there was not a concrete tendency in fat content. In the three products ($P < 0.05$) the iron and calcium contents increased with the MDM proportion in the formula, while the texture profile analysis revealed different tendencies in each product. The outlined substitution didn't generate changes in the microbiological characteristic of none of the elaborated products. The sensory evaluation revealed that the proposed substitution can be accepted by the consumer. The use of a by-product of the venezuelan quail production (male quail carcass) was achieved, generating meat products that can be elaborated at handmade and industrial level, and compete with similar products, obtaining also scientific and technological information.

Key words: meat, quail, CDM, nugget, sausage, loaves

I- INTRODUCCIÓN

En Venezuela existe una gran aceptación por los productos avícolas, lo cual se refleja, entre otros aspectos, en las estadísticas de la FAO (2011) donde para el período 2005-2007 la carne de aves de corral, bovino y cerdo representaron, respectivamente el 28,57, 16,33 y 4,08% de la proteína de origen animal en la dieta del venezolano. Esta aceptación de los productos avícolas en nuestro país, pudiera permitir asimismo el aumento de consumo de carne de especies no tradicionales como la codorniz, contribuyendo de este modo a satisfacer parte de la demanda nacional, y generando a la vez un impacto social, al involucrar a los diferentes componentes de las comunidades donde dicha actividad productiva es técnicamente factible (De Basilio *et al.*, 2005).

En la actualidad, el huevo de la codorniz es el principal producto de los sistemas de producción con codornices en Venezuela, y dado que a partir de los 21 días de edad es que se hacen evidentes las características físicas que le permiten diferenciar los sexos (Lucotte, 1990) el productor debe alimentar a todos los animales al menos durante este período, procediendo luego al beneficio de los machos, cuya carne es considerada un subproducto del sistema (Martínez, 1990).

La producción comercial de la carne de codorniz se basa en las excelentes propiedades procreativas de este animal, su adecuado índice de conversión del alimento, las mínimas exigencias que requiere su explotación y el rápido ciclo de crecimiento y desarrollo, ya que a los 45 días alcanzan la plenitud sexual y procreadora, pudiéndose ésta manifestar inclusive 10 días antes, aparte de que se trata de un animal altamente resistente a las enfermedades contagiosas (Pérez y Pérez, 1974).

Cori (2008a) encontró que la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) puede ser utilizada para el aprovechamiento de su carne, especialmente la del macho que es considerado un subproducto de las granjas coturnícolas del país. En dicho estudio, la composición química de la carne de codorniz reveló un contenido proteico muy similar al de otras especies de consumo masivo en nuestro país, como el pollo y el bovino, superando en algunos casos los niveles de minerales, y un contenido graso inferior a la carne de cerdo y de bovino.

En relación a los productos procesados obtenidos a partir de la canal de la codorniz, la literatura consultada no señala muchas alternativas, siendo los trabajos de Singh *et al.* (1982) y Singh y Panda

(1985) de los pocos que se pueden encontrar en la literatura científica, basados ambos en el empleo de la canal de codorniz entera conservada bajo diferentes condiciones.

A pesar de todas las interesantes características que presenta la explotación de la codorniz así como su carne, en un estudio previo se determinó que el desposte manual de la canal del macho de la línea de aves ponedoras resulta complicado y poco práctico, obteniéndose un rendimiento de carne del 39% a partir de la canal (Cori *et al.*, 2009), por lo que buscando otras opciones que permitieran el mejor aprovechamiento de la canal se evaluaron en ensayos previos las características fisicoquímicas y microbiológicas de la carne deshuesada mecánicamente (CDM) obtenida a partir de canales enteras de codorniz macho, con la finalidad de incorporarla a la formulación de diversos productos cárnicos. Al comparar la composición química de la CDM de codorniz con la CDM obtenida a partir de alitas, cuello y de carapacho de pollo se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para todas las variables, siendo la CDM de codorniz la que presentó los mayores valores de humedad y proteína y los menores valores de grasa y calcio (Cori, 2008b), además de que se obtuvo un rendimiento de carne (CDM) a partir de la canal del 52,33%, valor evidentemente superior al obtenido de forma manual (39%). Se encontró también que no habían diferencias importantes entre los valores de pH, pero que sí las había en el color, siendo las CDM de carapacho de pollo y la de codorniz las más oscuras, lo cual pudiera conducir a la consideración de la CDM de codorniz como un ingrediente adicional en la elaboración de productos cárnicos basados principalmente en la carne de pollo o pavo, como una forma de darles un color más oscuro y rojo de una manera más natural, y destinados a un consumidor al cual no le agrada el color claro de los productos característicos del pollo.

Bonato *et al.* (2006a) señalan que el aprovechamiento de CDM de pollo ha mostrado poseer un importante potencial en la elaboración de productos reestructurados, siendo utilizada como reemplazo parcial de la carne proveniente de músculos enteros. Otros investigadores han evaluado la incorporación de CDM de diversas especies en algunos productos cárnicos, como Guerra *et al.* (1997b) y Lee *et al.* (1997), empleándose especies tradicionales en todos esos estudios.

Debido a que, según los trabajos previos ya señalados, la carne obtenida tanto manual como mecánicamente de codorniz, posee una composición química y características físicas que harían conveniente su incorporación a algunos productos cárnicos, y debido a la escasez de investigaciones

sobre el uso de la carne de esta especie, se realizó este trabajo en el que se obtuvo carne de codorniz deshuesada mecánicamente y se comparó con carne de pollo, elaborándose y caracterizándose tres productos cárnicos empleando la carne de codorniz bajo la forma de CDM.

II- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II.1. Generalidades sobre la codorniz

La codorniz pertenece al orden Galliformes, familia Phasianidae, subfamilia Perdicionidae (Pinto *et al.*, 2002). La codorniz europea, codorniz común o codorniz salvaje (*Coturnix coturnix coturnix*) se introdujo en Japón en el siglo XI donde se cruzó con especies salvajes dando lugar a la codorniz doméstica o codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) que es la más difundida a nivel mundial. Esta ave está caracterizada por su gran precocidad pues a los 35 días inicia la producción de huevos, y por su elevada productividad dado que su máximo potencial es de 450 huevos/año, explotándose tanto para la producción de carne como de huevos (Lucotte, 1990 y Lázaro *et al.*, 2005). A partir de los 21 días se puede distinguir fácilmente el sexo de los animales, pues el macho posee un color marrón rojizo en el cuello y la barbilla, mientras que en la hembra estas regiones son gris beige y moteadas en negro. La codorniz al nacer posee un peso promedio de 10 g, pero tiene un crecimiento muy rápido (35-45 días) alcanzando el macho 120 g y 150 g la hembra (Lucotte, 1990).

II.2. Características de la carne de codorniz

La carne de aves es una adecuada fuente de proteínas, y por su proporción relativamente escasa de sustancia colágena es muy digestible, por lo que se recomienda como alimento de enfermos y convalecientes (Grossklaus, 1979).

La carne de codorniz presenta un contenido proteico muy similar al de otras especies de consumo masivo en nuestro país, como el pollo y el bovino (Cuadro 1); su contenido graso es inferior al valor reportado para la carne de pollo y chuleta de cerdo. Una de las fuentes utilizadas en el Cuadro 1 es la Tabla de Composición de alimentos para uso práctico, que publica el Ministerio de Salud y Desarrollo Social a través del Instituto Nacional de Nutrición (MSDS, 1999), donde es oportuno señalar que no se incluye a la carne de codorniz.

Adicionalmente, ha sido demostrado que la carne de codorniz es una excelente fuente de vitamina B6, niacina y una buena fuente de tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, minerales y ácidos grasos esenciales (Hamm y Ang, 1982).

Cuadro 1. Composición química de la carne de diferentes partes comerciales de algunas especies animales según varios autores

Especie animal	Humedad (%)	Proteína % b.h.	Cenizas % b.h.	Grasa % b.h.	Fuente
Codorniz (pechuga-macho-42 días)	73	18,8	3,0	5,2	Yalcin <i>et al.</i> (1995)
Codorniz (muslo-macho-42 días)	72,5	18,5	2,9	6,1	Yalcin <i>et al.</i> (1995)
Codorniz (pechuga-macho-45 días)	72,97	22,9	1,47	2,66	Caron <i>et al.</i> (1990)
Codorniz (muslo-macho-45 días)	75,07	21,11	1,12	3,18	Caron <i>et al.</i> (1990)
Codorniz macho de 56-59 días (carne de pechuga y pierna)	74,63	22,2	1,29	1,33	Cori (2008a)
Pollo (muslo sin piel)	76,1	20,1	0,9	3,8	MSDS (1999) *
Pollo (pechuga sin piel)	74,7	23,1	1,0	1,2	MSDS (1999) *
Bovino (Pulpa negra)	75,4	21,6	1,1	1,9	MSDS (1999) *
Cerdo (Pernil magro)	74,5	21,4	1,1	3,8	MSDS (1999) *
Cerdo (Chuleta)	65	18,3	0,9	19,6	MSDS (1999) *
Merluza (Carne)	77,1	20,5	1,4	1,0	MSDS (1999) *

*MSDS : Ministerio de Salud y Desarrollo Social

Diversos investigadores han reportado la composición química de la carne de la codorniz japonesa, y los datos no siempre son coincidentes, ya que las características de la carne son afectadas por factores como la base genética (Pérez y Pérez, 1974; Caron *et al.*, 1990 y Remignon *et al.*, 1998), la nutrición (Pérez y Pérez, 1974 y Kirkpınar y Oguz, 1995), la temperatura ambiental y la densidad de cría (Pérez y Pérez, 1974), la porción corporal que se está considerando (Yalcin *et al.*, 1995), la manipulación que se le dé a las canales una vez obtenidas y el método de conservación utilizado (Pérez y Pérez, 1974). En relación al sexo de los animales, Caron *et al.* (1990) determinaron que no era un factor determinante en la composición química de la carne de codorniz, aunque Pérez y Pérez (1974) menciona que la carne del macho es menos jugosa y más rojiza que la de la hembra, mientras que Yalcin *et al.* (1995) concluyeron que la existencia o no de diferencias en la composición química entre la carne de aves de ambos sexos depende de la edad del animal y de la porción corporal considerada.

Con respecto a la edad del beneficio, estudios como los de Marks (1993) concluyen que hay cambios en la composición química del cuerpo de la codorniz durante su desarrollo, coincidiendo así con Yalcin *et al.* (1995) y Oliveira *et al.* (2006) quienes señalan cambios en la composición química de la carne de pechuga y del muslo de la codorniz con el incremento de la edad. Cori (2008a)

trabajando con codornices macho venezolanas, determinó que con la edad hay un aumento de las proporciones de materia seca, proteína, cenizas, capacidad de retención de agua y capacidad emulsificante hasta los 42-45 días, no habiendo diferencias entre estos valores y los obtenidos a los 56-59 días. Cori *et al.* (2009) determinaron que no había efecto de la edad en las proporciones de carne de pechuga, carne de pierna ni carne total de la canal, efectuándose el desposte manual, lo cual se observa en el Cuadro 2, además de evidenciarse que el rendimiento de la carne obtenida manualmente de la canal se encuentra alrededor del 39%.

En vista de lo poco práctico y complicado que resulta la separación manual de la carne de codorniz, por su pequeño tamaño y bajo rendimiento en carne, es necesario el planteamiento de alternativas para el aprovechamiento de la canal.

Cuadro 2. Efecto de la Edad en la proporción de diferentes componentes de la canal (g/100 g canal)

Tratamiento	Variables				
Edad (días)	Carne de pechuga (%)	Carne de piernas (%)	Piel (%)	Hueso (%)	Carne total (%)
28-31	23,5±1,1	15,2±1,6	10,2±1,0 b	49,9±2,1 a	38,7±1,9
42-45	24,0±1,1	15,4±0,4	11,4±2,2 ab	48,6±1,5 ab	39,8±1,3
56-59	24,3±0,8	15,9±0,6	12,2±1,9 a	47,7±2,6 b	39,9±1,2

-Los resultados corresponden a media ± desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey

Fuente: Cori *et al.* (2009)

A pesar de que en Venezuela el sacrificio de la codorniz se suele realizar en las granjas por decapitación o por degüello directo del animal, Cori (2008a) determinó que el aturdimiento eléctrico aplicado antes del degüello del ave permite la insensibilización al dolor, facilidades para el operador, y no afecta en general la composición química, el color ni la capacidad de retención de agua de la carne, aunque sí incrementa la capacidad emulsificante de ésta en comparación con el degüello sin el aturdimiento.

II.3. Uso de la carne de codorniz

Las principales formas de comercializar la carne de codorniz en Europa son la venta de animales íntegros sin eviscerar ni desplumar, canales evisceradas, canales evisceradas y peladas, canales despiezadas y deshuesadas, canales refrigeradas, canales congeladas mantenidas a temperaturas desde -15 hasta -40 °C y congeladas por baños de glicerina o nitrógeno líquido, canales sumergidas en grasa con una cocción previa, y canales enlatadas (Pérez y Pérez, 1974). En Venezuela la carne

de codorniz se suele comercializar como canales desplumadas, evisceradas, sin cabeza ni patas, las cuales se puede obtener en ciertas cadenas de supermercados en forma refrigerada o congelada, o bien directamente en algunas granjas (Cori, 2008a).

En relación a los productos procesados obtenidos a partir de la canal de la codorniz, la literatura consultada no señala muchas alternativas. Singh *et al.* (1982) desarrollaron un modo de presentación que consiste en cocinar la canal de codorniz y luego sumergirla en una solución acuosa a base de vinagre, sal, ajo y varias especias, teniendo una vida útil de 2 meses a temperatura ambiente, mientras que Singh y Panda (1985) determinaron que la codorniz asada podía tener una vida útil de 2 semanas a 4-6 °C y de 8 semanas a -18 °C. Lázaro *et al.* (2005) comentan que sería interesante ampliar la gama de productos atractivos para el consumidor con carne procesada procedente de animales más pesados y platos pre-cocinados.

Caron *et al.* (1990) determinaron que la composición química de la carne influye en las propiedades culinarias y características sensoriales de la pechuga de codorniz, ya que obtuvieron las mayores pérdidas de agua en las líneas de codornices con mayor proporción de grasa intramuscular y abdominal, y determinaron que las carnes con más proteínas y menos grasa presentaban, según la evaluación sensorial, menor terneza y jugosidad.

II.4. Carne Deshuesada Mecánicamente. Definición y origen

En todo proceso de deshuesado, después de la remoción de los cortes usuales de carne, hay todavía una cantidad de carne firmemente adherida a los huesos, por lo que la carne separada mecánicamente es un producto resultante de la separación mecánica de ese material adherido (Perlo *et al.*, 2003 y Trindade *et al.*, 2004). La Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007 establece que la Carne Deshuesada Mecánicamente (CDM) es la carne obtenida del deshuesado mecánico de partes de canales provenientes de porcino, aves u otras especies, aprobadas por la autoridad sanitaria competente, para ser utilizada en la elaboración de productos cárnicos. La obtención de CDM se inició, según Froning (1981), a finales de los años 50 y comienzos de los 60, cuando se incrementó notablemente la popularidad de los cortes obtenidos a partir de la canal de pollo, generándose por tanto una cantidad considerable de partes que podían someterse al deshuesado mecánico. La carne así obtenida ha sido exitosamente utilizada en la manufactura de salchichas, mortadelas y mezclas para sopas, entre otros productos.

Froning (1981) considera que el deshuesado mecánico ofrece una manera de obtener carne del pollo que de otra forma sería descartada, contribuyendo así a la oferta de alimentos, bien sea para consumo humano o animal. Este autor comenta que el deshuesado mecánico implica la molienda conjunta de la carne y el hueso, mezcla que luego es forzada a pasar a través de una barrera con espacio suficiente para que pase la carne, quedando el hueso atrás. Hay dos tipos básicos de equipos para el deshuesado mecánico: uno en el cual la carne es forzada a pasar desde el exterior hasta el interior de un cilindro perforado, dejando el residuo óseo en el exterior, y el otro diseño separa la carne del hueso forzándola a pasar desde el interior hacia el exterior de un cilindro perforado, dejando el residuo óseo en el interior. Froning (1981) presenta en la Figura 1 los procesos y productos obtenidos a partir de la canal del pollo.

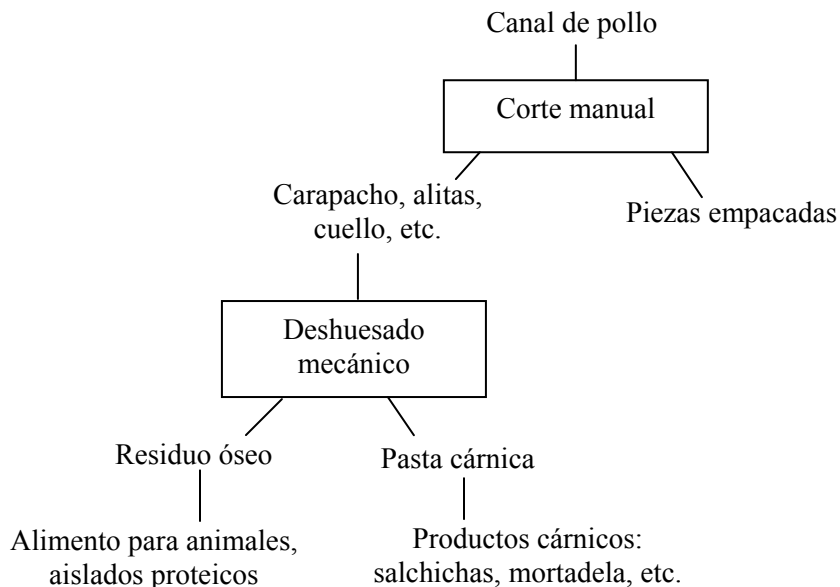


Figura 1. Procesos y productos obtenidos a partir de la canal del pollo
Fuente: Froning (1981)

Por otro lado, Stalik (1991) señala que existen tres tipos de sistemas para recuperar la carne de los huesos:

1-Tipo pistón, la cual puede producir dos calidades de carne, ya que al comienzo de la operación, con menos presión y menos calentamiento sale la primera parte de la carne con poca médula y poco calcio.

2-Separador continuo a base de un sinfín.

3-Continuo con cinta, que trabaja con presión más suave, y que es preferido para pescado y pollo.

II.5. Rendimiento y composición química de la CDM

Los rendimientos de CDM obtenidos de las diferentes porciones del pollo varían entre el 55 y el 70%, dependiendo de qué parte es deshuesada, obteniéndose un mayor rendimiento a partir de la canal completa en comparación con lo extraído del cuello o alas (Froning, 1981). El proceso de deshuesado mecánico del pollo influye en la composición química de la carne obtenida, puesto que cantidades considerables de lípidos y de compuestos hemo son liberados de la médula ósea y se incorporan a la carne obtenida. Estas fracciones provenientes del hueso diluyen la fracción proteica e incrementan la fracción lipídica en el tejido mecánicamente obtenido (Froning, 1981). Con respecto a la concentración de los pigmentos, Froning (1995) señala que el contenido de mioglobina de la CDM es similar al de la carne obtenida manualmente, pero el de hemoglobina es marcadamente superior en la CDM, coincidiendo así con lo reportado por Silberstein y Lillard (1978).

Froning (1981) hace referencia a varios trabajos de investigación donde se reporta la composición química de CDM de diversas fuentes, como lo son pollo, pavo o gallina de descarte, y también la parte del cuerpo del animal que es sometido al proceso de separación, observándose que la proporción proteica varía de 9,3 a 18,3%, la humedad de 60,1 a 76,7% y la grasa de 7,9 a 27,2%. La variabilidad observada la explica Froning (1981) con base a la edad del ave, relación carne: hueso, método de corte, presencia de piel y posible desnaturalización proteica.

En el trabajo de Grunden *et al.* (1972), se encontró que la composición química de la CDM variaba con la especie animal y con la edad, ya que reportan 22,5% de grasa para CDM de huesos de pavos de 52 semanas de edad y 12,7% de grasa para los de 24 semanas. Estos autores señalan 26,2% de grasa para CDM de canales de gallinas de descarte y 27,2% de grasa en huesos de espalda y cuello de pollo, y comentan que el mayor contenido de grasa en el caso del pollo se puede explicar debido a la presencia de mucha piel, y al hecho de que la gallina fue procesada con la canal entera, “diluyéndose” el gran contenido lipídico en la gran cantidad de carne de la misma. Por otra parte, estos autores encontraron que la luminosidad (L^*) de la CDM de pavo era menor a la de pollo y gallina.

Si la carne deshuesada mecánicamente de pollo va a reemplazar la carne separada manualmente en la elaboración de diversos productos, la calidad de la proteína debe ser mantenida (Froning, 1981).

En este sentido, Babji *et al.* (1980) reportan valores de la Relación de Eficiencia Proteica (PER, según siglas en inglés) de 2,44 para CDM de pollo, muy cercano al valor de 2,50 obtenido para caseína. Con base a esta y a otras evidencias, Froning (1981) concluye que la carne deshuesada mecánicamente obtenida a partir de pollo y de pescado puede ser usada en la elaboración de productos cárnicos sin sacrificar la calidad proteica.

Con respecto a las desventajas del uso de CDM, algunos grupos de consumidores han manifestado preocupación sobre la inclusión de fragmentos óseos en esta carne (Froning, 1981). En este sentido Froning (1979) encontró partículas de huesos de un promedio de 513 μm de diámetro, en carne deshuesada manualmente y de 233 μm de diámetro en CDM, lo cual confirma la no peligrosidad de las partículas óseas. Por otro lado, según Latham (2002) los niveles recomendados de consumo diario de calcio son 400-500 mg para adultos y 400-700 mg para niños, por lo que la reflexión de Trindade *et al.* (2004) es válida cuando comentan que para el caso de los adultos este requerimiento se lograría con 200 g de CDM que contenga 0,25% de calcio, por lo cual se consideraría nutricionalmente beneficioso, según éstos autores.

Froning (1981) señala que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos fijó como límite 1% para el contenido de hueso en CDM, y como el contenido de calcio ha sido usado generalmente como una medida del contenido de hueso presente, es común observar su determinación en algunos estudios, lo cual explica que la Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007 establezca como contenido máximo 0,5% de calcio en la carne deshuesada mecánicamente. Grunden y Mac Neil (1973) determinaron que la edad de beneficio de las aves incrementaba el contenido de calcio de la CDM obtenida, debido a mayores niveles de calcificación ósea.

Muchos otros minerales han sido estudiados por sus implicaciones en la salud del consumidor, siendo algunos de ellos el arsénico, flúor, cadmio, selenio, hierro, níquel, cobre y zinc. Murphy *et al.* (1979) señalan que ninguno de estos minerales presentaba riesgo para la CDM de pollo, aunque el contenido de flúor era alto en la CDM de aves viejas, lo cual implicaba algunas limitaciones, especialmente para la comida de bebés. Igualmente estos autores no recomiendan incluir los riñones de aves maduras, pues pueden incrementar el contenido de cadmio a un nivel indeseable. Al-Najdawi y Abdullah (2002) encontraron que el contenido de calcio, zinc y manganeso en la CDM de pollos enteros y en la de pollos sin piel fue superior a la carne manualmente obtenida de pollos

enteros y de pollos sin piel, pero en la carne obtenida de estos cuatro tratamientos no se observaron diferencias significativas entre los niveles de hierro, sodio, aluminio y magnesio.

Otro aspecto que hay que considerar con el uso de carne deshuesada mecánicamente, es que la presencia de alto contenido de grasa y de pigmentos hemo, sumado a la incorporación de oxígeno que experimenta el material durante el deshuesado mecánico, constituyen factores que favorecen las elevadas tasas de oxidación en este tipo de carne (McNeill *et al.*, 1988), siendo la mioglobina y la hemoglobina los principales catalizadores de oxidación lipídica en CDM (Lee *et al.*, 1975).

II.6. Normativa sobre el uso de la CDM

Según la Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007, la CDM debe cumplir con la legislación vigente correspondiente a las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos, además de los siguientes requisitos:

- a) Solo se permite la adición de partes de canales de porcinos, aves y otras especies, excepto cabeza, pezuña y patas.
- b) El color, olor y sabor deben ser los característicos del producto, que no denoten alteración del mismo.
- c) El tiempo máximo de durabilidad de CDM refrigerada es de 24 horas a una temperatura entre -2 y 4 °C; una vez transcurrido este tiempo no debe ser congelada ni utilizada.
- d) La temperatura de la CDM congelada no debe ser mayor a -18 °C, en bloques no mayores de 15 cm de espesor, siendo el tiempo de durabilidad de 3 meses bajo estas condiciones.
- e) El producto debe ser comercializado bajo condiciones de congelación.
- f) Requisitos químicos, presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Requisitos químicos que debe cumplir la CDM a nivel de planta y centros de distribución pertenecientes a la empresa según Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007

Características	CDM aves	CDM cerdo	Método de ensayo
Humedad (%) máx.	70	61	1120
Proteína (%) mín.	11	10	1218
Grasa (%) máx.	25	30	1219
Calcio (%) máx. (en base húmeda)	0,5	0,5	3856

- g) Criterios microbiológicos, presentados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Criterios microbiológicos de la CDM a nivel de planta y centros de distribución pertenecientes a la empresa según Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007

Requisitos	n	c	Límites		Método de ensayo
			m	M	
Aerobios mesófilos (ufc/g) (*)	5	3	1×10^6	1×10^7	902/3338
Escherichia coli (NMP/g) (*)	5	3	43,0	93,0	1104
Escherichia coli (ufc/g) (*)	5	3	50,0	1×10^2	3276
Escherichia coli 0157:H7 en 25 g (*) (Solo para CDM porcino y previo acuerdo entre las partes)	5	0	0	-----	Norma del BAM/FDA
Salmonella en 25 g (**)	5	0	0	-----	1291
Donde: n= Número de muestras del lote, c= Número de muestras defectuosas m= Límite mínimo o único, M= Límite máximo *Requisito microbiológico recomendado, **Requisito microbiológico obligatorio.					

La legislación Argentina, señala un contenido máximo de calcio de 0,235%, valor marcadamente inferior al indicado por la norma venezolana, e inclusive establece que de utilizarse CDM de aves en la elaboración de productos cárnicos, el total de la carne separada mecánicamente no superará el 20% de los componentes cárnicos de la formulación inicial del producto, además de que condiciona la incorporación de CDM de una especie como ingrediente a la inclusión en el producto de carne de esa especie (SENASA, Resolución 368/2003).

En Venezuela la proporción máxima en que puede ser incorporada la CDM a los productos cárnicos depende del producto en cuestión, pues se permite hasta 15% de CDM de aves en las mortadelas (Norma Venezolana COVENIN 1944:2005) al igual que en las salchichas cocidas (Norma Venezolana COVENIN 412:2005), mientras que los fiambres pueden contener hasta 50% de CDM de aves en productos elaborados solo con carne de aves y hasta un 15% de CDM de cerdo y/o de aves en productos diferentes a los elaborados solo con carne de aves (Norma Venezolana COVENIN 3124:2005).

II.7. Algunas propiedades de importancia de las materias primas en la elaboración de productos cárnicos

Las propiedades funcionales de las proteínas son aquellas propiedades fisicoquímicas que les permiten contribuir a que los alimentos exhiban características deseables (Fennema, 1993).

El mejor conocimiento de la funcionalidad de una proteína puede obtenerse cuando el constituyente proteico del sistema teórico a ensayar es una proteína única, purificada y de estructura natural

conocida; sin embargo, la mayor parte de los ingredientes proteicos disponibles para uso industrial son mezclas de proteínas que contienen apreciables cantidades de glúcidos, lípidos, sales minerales, polifenoles, etc. (Cheftel *et al.*, 1989).

Entre las propiedades funcionales de las proteínas que son de interés para la elaboración de productos cárnicos se encuentran la capacidad de retención de agua, la capacidad emulsificante y la capacidad de gelificación (Cheftel *et al.*, 1989). La capacidad de retención de agua es, según Forrest *et al.* (1979), la propiedad de la carne de retener su agua durante la aplicación de fuerzas externas, tales como cortes, calentamiento, trituración y prensado. Durante una aplicación de cualquiera de estos tratamientos hay una cierta pérdida de humedad, debido a que una parte del agua presente se encuentra de forma libre (Forrest *et al.*, 1979). Otros autores como López De Torre *et al.* (2001) definen la capacidad de retención de agua de las proteínas cárnicas como la propiedad para retener el agua tanto propia como añadida, cuando se somete a un proceso de elaboración.

El aumento de la retención de agua (especialmente durante la cocción) de las proteínas miofibrilares en presencia de cloruro de sodio (3 a 8%, 0,5 a 1,5 M) puede explicarse por la fijación de iones y la apertura de la red proteica. También son eficaces los polifosfatos de sodio con una concentración alrededor de 0,3%, sobre todo cuando van asociados con el cloruro sódico (Cheftel *et al.*, 1989).

Esta propiedad funcional es especialmente importante para el procesador de los alimentos, ya que la industria cárnica está siempre en la búsqueda de materias primas que le proporcionen una alta capacidad de retención de humedad a los productos elaborados, con el fin de garantizar al consumidor la textura adecuada y la obtención de los rendimientos esperados (Barbut, 1993).

La capacidad emulsificante es definida según Cheftel y Cuq (1993) como el volumen de aceite que puede ser emulsificado por cada gramo de proteína antes de que se produzca la inversión de fases.

La carne de codorniz y la de pollo tienen mejor capacidad emulsificante que la de perdiz y la de pavo, y la carne de codorniz presenta la mayor capacidad de retención de agua *postrigor* al compararse con la de pollo, perdiz y pavo (Karakaya *et al.*, 2004). Por otro lado, Karakaya *et al.* (2006) determinaron algunas propiedades funcionales en carne de otras especies, reportándose valores de capacidad de retención de agua para la carne en *postrigor* de 45,8% (cabra), 19,8% (bovino) y 22,9% (conejo), siendo para la capacidad emulsificante los respectivos valores de 135, 110 y 125 mL de aceite/g proteína.

Al evaluar el efecto de la edad de beneficio de codornices (28-31, 42-45 y 56-59 días) macho en algunas características de la carne, Cori (2008a) determinó que la carne de codorniz tiende a incrementar la capacidad de retención de agua y la capacidad emulsificante hasta los 42-45 días, edad a la que presentó 124,6 mL solución 0,6 M de NaCl/100 g carne para la primera propiedad señalada y 607,4 g aceite/g proteína para la segunda.

Se denomina gelificación al fenómeno mediante el cual moléculas desnaturalizadas se agregan para formar una red proteica ordenada (Cheftel *et al.*, 1989).

La textura, después de la cocción, de muchos tipos de productos cárnicos picados y reestructurados, depende de la formación de un gel proteico termoestable. Las proteínas miofibrilares se solubilizan parcialmente durante el picado en presencia de cloruro de sodio, formándose un gel espeso que se estabiliza por calentamiento para formar una red estructural gelatinosa de proteínas, que imparte estructura al agua atrapada (Varnam y Sutherland, 1998).

Para determinar la capacidad de gelificación, frecuentemente se mide la cantidad de agua englobada en el gel durante su formación, o bien la pérdida de agua que surge cuando se somete el gel a una compresión o centrifugación moderada, siendo importante en este caso no romper la red proteica. Para determinar las principales características físicas de los geles pueden utilizarse diversos métodos, obteniéndose por ejemplo el módulo de elasticidad, el umbral de deslizamiento, el tiempo de relajación o incluso el coeficiente aparente de viscosidad. No obstante, frecuentemente se prefiere hacer pruebas empíricas de penetración o de compresión para valorar la firmeza, resistencia a la rotura o la adhesión del gel. Los resultados dependen de los instrumentos y condiciones de medida (Cheftel *et al.*, 1989).

Con respecto a la propiedades funcionales anteriormente señaladas, Webb *et al.* (1976) encontraron que no había diferencias entre carne separada mecánicamente y carne separada manualmente de pescado en cuanto a la capacidad emulsificante y la estabilidad durante la cocción. Por otro lado, McMahon y Dawson (1976) trabajando con canales de pavo, señalan que la capacidad emulsificante es superior en la carne deshuesada manualmente mientras que la capacidad de retención de agua es mayor en la carne deshuesada mecánicamente.

Además de las propiedades funcionales de un ingrediente cárnico, es importante considerar el color del mismo. Al comparar la carne de codorniz con la de otras especies, Cori (2008a) señala que la

carne de codorniz es más oscura (L^* : 39,57-42-60) que la carne de otras aves consumidas tradicionalmente en nuestro país así como en muchos otros, tal y como lo demuestran los valores de L^* de Lambooj *et al.* (1999) de 58,84, Mc Neal *et al.* (2003) de 49,8, a los que se pueden sumar otros como el de Bianchi *et al.* (2006) de 52,63 para la pechuga de pollo entre 3 y 6 horas *postmortem*, el de Sante *et al.* (2000) de 51,4 para pechugas de pavo 24 horas *postmortem*, el de Rathgeber *et al.* (1999) de 52,01 para la pechuga de pavo molida a más de 36 horas *postmortem*, e inclusive el de Qiao *et al.* (2002) de 57,83 para pechugas oscuras de pollo evaluadas el mismo día del beneficio. Si además de este aspecto consideramos el grado de color rojo de la carne de codorniz obtenida por Cori (2008a) (a^* : 6,27-6,72), es evidente que dicha carne es más roja que la de otros trabajos como la de Bianchi *et al.* (2006) con un valor de a^* de 3,19, que la de McNeal *et al.* (2003) con 2,4, que la de Qiao *et al.* (2002) con 5,01 y que la de Sante *et al.* (2000) de 5,4, referidos todos a pechuga de pollo menos el último que se basó en la pechuga de pavo. El color característico de la carne de codorniz pudiera conducir a su consideración como un ingrediente adicional en la elaboración de productos cárnicos basados principalmente en la carne de pollo o pavo, como una forma de darles un color más oscuro y rojo de una manera más natural, y destinados a un consumidor al cual le desagrada el color claro (pálido) de los productos característicos del pollo.

II.8. Nuggets

La palabra “nugget” viene del idioma inglés y según Microsoft Encarta (2007) es una pieza pequeña de comida, usualmente recubierta de partículas de pan, que son freídas o son horneadas.

Bonato *et al.* (2006a) define los nuggets como productos de pollo que consisten en bocadillos elaborados sobre la base de carne de pollo que comercialmente se conservan a temperaturas de congelación por períodos no mayores a 6 meses, y según Bonato *et al.* (2006b) debido a la disminución del tiempo destinado en el hogar a la preparación de comidas, se ha observado un aumento en el consumo de alimentos preparados o semilistos, entre los cuales se encuentran los nuggets de pollo.

En Venezuela no existe actualmente normativa sobre las características que deben cumplir los nuggets que se ofrecen en el mercado, al igual que en Argentina, sin embargo en este último país se puede deducir a partir de la legislación vigente, que de elaborarse nuggets éstos no podrán presentar carne separada mecánicamente en una proporción superior al 20% de los componentes cárnicos de la formulación inicial del producto (SENASA, Resolución 368/2003).

Por su parte, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos establece varias características para los nuggets cocidos, entre las que se destacan que no podrán contener carne mecánicamente separada, que a menos que se indique otra cosa el tiempo máximo de almacenamiento en congelación (-17,8 °C) es de 180 días, y que desde el punto de vista microbiológico deberá ser Salmonella negativo y el conteo de aerobios mesófilos deberá ser menor a 5×10^4 ufc/g (USDA, 2001).

La FAO (2005) a través de la Comisión del Codex Alimentarius señala una serie de prácticas a ser seguidas cuando se elaboran productos de rápido congelamiento como los nuggets de pollo, que implican entre otras el seguimiento de los siguientes pasos: recepción de la materia prima cárnica y no cárnica, almacenamiento de todos los ingredientes, elaboración de la mezcla líquida para el rebozado, mezcla de la carne con otros ingredientes, formado de los nuggets, rebozado o aplicación de mezcla líquida a los nuggets, empanado, procesamiento térmico, enfriamiento, empaque, detección de metales, colocación en cajas de distribución, congelación, almacenamiento congelado, transporte y venta. Por su parte, Lerena (2001) comenta que los productos empanados son frecuentemente de origen animal, y son generados al haber sido inmersos o expuestos mediante aspersión a una solución adherente que permite fijar a la superficie harina de trigo y sal u otros elementos similares, y que a la par de las bondades gastronómicas protege del aire y del calor el contenido y facilita su posterior cocción y congelación. En cuanto a la función del empanado, además de ofrecer un producto gastronómico, es actuar como recubrimiento contenedor de materias primas, que por su condición son blandas y deformables.

Los pasos básicos para la elaboración de productos como los nuggets según Lerena (2001) son: el corte, desmenuzado o fileteado de las piezas frescas o congeladas, la mezcla u homogeneizado, el formado, rebozado, empanado, y conforme se solicite comercialmente el pre-fritado del producto y su inmediata congelación y envasado. Cuando se trata de materias primas congeladas lo ideal es atemperar las carnes a temperaturas entre 0,5 y -3 °C, lo cual reduce la producción de exudados y facilita los procesos de desmenuzado y formado, debiendo realizarse estos procesos lo más rápidamente posible para minimizar los riesgos de contaminación y deterioro.

Madrid *et al.* (1999) señalan que el rebozado es una mezcla líquida de mayor o menor viscosidad, compuesta de diversos ingredientes (harinas, huevos, sal, levaduras, agua, etc.) que se utilizan para

recubrir los productos, ayudando a mejorar su presentación y sabor haciendo el mismo más atractivo para el cliente, además de proteger al producto contra pérdidas de humedad durante el proceso de congelación, y ayudar a la mejor adherencia del empanado. Estos autores clasifican a los rebozados de la siguiente manera:

1-Rebozado simple, cuando solo se aplica una capa de la mezcla de rebozado antes del empanado. Previamente se puede haber dado una capa de harina.

2-Rebozado doble, cuando son dos las capas aplicadas antes del empanado.

3-Rebozado triple, cuando después del enharinado previo, se procede a dar un rebozado ligero, un empanado y un rebozado espeso.

Señala Lerena (2001) que los productos empanados son generalmente pre-fritos para estabilizarlos, para desarrollar su color, reducir el contenido de humedad, absorber el aceite y facilitar el calentamiento posterior por parte del consumidor. Dicha pre-cocción en aceite suele hacerse a temperaturas que oscilan entre 175 y 190 °C durante 35 a 40 segundos. Madrid *et al.* (1999) coinciden con estos planteamientos al explicar que los productos empanados se prefrieron antes de ser enfriados, congelados y envasados, durante unos 20 a 40 segundos en aceite a 170-195 °C con el objeto de darles color y sabor, consiguiendo además la correcta fijación del rebozado y/o empanado. Estos productos prefritos se congelan posteriormente y para su consumo es necesario freirlos unos minutos en aceite a 170-195 °C.

Guerra *et al.* (1997a) elaboraron nuggets a partir de tres fórmulas: la primera con 100% de carne deshuesada manualmente, la segunda con 50% de carne deshuesada manualmente y 50% de CDM, y la tercera con 100% de CDM. En la primera fórmula se utilizó adicionalmente un aislado proteico de soya, mientras que en las otras dos se empleó proteína de soya texturizada y albúmina de huevo. La segunda formulación de nuggets produjo una evaluación sensorial muy buena, mientras que en la tercera se produjeron cambios de textura y sensoriales; no obstante fueron evaluados como “buenos” por el panel.

Bonato *et al.* (2006b) compararon algunas características de nuggets de pollo, formulados con distintos porcentajes de CDM lavada, en reemplazo de carne de ave manualmente deshuesada. Para la elaboración de los nuggets la carne de pechuga se separó de la canal, se cortó con picadora de

disco y cuchillo empleando un disco de 5 mm, se incorporaron los demás ingredientes y aditivos, se extendió la mezcla en una bandeja hasta obtener una lámina de 1 cm de espesor, se congeló, se efectuó el formado con un molde de 3 cm de diámetro ($10,9\pm 0,3$ g), pasando luego al rebozado usando harina, huevos batidos y pan rallado, y posteriormente se llevó a cocción utilizando aceite a $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ (hasta temperatura interna de $71\text{ }^{\circ}\text{C}$), para finalmente congelar los nuggets a $-22\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y empacarlos. La CDM utilizada fue lavada 3 veces con una solución de NaCl antes de su incorporación, reemplazando a la carne manualmente obtenida en los siguientes porcentajes: 0, 10, 20, 30 y 40%. El pH de los nuggets crudos se incrementó con el aumento de la CDM incorporada, observándose diferencias significativas ($P<0,05$) entre todos los tratamientos; el pH de los nuggets cocidos también aumentó con la proporción de CDM de reemplazo, observándose solo diferencias con el 40% de CDM. Con la fritura disminuyó el contenido de humedad de los nuggets, pero se observó que a mayores porcentajes de sustitución era menor la diferencia entre los contenidos de humedad de los nuggets crudo y cocido. Con el aumento de la proporción de CDM se incrementó el contenido de grasa de los nuggets cocidos y disminuyó la proporción proteica. A partir de estos resultados y de la evaluación de la textura efectuada a los nuggets elaborados, Bonato *et al.* (2006b) concluyeron que es factible reemplazar hasta en un 40% la carne manualmente obtenida por CDM en la formulación de nuggets de pollo, obteniéndose un producto con características de textura mejoradas.

Por otro lado, Bonato *et al.* (2006a) evaluaron el efecto de la sustitución de 20% de la carne manualmente obtenida por CDM lavada de pollo, al elaborar nuggets de dicha especie, encontrando que la incorporación de la carne deshuesada mecánicamente no afectó la sanidad del producto, según los análisis microbiológicos efectuados.

Es necesario señalar que la oxidación lipídica genera productos que pueden afectar la calidad del alimento, influyendo en el color, olor, sabor, textura, valor nutritivo y seguridad del alimento (Fernández *et al.*, 1997). Entre los métodos para determinar el grado de oxidación lipídica de los alimentos se encuentra el Método del ácido tiobarbitúrico (TBA), basado en la reacción de dos moléculas de TBA con una de dialdehído malónico (producto secundario de las reacciones de oxidación), en la que se produce un compuesto de color rojo que se mide a 530 nm (Badui, 2006). Se ha encontrado una alta correlación entre los valores de TBA y la evaluación sensorial en la

determinación de rancidez en carne de pollo, lo cual resalta la importancia de este método de determinación.

Bonato *et al.* (2006a) también evaluaron los valores de TBARS (mg de malonaldehído/kg muestra) en nuggets totalmente cocidos, sin (0%) y con CDM de pollo (20% de sustitución de la carne) empacados con aire (sin vacío) durante seis meses conservados en congelación, encontrando en todos los tiempos evaluados una tendencia a un mayor índice de oxidación lipídica en los nuggets con CDM, tendencia que solo fue estadísticamente significativa en el primer mes de la fabricación.

II.9. Productos cárnicos emulsionados

Se denomina emulsión a la dispersión de un líquido en gotitas (fase dispersa) en otro líquido en el cual es inmiscible (fase continua) por agitación mecánica (Forrest *et al.*, 1979 y Powrie y Tung, 1985). El tamaño de las gotitas de la fase dispersa varía entre los 0,1 y 5 μm de diámetro (Forrest *et al.*, 1979), aunque autores como Powrie y Tung (1985) señalan que el rango es de 0,1 a 10 μm .

Las emulsiones cárnicas constituyen un sistema de dos fases, donde la fase dispersa está formada por partículas de grasa sólida o líquida y la continua por agua que contiene disueltas sales y proteínas, clasificándose por ello como emulsiones de aceite en agua. Muchas de las partículas de grasa de las emulsiones cárnicas comerciales tienen un diámetro superior a 5 μm , no ajustándose por tanto a una de las exigencias de las emulsiones “clásicas” (Forrest *et al.* 1979), sin embargo, a pesar de no tratarse de verdaderas emulsiones, a los productos generados a partir de carne finamente picada, grasa, sales de cura y especias se les conoce en la literatura técnica y científica como productos cárnicos emulsionados o tipo emulsión.

Las emulsiones son generalmente inestables, salvo que posean otro compuesto como agente emulsificante o estabilizante. Cuando la grasa contacta con el agua existe una gran tensión interfacial entre ambas fases. Los agentes emulsificantes actúan reduciendo la tensión de esta interfase y permitiendo, por lo tanto, la formación de una emulsión. Una característica que distingue a los agentes emulsificantes es que sus moléculas tienen afinidad tanto por el agua como por la grasa. Las porciones hidrofílicas de tales moléculas tienen afinidad por el agua, mientras que las hidrofóbicas tienen más afinidad por la grasa (Forrest *et al.*, 1979). Esta información es necesaria tenerla en

cuenta para la más fácil comprensión del proceso de elaboración de productos cárnicos emulsionados y cocinados, que se explicará más adelante.

Dentro de los productos tipo emulsión se encuentran las salchichas (Varnam y Sutherland, 1998), y según la Norma Venezolana COVENIN 0412-2005 la salchicha cocida de aves es definida como el producto elaborado a base de carne de aves picadas y/o molidas, adicionado de especias y condimentos, curado, cocido, ahumado o no e introducido en tripas naturales o artificiales, envasado o no en medio líquido. El producto puede contener o no: carne deshuesada mecánicamente (CDM) de aves (hasta un máximo de 15%), vísceras comestibles de aves, grasa de aves y piel de aves, productos proteínicos y/o carbohidratos complejos, y además debe cumplir con los Requisitos químicos y microbiológicos que se presentan en los Cuadros 5 y 6, respectivamente.

Cuadro 5. Requisitos químicos de la salchicha cocida según Norma Venezolana COVENIN 0412-2005

Características	Límite			Método de ensayo
	Superior	Estándar	Económica	
Humedad+grasa % (p/p) máx.	87	87	87	1120
Grasa % (p/p) máx.	30	30	30	1219
Proteína % (p/p) mín.	14	13	12	1218
Almidón % (p/p) máx.	Trazas	5	8	1150
Fosfatos de sodio y/o potasio expresados como P ₂ O ₅	10000	10000	10000	2474
Nitritos de sodio y/o potasio (mg/kg) máx.	180	180	180	1221

Cuadro 6. Criterios microbiológicos de la salchicha cocida según Norma Venezolana COVENIN 0412:2005

Requisito	n	c	Límite		Método
			M	M	
Aerobios mesófilos (ufc/g)*	5	2	1x10 ⁴	1x10 ⁵	902
Coliformes (NMP/g) * 1	5	2	9,0	93,0	1104
Coliformes (ufc/g) * 2	5	2	10	1x10 ²	3276
Coliformes fecales (NMP/g) *	5	2	<3***	9	1104
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g) *	5	0	<10	-	3276
Levaduras (ufc/g) *	5	2	1x10 ³	1x10 ⁴	1337
Mohos (ufc/g) *	5	2	1x10 ²	1x10 ³	1337
<i>Listeria monocitogenes</i> en 25 g **	5	0	0	-	3718
<i>Salmonella</i> en 25 g **	5	0	0	-	1291
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g) **	5	2	1x10 ²	1x10 ³	1292

Donde: n= Número de muestras del lote, c= Número de muestras defectuosas, m= Límite mínimo o único
M= Límite máximo, *Requisito microbiológico recomendado, **Requisito microbiológico obligatorio.
***Significa ningún tubo positivo según la técnica del número más probable, serie de tres (3) tubos.
1 Si se utiliza el método del Número más Probable, se determina Coliformes y Coliformes Fecales.
2 Si se utiliza en método en placas, se determina Coliformes y *Escherichia coli*

En la elaboración de productos cárnicos emulsionados y cocinados hay cuatro pasos secuenciales que permitirán el desarrollo de la textura característica de este tipo de productos:

1- Extracción de las proteínas.

La reducción de tamaño o rompimiento de tejido y células tiene como objetivo liberar a las proteínas musculares. Esto se lleva a cabo moliendo la carne con cedazos pequeños y posteriormente en la mezcladora o cutter. Idealmente durante el proceso de picado o molido todas las células musculares necesitan ser abiertas para solubilizar a las proteínas miofibrilares en presencia de suficiente agua, y de las cantidades óptimas de sal y fosfatos. Mientras más fino sea el molido, mayor será la cantidad de proteína extraída (Totosaus y Guerrero, 2006).

2- Hidratación y activación de las proteínas.

Este paso se lleva a cabo mediante sal (NaCl) añadida a la formulación junto con nitrito de sodio, fosfatos y una parte de hielo. La agitación mecánica termina de romper el tejido, efectúa la mezcla y solubiliza a las proteínas activándolas mediante las cargas de los iones de la sal. El proceso de hidratación para activar las proteínas altera su estructura para formar una red que atraparé la grasa (Totosaus y Guerrero, 2006).

3- Formación de la emulsión o matriz proteica.

La grasa es añadida a la pasta en la mezcladora o cutter en combinación con otros ingredientes y un tercio de agua para controlar la temperatura, la cual debe estar entre 8 y 12 °C (Totosaus y Guerrero, 2006). Con temperaturas muy altas durante el procesamiento mecánico pueden originarse fuertes calentamientos de la masa, con perjuicio para la fijación del agua y la grasa (Frey, 1983). La agitación mecánica dispersa los glóbulos de grasa que son atrapados en la suspensión de proteína cárnica. Las proteínas miofibrilares, ahora solubles, atrapan a los glóbulos de grasa y forman una película alrededor de ellos haciendo estable la mezcla y formando la emulsión. El principal papel de las interacciones proteína-lípido en los sistemas cárnicos emulsionados se refiere a las propiedades biofísicas de la membrana proteica que rodea las partículas de grasa. La formación de una membrana proteica interfacial (MPI) se considera como el mecanismo responsable de la supresión de la coalescencia de la grasa durante el proceso térmico. La fuerza mecánica de la MPI y su resistencia a fuerzas externas son consecuencia de un arreglo molecular al nivel donde las moléculas de proteína se orientan a sí mismas en la interfase de las dos fases inmiscibles, agua y grasa. Esta orientación ocurre de tal manera que una membrana multimolecular es formada, donde las partes hidrofóbicas de la proteína son atraídas hacia la fase lipídica y las partes hidrofílicas hacia la fase acuosa (Totosaus y Guerrero, 2006).

4- Gelificación por calor de la matriz proteica.

Una vez añadida la grasa se incorporan y homogeneizan el resto de los ingredientes de acuerdo con la formulación utilizada (edulcorantes, proteínas no cárnicas, etc.) y el resto del hielo. La pasta final es colocada en una embutidora, la cual introduce la mezcla en una funda o tripa, natural o sintética y es sometida al tratamiento térmico para generar la forma final del producto. La cocción convierte la pasta enclaustrada físicamente por la funda a un estado de “gel”, específicamente un gel semisólido compuesto por una red de agua/proteína/sal, tejido conectivo e ingredientes no cárnicos, red que atrapa glóbulos de grasa grandes y pequeños. Otros componentes además de las proteínas musculares, tales como proteínas no cárnicas, carbohidratos y lípidos, contribuyen a la textura y a las propiedades de retención de agua de las pastas cárnicas (Totosaus y Guerrero, 2006). Además de la generación del entramado estable que le da consistencia al embutido, Frey (1983) señala que con el calentamiento se destruyen los gérmenes a objeto de evitar o retrasar la descomposición de las piezas durante el almacenamiento, y se completa el enrojecimiento del producto constituyéndose así el color estable de la carne.

Se puede observar entonces que esta serie de pasos que ocurren en la materia prima que se está trabajando involucran a dos procesos fundamentales: un Tratamiento Mecánico de los ingredientes y aditivos, donde se extraen, hidratan y activan las proteínas, y un Tratamiento Térmico donde se forma el gel termoestable.

Para la obtención de productos tipo emulsión elaborados con carne de aves, Nardin *et al.* (1999) sometieron a la carne molida a un proceso de corte y mezcla en un “cutter”, añadiendo hielo, y los ingredientes y aditivos hasta la obtención de una emulsión, la cual fue transferida a moldes de aluminio para ser ahumadas y pasteurizadas (hasta temperatura interna de 71 °C) y ser empacadas en polietileno a bajas temperaturas.

Por otro lado, se han realizado investigaciones con la finalidad de mejorar algunas propiedades funcionales de las salchichas, aumentar o disminuir la proporción de algunos de sus componentes o de ofrecer alternativas diferentes al consumidor. Tal es el caso de García *et al.* (2005), quienes elaboraron dos formulaciones de salchichas mezclando carne de res y de atún en una proporción 1:1 (Formulación 1) y 1:5 (Formulación 2), respectivamente, con la finalidad de evaluar las

características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y vida útil de los productos resultantes. En este trabajo se encontró que las salchichas obtenidas tuvieron un contenido porcentual de humedad de 68,40 y 68,56, proteína de 15,55 y 15,53, grasa de 5,70 y 4,60, y cenizas de 4,56 y 4,50, para las Formulaciones 1 y 2, respectivamente, observándose diferencias significativas ($P < 0,05$) solo en el contenido de grasa. Ambas fórmulas presentaron aceptable calidad microbiológica siendo el conteo de aerobios mesófilos < 10 UFC/g; coliformes totales < 3 NMP/g; coliformes fecales < 3 NMP/g; mohos y levaduras < 10 UFC/g; *S. aureus* $< 1 \times 10^2$ UFC/g y *Salmonella* spp. ausente en 25 g. Durante el almacenamiento se mantuvo la calidad microbiológica, el pH no varió de manera significativa y el conteo de aerobios mesófilos se mantuvo por debajo de los valores exigidos por las normas COVENIN. Los autores concluyeron además que la Formulación 1 obtuvo mayor aceptación en cuanto a color, olor y sabor.

Debido al gran interés en la industria cárnica por desarrollar emulsiones cárnicas bajas en grasas sin afectar los atributos de textura, así como los organolépticos del producto final, Leyva-Mayorga *et al.* (2002) elaboraron emulsiones cárnicas adicionando dos niveles de grasa (10 y 20%), y tres niveles de surimi liofilizado de *Tilapia nilotica* (0, 1,5 y 3%), observando que la sustitución de grasa por agua disminuyó la dureza, masticabilidad y capacidad de retención de agua de las salchichas bajas en grasa, con un descenso en los valores de L^* , a^* y b^* . La incorporación de surimi liofilizado permitió revertir los cambios inducidos por la incorporación de agua en las propiedades mecánicas. Los resultados obtenidos indican que es posible emplear surimi liofilizado como aditivo funcional en emulsiones cárnicas con bajo contenido de grasa.

Al investigar el efecto de la incorporación de 15% de CDM de pavo en salchichas, Froning *et al.* (1971) determinaron que las evaluaciones sensoriales aplicadas, así como los valores de Ácido Tiobarbitúrico, indicaron que las salchichas con dicha proporción de CDM eran comparables, en cuanto a la estabilidad del sabor, a salchichas sin la adición de la misma, siempre y cuando se utilizara CDM de pavo recientemente obtenida.

Stalik (1991) comenta que algunas investigaciones sobre el efecto de la incorporación de CDM de porcino y bovino en embutidos, han dado como resultado que con respecto a la CDM de cerdo, el color y el olor se mantengan inalterados hasta una incorporación del 10% de CDM, siendo el límite para el sabor de 7,5%, y para la consistencia de 2,5%. Con respecto a la CDM de bovino los límites

para color, sabor y consistencia son de un 2,5% y para el olor del 5%. Por su parte, Trindade *et al.* (2004) señalan que en general no son percibidas diferencias en cuanto a sabor y olor en salchichas elaboradas hasta con un 20% de CDM de gallina, siendo en algunos casos inclusive de mayor aceptación por resultar más suaves y jugosas; sin embargo, estos autores afirman que con el almacenamiento se observan más rápidamente cambios desfavorables en el sabor y olor en las salchichas con CDM en la formulación que en las que no la tienen, cambios que han sido atribuidos a sustancias provenientes de la médula ósea.

II.10. Fiambres

Según la Norma Venezolana COVENIN 3124:2005, se denomina Fiambre al producto elaborado a base de carnes de porcino y/o bovino y/o aves, picadas y/o molidas, adicionado de especias y condimentos, curado, cocido, ahumado o no y envasado. El producto puede contener o no: carne deshuesada mecánicamente (CDM), productos proteínicos y/o carbohidratos complejos. La referida Norma establece que los ingredientes y aditivos utilizados en la elaboración del producto, deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Venezolanas y en las disposiciones sanitarias correspondientes. Entre los ingredientes se pueden mencionar los siguientes:

- b- Carne de porcino, de bovino y de aves obtenida manualmente.
- c- Carne deshuesada mecánicamente (CDM) de porcino y de aves.
- d- Hasta un 50% de CDM de aves, en productos elaborados solo con carnes de aves; en estos productos no se permite el uso de CDM de porcino.
- e- Hasta un 15% de CDM de porcino y/o de aves, en los productos diferentes a los elaborados solo con carne de aves.
- f- Carbohidratos complejos, tales como: harinas, almidones y féculas de cereales y/o tubérculos.
- g- Productos proteínicos, tales como: leche entera en polvo, descremada o semidescremada, suero de leche en polvo, caseinatos, albúmina y productos proteínicos vegetales para consumo humano. Se permite la adición de hasta un 4% de proteínas provenientes de estos productos.

Entre los aditivos permitidos por dicha Norma, se encuentran:

- a- Ácido eritórbito y su sal sódica: añadir hasta 500 mg/kg.
- b- Nitrito de sodio y/o potasio: hasta 120 mg/kg como contenido residual en el producto terminado.

c- Sales del ácido glutámico: hasta 10 g/kg como contenido residual en el producto terminado.

Dentro de los requisitos que debe cumplir el fiambre, según la Norma Venezolana COVENIN 3124:2005 se encuentran los Requisitos químicos, los cuales se presentan en el Cuadro 7, y los Criterios microbiológicos en el Cuadro 8.

Asimismo, dicha norma establece que el producto debe denominarse Fiambre seguido de la especie usada, señalando que cuando se empleen dos especies, se debe indicar primero la que esté en mayor proporción. La denominación de Fiambre de Carnes queda establecida para los productos elaborados con mezclas de carnes de diferentes especies y la denominación Fiambre de Aves cuando el producto sea elaborado con mezclas de carnes de aves únicamente. Ejemplos: Fiambre de Cerdo, Fiambre de Pollo, Fiambre de Cerdo y Res, Fiambre de Pollo y Pavo.

Cuadro 7. Requisitos químicos del fiambre según Norma Venezolana COVENIN 3124:2005

Características	Límite	Método de Ensayo Norma Venezolana
Proteínas (%) (p/p) mín.	11	1218
Grasa (%) (p/p) máx.	12	1219
Fosfatos de sodio y/o potasio expresados como P ₂ O ₅ (mg/kg) máx.	10000	2474
Nitrito expresado como nitrito de sodio (mg/kg) máx.	120	1221
Almidón (%) (p/p) máx.	7	1150

Cuadro 8. Criterios microbiológicos del fiambre según Norma Venezolana COVENIN 3124:2005

Requisito	n	c	Límite		Método
			M	M	
Aerobios mesófilos (ufc/g)*	5	2	1x10 ⁴	1x10 ⁵	902
Coliformes (NMP/g) * 1	5	2	9,0	93,0	1104
Coliformes (ufc/g) * 2	5	2	10	1x10 ²	3276
Coliformes fecales (NMP/g) *	5	2	<3***	9	1104
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g) *	5	0	<10	-	3276
Levaduras (ufc/g) *	5	2	1x10 ³	1x10 ⁴	1337
Mohos (ufc/g) *	5	2	1x10 ²	1x10 ³	1337
<i>Listeria monocitogenes</i> en 25 g **	5	0	0	-	3718
<i>Salmonella</i> en 25 g **	5	0	0	-	1291
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g) **	5	2	1x10 ²	1x10 ³	1292

Donde: n= Número de muestras del lote, c= Número de muestras defectuosas, m= Límite mínimo o único
M= Límite máximo, *Requisito microbiológico recomendado, **Requisito microbiológico obligatorio.
***Significa ningún tubo positivo según la técnica del número más probable, serie de tres (3) tubos.
1 Si se utiliza el método del Número más Probable, se determina Coliformes y Coliformes Fecales.
2 Si se utiliza en método en placas, se determina Coliformes y *Escherichia coli*

Para la elaboración de fiambres de pollo, Graner (1992) cortó en pequeños pedazos la carne que utilizaría, añadió los ingredientes y aditivos, efectuando luego una mezcla durante varias horas para

molerla posteriormente, colocar la mezcla en moldes de aluminio y someterlos a ahumado y cocción hasta que la temperatura interna llegara a 71 °C para ser luego empacados en polietileno y almacenados a bajas temperaturas.

Guerra *et al.* (1997b) elaboraron jamón cocido empleando carne de ave recuperada mecánicamente como sustituto de carne de cerdo, encontrando que los atributos sensoriales para todos los tratamientos recibieron calificaciones entre bueno y muy bueno, lo que demuestra que las variaciones realizadas no afectan la calidad de los productos. Estos autores concluyeron que se podía obtener un jamón cocido con un rendimiento de 100% y de buena calidad empleando 15% de carne de ave recuperada mecánicamente como sustituto de carne de cerdo.

La patente desarrollada por Yaiko (1993) consiste en usar carne separada manual o mecánicamente de cualquier especie avícola, entendiéndose en este caso que la carne obtenida de forma mecánica es la procedente de canales a las cuales se les ha extraído previamente carne de forma manual. La carne es mezclada con sal, fosfatos, proteína de soya, etc., luego se somete a cocción obteniéndose así un gel que se muele y luego se enfría. Ese material es uno de los ingredientes que se puede usar para elaborar salsas para pasta, salsas para pizza, etc. Esta sería una forma de usar la carne deshuesada mecánicamente, a través de varios pasos, para diversos productos alimenticios.

Uebersax *et al.* (1978) sustituyeron parcialmente carne de pechuga de pavo por CDM de dicha ave en 0, 10, 20 y 30% en la elaboración de fiambres, obteniendo después de ser almacenados en congelación (-18 °C) durante 6 meses valores de TBARS de 1,65, 1,82, 1,52 y 1,60 para los fiambres envueltos en papel de aluminio, respectivamente, y de 0,84, 0,90, 0,83 y 1,32 para los fiambres empacados al vacío en polietileno, respectivamente. Estos autores, encontraron también que el rendimiento durante la cocción mejoró con el aumento en los niveles de CDM, al igual que la terneza de las rebanadas de dicho producto cárnico.

II.11. Obtención en Venezuela de CDM de codorniz y su inclusión en nuggets

Con la finalidad de caracterizar la CDM obtenida a partir de diversas materias primas de origen avícola, estableciendo posibles diferencias entre las mismas, se llevó a cabo un Ensayo preliminar (Cori, 2008b) utilizando 4 materias primas para la obtención de CDM: carapacho de pollo, cuellos de pollo, punta de alas de pollo y canales de codorniz. Se encontró que los rendimientos de las CDM correspondientes a las diversas materias primas están comprendidos entre 31,50% y 52,33%, siendo el mayor valor el correspondiente a la canal de codorniz.

El rendimiento cárnico de CDM de codorniz (52,33%) es mayor al del desposte manual de la canal de dicha ave (39% según Cori *et al.*, 2009), por lo que queda evidenciada la pertinencia del procesamiento mecánico para la obtención de la carne, en el cual adicionalmente se invierte menos tiempo por unidad de peso de material procesado. Por otra parte, se encontró que la CDM de codorniz tiene los mayores valores de humedad y proteína y los menores valores de grasa y calcio, indicando esto el potencial que tiene la CDM de la canal de codorniz para formar parte de productos cárnicos que requieran una alta proporción proteica y baja en grasa.

Una vez que quedó claro que el origen de la materia prima determina algunas de las características de la CDM obtenida, se evaluó el efecto de la incorporación de carne deshuesada mecánicamente de diferente origen en la formulación de nuggets de pollo sobre algunas características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas (Cori, 2009b), Ensayo preliminar en el que se procedió a la formulación y obtención de nuggets de pollo, considerando la sustitución parcial y total de la CDM de carapacho de pollo por CDM de codorniz, y además la sustitución total de CDM de carapacho de pollo por CDM de alitas y de cuello, constituyendo la CDM el 6% del peso de la mezcla húmeda en todas las formulaciones. Los tratamientos fueron: T1: nuggets de pollo usando CDM de canal de codorniz entera (sin patas, sin cabeza, eviscerada y con piel) (100% sustitución), T2: nuggets de pollo usando CDM de canal de codorniz entera (sin patas, sin cabeza, eviscerada y con piel) (50% sustitución), T3: nuggets de pollo usando CDM de carapacho de pollo (100% sustitución), T4: nuggets de pollo usando CDM de cuello de pollo con piel (100% sustitución) y T5: nuggets de pollo usando CDM de punta de alita de pollo (100% sustitución).

A partir de este ensayo se observó ausencia de diferencias entre los valores para los contenidos de humedad, proteína, grasa, cenizas, calcio y para el pH, lo cual se atribuye a la baja proporción utilizada de CDM en la formulación. En cuanto al contaje microbiano, se observaron en general valores aceptables, siendo la evaluación de levaduras la única en la que se presentaron diferencias entre los tratamientos T3 y T5, correspondiendo T5 al valor menor. En relación a la evaluación

sensorial todos los tratamientos evaluados gustaron, y además lo hicieron por igual en cuanto a color, sabor y sensación al desprender el bocado, lo cual indica que el cambio del tipo de CDM no afectó el nivel de agrado de los mismos.

Una vez realizados estos dos Ensayos, se determinó que con una sustitución de carne del 9% por CDM de origen diferente, no se observaban diferencias significativas en la composición química de productos como nuggets de pollo, a pesar de que dichas CDM tuviesen diferencias en algunas características fisicoquímicas. Este hallazgo permitió el planteamiento de la elaboración de productos cárnicos con proporciones de sustitución cárnica superiores, tal y como se describe en la Etapa 2 de la sección de Materiales y Métodos, precisándose previamente la obtención de CDM de codorniz, su caracterización y la evaluación de algunas de sus propiedades funcionales en la Etapa 1 que se describe igualmente en dicha sección.

III- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Si la carne de codorniz tiene una buena capacidad emulsificante y de retención de agua, un color oscuro, es alta su proporción proteica y baja su proporción de grasa respecto a la carne de otras aves, y además las exigencias del mercado de productos cárnicos van hacia alto nivel de proteína, bajo nivel graso y color natural (rosado más oscuro) entonces la carne de codorniz puede constituir la materia prima cárnica para la elaboración de múltiples productos, pudiendo mejorar las características físicas y organolépticas de los mismos.

Con base en dicha hipótesis fueron formulados los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar la factibilidad de uso de la carne de codorniz macho (*Coturnix coturnix japonica*) en la elaboración de productos cárnicos para consumo humano.

Objetivos específicos:

1. Obtener y caracterizar desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico carne deshuesada mecánicamente (CDM) de codorniz.
2. Determinar algunas propiedades funcionales de CDM obtenida de canales de codorniz.
3. Comparar las características de la CDM de codorniz con las de carne de pollo separada manualmente.
4. Realizar el desarrollo de productos cárnicos (nuggets, salchichas y fiambres) sustituyendo parcialmente carne de pollo separada manualmente por CDM de canal de codorniz macho y efectuar su caracterización y comparación fisicoquímica, microbiológica y sensorial.
5. Efectuar un análisis preliminar de costos de los productos cárnicos elaborados con CDM de codorniz a objeto de hacer recomendaciones especialmente a pequeños y medianos productores de dicha especie.

IV- MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1. Aspectos generales

En la Etapa 1 se procedió a la obtención de CDM de codorniz y a su comparación con carne de pierna y muslo de pollo, la cual es empleada por la industria cárnica en la elaboración de diversos productos (Experimento 1); dicha comparación se efectuó tomando en cuenta características fisicoquímicas, microbiológicas y ciertas propiedades funcionales, comparándolas también con valores reportados en la bibliografía científica.

Una vez caracterizada esta materia prima, en la Etapa 2 (constituida por 3 experimentos), se procedió a formular y elaborar nuggets, salchichas y fiambres, considerando la sustitución de la carne de pierna y muslo del pollo por la CDM de codorniz desde 0 hasta un 40%, caracterizando luego los productos obtenidos desde el punto de vista fisicoquímico, microbiológico, sensorial y realizando un análisis de costos. Este último se inició con la estimación del costo de la CDM de codorniz, para pasar luego a calcular la producción mínima mensual de cada uno de los productos (nuggets, salchichas y fiambres) y determinar finalmente el costo de fabricación en Bs/kg.

IV.2. ETAPA 1

Obtención y caracterización fisicoquímica, microbiológica y de algunas propiedades funcionales de CDM de codorniz. Comparación con carne de pollo. (Experimento 1)

Para el logro del primero, segundo y tercer objetivo se procedió a obtener CDM de codorniz con el uso de un equipo diseñado para tal fin, ubicado en una empresa cárnica de la zona central del país, procesando directamente las canales de codorniz.

Se efectuaron cálculos para determinar la cantidad mínima de codornices que había que beneficiar para poder obtener un volumen de CDM suficiente para su caracterización y para la fabricación de los diferentes productos.

Posteriormente, codornices macho provenientes de una misma granja de la zona central del país fueron beneficiadas a través del procedimiento seguido por Cori *et al.* (2009) que incluyen los pasos de aturdimiento eléctrico, degollado, desangrado, escaldado, desplumado, eviscerado, corte de cabeza y patas, pre-enfriamiento, enfriamiento y empacado en bolsas de polietileno, llevándose a cabo dichas labores en la Sección-Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía de la UCV,

bajo estrictas normas de higiene, y obteniéndose al final 620 canales que fueron almacenadas en congelación (-18 °C).

Para la obtención del CDM de codorniz se sometieron las canales a descongelación hasta una temperatura en el rango de -2 a 0 °C, y se llevaron hasta una máquina marca Mainali en la cual las canales fueron primero sometidas a una molienda, mediante un tornillo sin fin que obliga a la materia prima a pasar a través de un disco con unos agujeros de 8 mm de diámetro. Luego de esta trituración de la canal, la materia prima molida viaja a través de una banda transportadora hacia un cilindro con múltiples orificios de 0,5 mm de diámetro distribuidos a lo largo del mismo, donde es presionada hacia éste mediante la acción de otro cilindro que se encuentra debajo de la banda transportadora, de modo que los sólidos que pueden ingresar al interior del cilindro a través de los orificios anteriormente señalados son lo que consideramos “Carne Deshuesada Mecánicamente” de codorniz, mientras que lo que no logra ingresar constituye el residuo óseo que termina de viajar por debajo del cilindro horadado hasta un recipiente recolector. La CDM así obtenida es removida automáticamente por una paleta de borde plástico que facilita la salida de la misma hasta un recipiente recolector.

-Evaluación del proceso de obtención: se determinó el rendimiento de CDM y el rendimiento de residuo óseo, a través de las siguientes fórmulas:

$$CDM(\%) = \frac{CDM(kg)}{Mat.Pr\ima(kg)} \times 100$$

$$Re.s.óseo(\%) = \frac{Re.s.óseo(kg)}{Mat.Pr\ima(kg)} \times 100$$

La CDM de codorniz obtenida se empleó para sustituir la carne de pollo en algunos productos cárnicos, por lo cual se consideró pertinente la comparación entre ambas. Se evaluó la materia prima cárnica (la carne de pierna+muslo de pollo y la CDM de codorniz), empleando 6 repeticiones para cada uno de los 2 tratamientos generados, que se describen a continuación:

Tratamiento 1: CDM de codorniz (machos, 42-56 días de edad, provenientes de una misma granja).

Tratamiento 2: carne de pierna y muslo de pollo obtenida manualmente (machos, 42 días de edad, provenientes de una misma granja). La carne de la pierna y el muslo del pollo que fue empleada, fue la correspondiente a los músculos que cubren el fémur, tibia y peroné del ave (Norma Venezolana

COVENIN 2407-86), y a partir de este punto durante el presente trabajo se hará referencia a la misma como “carne de pollo”.

La carne de pollo fue obtenida en una empresa de productos cárnicos de la zona central del país, y al igual que la CDM de codorniz fueron empacadas en polietileno y sometidas inmediatamente a congelación (-18 °C) hasta el momento de los análisis o de su uso como ingrediente en la fabricación de los productos.

Las repeticiones de cada uno de los tratamientos estuvieron constituidas por 1.000 g de material. Las muestras fueron en ambos tratamientps homogeneizadas con una licuadora manual (marca Braun, MR 5550 CA de 400 Watt) antes de ser sometidas a los distintos análisis.

Para la evaluación fisicoquímica se realizaron por duplicado los siguientes análisis:

- ◆ Humedad según el método descrito en el OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1997) bajo el número 950.46.
- ◆ Cenizas según el método descrito en el OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1997) bajo el número 920.153.
- ◆ Grasa cruda según el método descrito en el OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1997) bajo el número 991.36
- ◆ Proteína cruda según la Norma Venezolana COVENIN 1218-80.
- ◆ Hierro y calcio según el método descrito en el OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1997) bajo el número 975.03
- ◆ pH: a través de su evaluación directa con un analizador marca Hanna Modelo HI 8424 (Barbut, 1993 y Mc Curdy *et al.*, 1996).
- ◆ Color (L*, a* y b*): evaluando la Luminosidad de la carne (L*), grado de rojo (+) o verde (-) de la carne (a*) y grado de amarillo (+) o azul (-) de la carne (b*) (Barbut, 1993). Para ello se empleó un colorímetro Hunterlab asistido por computadora, utilizando un iluminante de 10 °.
- ◆ Pigmentos totales según el método de Warris (1979).
- ◆ Mioglobina según el método de Van Laack *et al.* (1996).
- ◆ Hemoglobina según el método de Silberstein y Lillard (1978) y Kranen *et al.* (1999).

- ◆ Solubilidad de las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas según el método utilizado por Molette *et al.* (2003).

Para la evaluación microbiológica se realizaron los siguientes análisis:

- ◆ Aerobios mesófilos según la Norma Venezolana COVENIN 902-87.
- ◆ *Salmonella* según la Norma Venezolana COVENIN 1291-88.
- ◆ *E. coli* según la Norma Venezolana COVENIN 3276:1997.

Para determinar algunas propiedades funcionales de la carne de codorniz (CDM) y la de pollo, se siguió la siguiente metodología:

- ◆ Capacidad de retención de agua según el método señalado por Wardlaw *et al.* (1973): se mezcló una muestra de carne molida durante 1 minuto con una solución 0,6 M de NaCl respetando la proporción 1:1,6. Después de agitar durante 1 minuto, se incubó durante 15 minutos a una temperatura de 4°C, se agitó nuevamente durante 1 minuto y se centrifugó bajo refrigeración a 12.000 g x 15 minutos, utilizando una centrífuga Marca Beckman, Modelo L8-80M, y un rotor 80.000 rpm tipo 80 TI. Una vez descartado el sobrenadante por decantación, se reportaron los resultados como la proporción de fluido retenido por la muestra (mL solución 0,6 M de NaCl/100 g carne).
- ◆ Capacidad emulsificante según el método de Swift *et al.* (1961): se mezcló a alta velocidad durante 1 minuto la muestra de carne molida con una solución fría de NaCl 1 M, usando una licuadora manual (marca Braun, MR 5550 CA de 400 Watt), y respetando una proporción de 1:7,5. Se transfirió una alícuota de 8 g de la mezcla resultante a una licuadora Osterizer (Modelo 438, Oster de Venezuela) contentiva de 45 mL de una solución fría (2 a 4 °C) de NaCl 1 M, y se agitó a velocidad lenta durante 10 segundos. Posteriormente se adicionó una alícuota de 50 mL de aceite de maíz y se ubicaron dos electrodos dentro del recipiente, colocándose en marcha la licuadora (velocidad alta) y añadiéndose aceite de maíz (1 mL/s) hasta evidenciarse un cambio de fase, detectado a través de un incremento brusco en la resistencia eléctrica de la mezcla medida con un multímetro Goldstar Precision Co., Ltd DM-9187 (Webb *et al.*, 1970).
- ◆ Capacidad de gelificación con un Penetrómetro Universal Humboldt, graduado en mm (apreciación de 0,1 mm), empleándose una aguja tipo cono, de 35 g, sin peso adicional.

En relación a la capacidad gelificante, es necesario señalar que en principio se siguió el método utilizado por Wuani (1991), según el cual se prepararon dispersiones acuosas con una concentración final de proteína del 10% a partir de CDM o de carne de pollo, se ajustó el pH a 7, se calentó la solución en baño de María a 80 °C, se enfrió la dispersión con un baño de hielo hasta una temperatura de 25 °C y se midió la viscosidad del gel formado con un Viscosímetro Brookfield Modelo MLV T 230, empleando la aguja número 3 y una velocidad de 30 rpm, sin embargo, la consistencia de los geles generaron lecturas muy altas y poco precisas, por lo que se decidió buscar un método alternativo.

En un segundo intento se siguió el método empleado por Álvarez *et al.* (2007) para evaluar la firmeza del gel, preparando las muestras según Montejano *et al.* (1984). Para ello, se utilizó un penetrómetro (Fruit-tester) con un indicador de presión (1,5-12 kg; 3-26,5 lb) localizado en la parte superior, y una sonda cilíndrica de acero de 11 mm de diámetro en su parte inferior, la cual queda conectada a un émbolo de sujeción que permite ejercer una presión manual constante sobre la superficie de la muestra. El registro de la firmeza del gel se lleva a cabo mediante la aplicación de una presión creciente sobre la superficie de la muestra, suficiente para que ésta ceda y acabe rompiéndose, momento en el cual la sonda cilíndrica penetra en la muestra hasta un tope de seguridad localizado en su base, registrándose un valor de presión en el indicador correspondiente a la medida. Las muestras se prepararon con una licuadora manual Osterizer (Modelo 438, Oster de Venezuela) donde se obtuvo una pasta fina de carne, agua y cloruro de sodio (2,5% de la pasta total) teniendo en cuenta una relación agua:proteína prefijada de 5:1. La pasta obtenida se embutió en una tripa de cloruro de polivinilo (impermeable al agua) y se calentó en un baño con agua a 91 °C hasta que la temperatura en el centro de la pasta embutida alcanzó 87 °C, momento en el cual las muestras (en unidades de 400 g) pasaron a un recipiente con agua helada (4 °C) durante una hora y luego a un refrigerador durante 8 horas. En este caso, la consistencia de las muestras permitía la ruptura del gel mucho antes de que la aguja del penetrómetro lograra la mínima medición exacta que puede realizar (1,5 kgf), por lo que se concluyó que la firmeza de los geles es en todos los casos inferior a 1,5 kgf, observándose sin embargo una mayor facilidad a la ruptura en el caso de los geles elaborados con CDM de codorniz, y decidiéndose emplear dichos geles para una tercera alternativa que fue utilizando un Penetrómetro Universal Humboldt.

El residuo óseo que se obtuvo del proceso de deshuesado mecánico de las canales de codorniz, se evaluó por duplicado en cuanto a humedad, proteína, cenizas y grasa, según la metodología descrita anteriormente.

El modelo lineal aditivo aplicado se presenta a continuación:

$$y_{ik} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik}$$

Donde:

$$i = 1,2$$

y_{ik} : observación (Humedad, pH, aerobios mesófilos, ..., etc.) de la i -ésima materia prima cárnica y k -ésima repetición.

μ : media general.

α_i : efecto de la i -ésima materia prima cárnica.

ε_{ik} : error experimental de la i -ésima materia prima cárnica y la k -ésima repetición.

Análisis estadístico

Las diferencias entre las dos materias primas se establecieron mediante la Prueba de t (variables fisicoquímicas y propiedades funcionales) y la Prueba de Wilcoxon (variables microbiológicas).

IV.3. ETAPA 2

Con el desarrollo de esta Etapa se lograron el cuarto y el quinto objetivo.

IV.3.1. Desarrollo, caracterización y comparación de nuggets (Experimento 2)

Diseño del experimento

Se elaboraron nuggets de carne de ave, trabajando con un diseño completamente aleatorizado evaluando la “Proporción de sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz” en: 0, 10, 20, 30 y 40%, según el trabajo realizado por Bonato *et al.* (2006b).

Se realizaron 3 repeticiones (fabricaciones) para cada uno de los 5 tratamientos generados.

Las proporciones de reemplazo de CDM en los nuggets se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Estructura de la mezcla de los nuggets de pollo formulados con carne de pollo manualmente deshuesada y carne mecánicamente deshuesada de codorniz.

TRATAMIENTO	T1 (Tratamiento 1)	T2 (Tratamiento 2)	T3 (Tratamiento 3)	T4 (Tratamiento 4)	T5 (Tratamiento 5)
% de reemplazo de carne de pollo por CDM de codorniz	0	10	20	30	40
Carne deshuesada manualmente (pollo) (%) *	65	58,5	52	45,5	39
Carne deshuesada mecánicamente (codorniz) (%) *	0	6,5	13	19,5	26
Otros ingredientes (%) *	35	35	35	35	35

*Porcentaje respecto al total de la formulación

Elaboración de los nuggets

Para la *elaboración de los nuggets* se empleó la siguiente metodología, basada en lo señalado por Bonato *et al.* (2006b), Lerena (2001) y en experiencias previas de la autora: picado en cuadros de la carne de pollo (entre 0 y 4 °C) molienda de la carne de pollo usando un molino manual con un disco con orificios de 4 mm de diámetro. Posteriormente en una mezcladora/amasadora con pedestal marca Oster se efectuó la mezcla de la carne de pollo y la CDM de codorniz (en los tratamientos en que aplica), la adición de pan rallado y la tercera parte del agua a la carne y se mezcló por 30 segundos; se añadieron los demás ingredientes (sal, azúcar, pimienta negra, ajo en polvo y cebolla en polvo) en el resto del agua y se mezcló durante 4 minutos. La mezcla obtenida se extendió en bandejas plásticas hasta un espesor de 1,1±0,1 cm, se llevó a congelación (-18 °C durante 18 horas), y posteriormente se siguieron las fases de formado (utilizando un molde metálico cilíndrico de 4 cm de diámetro), rebozado (en mezcla de harina de trigo y agua) y empanado de las piezas (en una mezcla de pan rallado y sal), para ser luego sometidas a una precocción en aceite de maíz a 180 °C durante 30 segundos, escurrido sobre papel absorbente durante 5 minutos, enfriamiento con aire a 5 °C durante 20 minutos y luego a -18 °C durante 30 minutos antes de ser empacados en bolsas de polietileno con cierre hermético y sometidas a congelación (-18 °C) (Ver Anexos).

Cada una de las 15 fabricaciones llevadas a cabo en este experimento fue de 1,2 kg.

Según el Diccionario de la Real Academia Española (2001), la palabra “precocinado” se refiere a una comida que se vende casi elaborada de modo que se emplea muy poco tiempo en su preparación definitiva. Los nuggets elaborados en nuestro país son sometidos a un proceso de cocción en aceite pero solo para darles color y sabor, conseguir la correcta fijación del rebozado y empanado, además de absorber aceite y facilitar el calentamiento posterior por parte del ama de casa. De hecho, las marcas comerciales de nuggets en nuestro país señalan en su empaque la forma de prepararlos para terminar de cocinarlos, y una de estas marcas advierte claramente: “Sírvanse bien cocidos, sin vestigios rosados en su interior”.

Debido a que este tipo de productos sufre un proceso térmico previo al definitivo se les suele llamar coloquialmente “productos precocidos”, pero con base en lo expresado por la Real Academia Española, a lo largo del presente trabajo se denominarán “precocinados”.

Evaluación fisicoquímica

Para la evaluación fisicoquímica de los nuggets precocinados, se procedió a realizar por duplicado los análisis de humedad, cenizas, grasa cruda, proteína cruda, hierro y calcio siguiendo los métodos indicados en el Experimento 1. Para dichos análisis se tomaron 3 nuggets de cada fabricación, se homogeneizaron con un procesador manual Oster de 250 vatios y se congeló cada muestra hasta su análisis (-18 °C). Adicionalmente se efectuaron las siguientes determinaciones por duplicado:

- ◆ Oxidación de lípidos, evaluada a través de la cuantificación de las sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico (TBARS) en una muestra formada por 3 nuggets, de acuerdo al método descrito en el AOCS (2009) bajo el número Cd 19-90, después de 4 meses de fabricado el producto, efectuando la extracción lipídica según el procedimiento seguido por Pikul *et al.* (1983). Los resultados fueron expresados como mg de malonaldehído/kg de muestra.
- ◆ pH de la mezcla para la preparación de los nuggets: midiendo el pH de la mezcla cárnica en cada fabricación, de manera directa con un analizador marca Hanna Modelo HI 8424 (Barbut, 1993 y Mc Curdy *et al.*, 1996).
- ◆ Peso de los nuggets después de cada una de las siguientes operaciones: formado, rebozado, empanado y cocido. Para ello se tomaron 5 nuggets de cada fabricación y se evaluó el peso después de cada uno de los pasos señalados.
- ◆ Estabilidad de la fase acuosa durante el almacenamiento según el método empleado por Ramos *et al.* (2004). Para ello se colocaron 3 nuggets de cada réplica en un empaque de polietileno con

cierre hermético, ubicándose en congelación (-18 °C), reportándose la pérdida de peso cada 72 horas durante 30 días.

En vista de que los nuggets son posteriormente cocinados por el consumidor, se decidió evaluar los contenidos de humedad, proteína, cenizas y grasa de los nuggets sometidos a cocción en aceite, preparados tal y como se describe en el análisis de textura y en la evaluación sensorial.

Evaluación de la textura

La determinación de textura se efectuó en los nuggets después de ser almacenados durante 4 meses en congelación y luego de haber sido sometidos al proceso de cocción en aceite de maíz a 180 °C, aproximadamente por 4 minutos, lográndose en el centro de cada nugget una temperatura mínima de 85±2 °C. Luego de haber sido enfriados a temperatura ambiente, se llevó a cabo un análisis instrumental del perfil de textura (TPA), con un equipo analizador de textura marca Stable Micro Systems, Modelo TA-XT2i, utilizándose las condiciones empleadas por Bonato *et al.* (2006b) con algunas modificaciones: se cortaron muestras del nugget con un cortador de acero inoxidable de 1,6 cm de diámetro y 1,3 cm de alto de la zona central de cada pieza a la que se le eliminó la corteza; se utilizó un plato de compresión de 75 mm de diámetro (código SMSP/75), célula de carga de 50 kg, velocidad de preensayo de 3 mm/s, velocidad de ensayo de 1 mm/s, velocidad de postensayo de 5 mm/s, comprimiendo las muestras hasta un 50% de su longitud original. Se realizaron 10 mediciones (muestra de 10 nuggets) de cada repetición para dureza (kgf), elasticidad (mm), cohesividad (adimensional) y masticabilidad (kgf.mm).

Previamente se efectuó una prueba de compresión hasta ruptura, para determinar el valor de deformación máxima o de ruptura de los nuggets, encontrándose que la fractura de la estructura se produce para los valores de deformación de 60% o superiores, decidiéndose usar una compresión del 50% de la longitud original en el TPA, pues tal y como lo mencionan Bonato *et al.* (2006b) para medir atributos como elasticidad, la muestra no debe experimentar la ruptura de su estructura.

Evaluación microbiológica

Para la evaluación microbiológica se realizaron por duplicado los siguientes análisis de los productos precocinados, después de haber sido almacenados durante 24 horas a -18 °C, a partir de una muestra formada por 5 nuggets:

- ◆ *E. coli* según la Norma Venezolana COVENIN 3276:1997.
- ◆ Aerobios mesófilos según la Norma Venezolana COVENIN 902-87
- ◆ *Staphylococcus aureus* según la Norma Venezolana COVENIN 1292-84
- ◆ Mohos y Levaduras según la Norma Venezolana COVENIN 1337
- ◆ *Salmonella* según la Norma Venezolana COVENIN 1291-88

Evaluación sensorial

Una vez cocidos los nuggets en aceite a 180 °C aproximadamente por 4 minutos, lográndose en el centro una temperatura mínima de 85 ± 2 °C, se llevó a cabo un análisis afectivo, empleando una escala hedónica de 7 puntos para evaluar el nivel de agrado generado por los atributos “sabor”, “color interno” y “sensación al desprender el bocado”, en los nuggets correspondientes a los cinco tratamientos (Arocha, 1996). Para dicho análisis se empleó un panel no entrenado de 45 personas, cuyo único requisito fue ser un potencial consumidor del producto, evaluando cada panelista un nugget de cada uno de los 5 tratamientos (Anzaldúa-Morales, 2005). La escala hedónica utilizada fue la siguiente:

- 1: me disgusta extremadamente
- 2: me disgusta mucho
- 3: me disgusta ligeramente
- 4: me es indiferente
- 5: me gusta ligeramente
- 6: me gusta mucho
- 7: me gusta extremadamente

Todos los tratamientos fueron evaluados por cada uno de los panelistas en una sesión única, en horas de la mañana. Las muestras fueron presentadas a la temperatura usual de consumo, en una misma bandeja, cuidando de que la ubicación en la misma fuera aleatoria e identificando las muestras con un código de tres dígitos seleccionado al azar.

Modelo lineal aditivo

El modelo lineal aditivo aplicado para todas las variables a excepción de la Estabilidad acuosa durante el almacenamiento, se presenta a continuación:

$$y_{ik} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik}$$

Donde:

$$i = 1, 2, 3, 4, 5$$

y_{ik} : observación (Humedad, pH, aerobios mesófilos, ..., etc.) de la i -ésima proporción de sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz y k -ésima repetición.

μ : media general.

α_i : efecto de la i -ésima proporción de sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz.

ε_{ik} : error experimental de la i -ésima proporción de sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz y la k -ésima repetición.

La Estabilidad acuosa durante el almacenamiento fue analizada considerando un diseño completamente al azar, con el modelo lineal aditivo que se presenta a continuación:

$$y_{ik} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ik}$$

Donde:

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$$

y_{ik} : pérdida de peso del producto cárnico en el i -ésimo tiempo de almacenamiento y k -ésima repetición.

μ : media general.

τ_i : efecto del i -ésimo tiempo de almacenamiento

ε_{ik} : error experimental del i -ésimo tiempo de almacenamiento y la k -ésima repetición.

Análisis estadístico

Una vez probado el cumplimiento de los supuestos del Análisis de la Varianza, se procedió a efectuar el ANAVAR para cada una de las variables físicoquímicas evaluadas, y en aquellos casos donde se encontraron diferencias significativas se efectuó la Prueba de Medias de Tukey empleando un nivel de significación del 5%; cuando no se cumplieron los supuestos del ANAVAR se usó la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

Las variables microbiológicas, por no cumplir con los supuestos del Análisis de la Varianza, fueron evaluadas con la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

A los resultados obtenidos en la Evaluación sensorial se le practicó un Análisis de la Varianza de Friedman, con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas en los niveles de agrado entre tratamientos para cada una de los atributos evaluados.

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo a través del programa Statistix 8.0.

Cálculo de costos

Se evaluaron los costos relacionados con la elaboración de los productos cárnicos correspondientes a las cinco formulaciones.

Para tal efecto se determinó el costo unitario de fabricación (Bs/kg), considerando que está basado en los siguientes componentes (Terry y Franklin, 1985 y Ballarín y Rosanas, 1992):

- Costo de producción o costo primo, el cual está integrado por:
 - Costos directos de materia prima (ingredientes, aditivos y empaques).
 - Costos directos de mano de obra.
- Costo indirecto de fabricación o gastos generales de fabricación, integrado por los gastos para todas las actividades que no se aplican exclusivamente a materiales, mano de obra o ventas, considerándose en el presente trabajo los siguientes:
 - Depreciación de equipos.
 - Material de limpieza y desinfección.
 - Reparaciones.
 - Gastos generales (papelería, dotación de vestuario, electricidad, gas, teléfono).

Para cada uno de estos ítems se calculó el costo unitario dividiendo el costo entre el número de unidades (kg) producidas (Samuelson y Nordhaus, 2002), y luego se efectuó la sumatoria para obtener los subtotales (Costo de producción y Costo indirecto de fabricación) para posteriormente encontrar el Costo total de fabricación.

Para determinar los kilogramos que potencialmente se podrían producir en un mes, se consideraron las experiencias de la autora en la elaboración del producto, con el fin de simular una unidad de producción artesanal.

Para efectos de este ejercicio de cálculo de costos, no se consideraron el costo de venta ni el costo general de administración.

IV.3.2. Desarrollo, caracterización y comparación de salchichas (Experimento 3)

Diseño del experimento

Se elaboraron salchichas cocidas de ave, trabajando con un diseño completamente aleatorizado evaluando la “Proporción de sustitución por CDM de codorniz”: 0, 10, 20, 30 y 40%, tomando en cuenta una proporción de 65% de materia prima cárnica en total (Cuadro 9). De cada uno de los 5 tratamientos se realizaron 3 repeticiones, siendo cada repetición una fabricación.

Elaboración de las salchichas

Para la *elaboración de las salchichas* se utilizó carne de pollo, CDM de codorniz, agua, sal común, concentrado de soya, almidón de papa, aceite de maíz, condimentos, nitritos (como sal de cura que contenía 10% de NaNO_2 y 90% de NaCl), fosfatos y eritorbato de sodio. Una vez evaluada la composición química de la CDM de codorniz y de la carne de pollo (humedad, proteína, grasa y cenizas) según los métodos mencionados, se llevaron a cabo numerosas pruebas previas a fin de lograr, con las materias primas y equipos disponibles, una salchicha con características similares a las comerciales. Se definió la formulación de los productos y se siguieron los siguientes pasos, basados en los trabajos de Leyva-Mayorga *et al.* (2002), Benítez *et al.* (2000), Frey (1983) y Márquez *et al.* (2006):

-Molienda de la carne de pollo: usando un molino manual con un disco con orificios de 4 mm de diámetro.

-Mezcla de los ingredientes y aditivos durante la refinación. Para ello se usó un Cutter eléctrico de 3 L de capacidad, marca Dampa, Modelo CT 35N añadiendo los ingredientes y aditivos en el siguiente orden: materia prima cárnica (a menos de 4 °C), 1/3 del agua como hielo, concentrado de soya, fosfatos y sal común; 30 segundos de molienda, adición de 1/3 hielo y sal de cura; molienda 60 segundos, adición de condimentos, molienda 60 segundos, adición de 1/3 hielo, molienda 30 segundos, adición de aceite, molienda de 30 segundos, adición de almidón de papa, molienda 30 segundos, adición de eritorbato de sodio y molienda de 60 segundos (Ver anexos). La emulsión formada (1 kg en cada fabricación), cuya temperatura final estuvo en todos los casos entre 1 y 7 °C, se colocó en una bolsa de polietileno, la cual se ubicó en una embudidora artesanal para el siguiente paso

-Embutido. Se utilizaron tripas artificiales de celulosa, las cuales se remojaron en agua potable a temperatura ambiente aproximadamente 10 minutos antes del embutido, momento en el cual se colocó la tripa en el orificio de salida de la boquilla acoplada a una embudadora (construida artesanalmente para efectos del presente trabajo), y luego por acción manual, un tornillo sinfín ejercía presión sobre la bolsa de polietileno, permitiendo que la emulsión fuera llenando el interior de la tripa. Una vez embutida la mezcla, la tripa presentó un diámetro de 2,5 cm. Se efectuaron amarres con pabilo cada 10 cm de longitud y se procedió al siguiente paso (Ver anexos).

-Cocción. Se llevó a cabo en una olla de vapor marca Oster, modelo Instant Steam, colocando las tripas rellenas con la emulsión en la bandeja superior hasta que se lograra en el centro del producto una temperatura de 85 °C (Ver anexos).

-Enfriamiento. La tripa rellena de la pasta cocida fue ubicada en un recipiente con agua entre 0 y 5 °C, hasta que la temperatura interna del producto llegaba a 10 °C.

-Eliminación de la tripa. Este proceso fue efectuado manualmente, con todas las medidas higiénicas pertinentes.

-Empacado y almacenamiento. Una vez liberadas las salchichas de la tripa, se empacaron en bolsas de cierre hermético y se sometieron a congelación hasta su análisis (Ver anexos).

Evaluación fisicoquímica de los productos

Para la evaluación fisicoquímica se procedió a realizar por duplicado las determinaciones de humedad, cenizas, grasa cruda, proteína cruda, hierro y calcio según la metodología indicada anteriormente para los nuggets, empleando una muestra compuesta por 3 salchichas. Se evaluó el pH de la emulsión del mismo modo que se efectuó con la mezcla cárnica de los nuggets. Se determinó el grado de oxidación lipídica según la metodología indicada en el Experimento 2, empleando una muestra compuesta por 3 salchichas (después de 3 meses de almacenamiento congelado). Adicionalmente se determinó la estabilidad en la cocción (empleando 2 salchichas) y la estabilidad de la fase acuosa durante el almacenamiento según los métodos empleados por Ramos *et al.* (2004). Para evaluar la estabilidad de la fase acuosa, de cada repetición o fabricación se colocó por duplicado una salchicha picada en 3 partes en un empaque de polietileno con cierre hermético, ubicándose en congelación (-18 °C) o bien en refrigeración (2 a 4°C) y reportándose la pérdida de peso cada 72 horas durante 30 días.

Evaluación de la textura

Se llevó a cabo un análisis instrumental del perfil de textura (TPA) a las salchichas después de haber sido almacenadas en congelación durante 3 meses, con un equipo analizador de textura marca Stable Micro Systems, Modelo TA-XT2i. Se utilizaron las condiciones empleadas por Leyva Mayorga *et al.* (2002) y Bonato *et al.* (2006b) con algunas modificaciones: una vez que las salchichas fueron descongeladas en refrigeración, se llevó agua potable a ebullición y se retiró la fuente de calor para luego sumergir las salchichas durante un período de 7 minutos, tiempo en el cual se logró una temperatura de aproximadamente 70 °C en el centro del producto. Este procedimiento se siguió con la finalidad de simular el tratamiento que le puede dar el consumidor a este producto cárnico antes de su consumo. A continuación se cortaron muestras de la salchicha con un cuchillo de acero inoxidable, obteniéndose cilindros de 2,5 cm de diámetro (diámetro de la salchicha) y de 1,3 cm de alto. Se utilizó un plato de compresión de 75 mm de diámetro (código SMSP/75), célula de carga de 50 kg, velocidad de preensayo de 3 mm/s, velocidad de ensayo de 1 mm/s, velocidad de postensayo de 5 mm/s, comprimiendo las muestras hasta un 50% de su longitud original. Se realizaron 10 mediciones de cada repetición para dureza, elasticidad, masticabilidad y cohesividad, empleando trozos al azar tomados de 2 salchichas/repetición.

Previamente se efectuó una prueba de compresión hasta ruptura, para determinar el valor de deformación máxima o de ruptura de las salchichas, encontrándose que la fractura de la estructura se produce para los valores de deformación de 60% o superiores, decidiéndose usar una compresión del 50% de la longitud original en el TPA por la misma razón mencionada en el Experimento 2.

Evaluación microbiológica

Una vez obtenidos los productos cárnicos, empleando una muestra compuesta por 3 salchichas, se realizaron por duplicado en cada repetición las determinaciones de aerobios mesófilos, *E. coli*, *S. aureus*, mohos, levaduras y *Salmonella* según la metodología indicada anteriormente para los nuggets.

Evaluación sensorial

Se llevó a cabo un análisis afectivo, empleando una escala hedónica para evaluar el nivel de agrado generado por los atributos “olor”, “color interno”, “sabor”, y “sensación al masticar”, en los productos generados. Para dicho análisis se empleó un panel no entrenado de 45 personas, cuyo

único requisito fue ser un potencial consumidor del producto. La escala hedónica y las condiciones de la evaluación fueron las mismas señaladas en el Experimento 2.

La preparación de las muestras para esta evaluación se realizó según los procedimientos empleados por García *et al.* (2005) con algunas modificaciones: se llevó agua potable a ebullición en un recipiente metálico y se retiró la fuente de calor para luego sumergir las salchichas durante un período de 7 minutos con el recipiente tapado, tiempo en el cual se logró una temperatura de aproximadamente 70 °C en el centro del producto. A continuación se cortaron las salchichas en porciones aproximadamente 1 cm de largo para su evaluación.

Una vez analizados los resultados de esta evaluación, se decidió seleccionar una salchicha correspondiente al tratamiento con los mayores niveles de agrado en los distintos atributos, para ser comparada con una salchicha comercial, con características similares en cuanto a diámetro, materia prima cárnica y aroma. Para ello se utilizó la misma escala hedónica empleada para la evaluación de los cinco tratamientos, iguales atributos y un panel no entrenado de 45 personas.

Análisis estadístico

Una vez probado el cumplimiento de los supuestos del Análisis de la Varianza, se procedió a efectuar el ANAVAR para cada una de las variables físicoquímicas evaluadas, y en aquellos casos donde se encontraron diferencias significativas se efectuó la Prueba de Medias de Tukey empleando un nivel de significación del 5%, usándose de lo contrario la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

Las variables microbiológicas, por no cumplir con los supuestos del Análisis de la Varianza, fueron evaluadas con la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

A los resultados obtenidos en la evaluación sensorial con los cinco tratamientos se le practicó un Análisis de Varianza de Friedman, con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas en los niveles de agrado entre los tratamientos para cada una de los atributos evaluados, y en los casos donde se presentaron diferencias entre los tratamientos se aplicó una Prueba de Medias no paramétrica reportada por De Campos (1983).

Los resultados de la evaluación sensorial de la salchicha de pollo y codorniz seleccionada y una comercial fueron evaluados con el Test de Wilcoxon.

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo a través del programa Statistix 8.0, a excepción de la Prueba de Medias no paramétrica reportada por De Campos (1983) donde se utilizó el programa SAS/STAT Versión 6.

Modelo Lineal Aditivo y Cálculo de costos

El Modelo Lineal Aditivo y el cálculo de los costos se efectuaron según lo señalado anteriormente en el Experimento 2.

IV.3.3. Desarrollo, caracterización y comparación de fiambres (Experimento 4)

Diseño del experimento

Se elaboraron fiambres de aves, trabajando con un diseño completamente aleatorizado evaluando la “Proporción de sustitución por CDM de codorniz” a niveles de: 0, 10, 20, 30 y 40%, tomando en cuenta en este caso una proporción de 55% de materia prima cárnica en total. De cada uno de los 5 tratamientos se realizaron 3 repeticiones.

Elaboración de los fiambres

Para la *elaboración de los fiambres* se siguieron los siguientes pasos, basados en el trabajo de Graner (1992) y en experiencias previas de la autora:

- Molienda de la carne de pollo, usando un molino manual con un disco con orificios de 0,8 cm de diámetro.
- Elaboración de salmuera, usando la mezcladora con pedestal marca Oster, añadiendo al agua potable a 2 °C de temperatura los siguientes ítems en el orden en que aparecen a continuación: fosfato, sal curante, sal común, azúcar, carragenato, concentrado proteico de soya, almidón de papa y eritorbato.
- Adición de la carne a la salmuera y masajeado durante 10 minutos con la mezcladora/amasadora con pedestal marca Oster.
- Reposo de la mezcla (1,5 kg de mezcla/fabricación) durante 30 minutos en refrigeración.
- Masajeado durante 10 minutos al igual que el anterior.

- Embutido manual en tripa artificial “cero merma”, previo remojo de la tripa en agua potable durante 5 minutos, generándose por cada fabricación 3 unidades de 500 g cada una de fiambre de 6,5 cm de diámetro.
 - Cocción en agua hasta temperatura interna de 80 °C.
 - Enfriamiento en agua a 4 °C durante 1 h.
 - Enfriamiento en refrigeración durante 10 h.
 - Identificación y almacenamiento en refrigeración.
- (Ver Anexos).

Evaluación fisicoquímica de los productos

Para la evaluación fisicoquímica de los fiambres, se procedió a realizar por duplicado las determinaciones de humedad, cenizas, grasa cruda, proteína cruda, hierro, calcio y oxidación de lípidos según la metodología indicada anteriormente para los nuggets; para el último análisis se trataron muestras después de un período de almacenamiento en refrigeración de 2 meses. El pH le fue determinado a la mezcla antes de embutir siguiendo el método descrito en los Experimentos 2 y 3. Adicionalmente se determinó la estabilidad en la cocción (utilizando una de las 3 unidades de 500 g) y la estabilidad de la fase acuosa durante el almacenamiento según los métodos empleados por Ramos *et al.* (2004). Para evaluar la estabilidad de la fase acuosa, de cada repetición o fabricación se colocó por duplicado una rebanada con un espesor entre 1 y 2 mm (obtenida con una rebanadora eléctrica marca Oster) en un empaque de polietileno con cierre hermético, ubicándose en refrigeración (2 a 4°C) y reportándose la pérdida de peso cada 72 horas durante 24 días.

Evaluación de la textura

Se llevó a cabo un análisis instrumental del perfil de textura (TPA) a los fiambres después de haber sido almacenados en refrigeración durante 2 meses, con un equipo analizador de textura marca Stable Micro Systems, Modelo TA-XT2i. Se utilizaron las condiciones empleadas por González *et al.* (2009) con algunas modificaciones: se cortaron muestras de fiambre con un cortador de acero inoxidable de 1,6 cm de diámetro y 1,3 cm de alto. Se utilizó un plato de compresión de 75 mm de diámetro (código SMSP/75), célula de carga de 50 kg, velocidad de preensayo de 2 mm/s, velocidad de ensayo de 10 mm/s, velocidad de postensayo de 5 mm/s, comprimiendo las muestras hasta un 50% de su longitud original. Se realizaron 10 mediciones de cada repetición para dureza, elasticidad, masticabilidad, cohesividad y adhesividad.

Previamente se efectuó una prueba de compresión hasta ruptura, para determinar el valor de deformación máxima o de ruptura de los fiambres, encontrándose que la fractura de la estructura se produce para los valores de deformación de 60% o superiores, decidiéndose usar una compresión del 50% de la longitud original en el TPA por la misma razón mencionada en el Experimento 2.

Evaluación microbiológica

Una vez obtenidos los productos cárnicos se realizaron por duplicado las determinaciones de aerobios mesófilos, *E. coli*, *S. aureus*, mohos, levaduras y *Salmonella* según la metodología indicada anteriormente para los nuggets.

Evaluación sensorial

Se llevó a cabo un análisis afectivo, empleando una escala hedónica para evaluar el nivel de agrado generado por los atributos “olor”, “sabor”, “color” y “sensación al masticar”, en los productos generados. Para dicho análisis se empleó un panel no entrenado de 45 personas, cuyo único requisito era ser un potencial consumidor del producto. La escala hedónica y las condiciones de la evaluación fueron las mismas señaladas en el Experimento 2, ofreciéndose al panel una rebanada de cada tratamiento con un espesor entre 1 y 2 mm obtenida con una rebanadora eléctrica marca Oster.

Una vez analizados los resultados de esta evaluación, se decidió seleccionar un tratamiento con los mayores niveles de agrado en los distintos atributos, para ser comparado con un producto cárnico comercial análogo, con características similares en cuanto a diámetro, materia prima cárnica y aroma. Para ello se utilizó la misma escala hedónica empleada para la evaluación de los cinco tratamientos, iguales atributos y un panel no entrenado de 45 personas.

Modelo Lineal Aditivo, Análisis estadístico y Cálculo de costos

El Modelo Lineal Aditivo, el análisis estadístico y el cálculo de costos se efectuaron según lo señalado en el Experimento 2.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.1. ETAPA 1

Obtención y caracterización fisicoquímica, microbiológica y de algunas propiedades funcionales de CDM de codorniz. Comparación con carne de pollo. (Experimento 1)

El peso total de las 620 canales sometidas al proceso de deshuesado mecánico fue de 48,6 kg, mientras que la CDM obtenida fue de 24,42 kg y el residuo óseo de 19,04 kg, por lo que al aplicar las ecuaciones de rendimiento descritas anteriormente se obtiene que el rendimiento de CDM fue de 50,25% y el rendimiento del residuo óseo fue 39,18%. La proporción de carne que queda en el equipo como canales molidas, CDM o residuo óseo adheridos a las paredes del mismo constituye esa diferencia entre el 100% y los dos rendimientos mencionados, y que en este caso representó el 10,57%.

Estos resultados son muy similares a los obtenidos en una prueba preliminar que se efectuó con dicho equipo empleando canales de codorniz macho de otra granja venezolana (Cori, 2008b), donde el rendimiento de CDM fue de 52,33%, el del residuo óseo fue de 37,14% y la proporción remanente en el equipo fue del 10,53%, lo cual reafirma la conveniencia de obtener la carne de codorniz macho de la línea de ponedoras a través del sistema mecánico, ya que manualmente se obtienen rendimientos inferiores, tal y como lo demostraron Cori *et al.* (2009) al encontrar rendimientos del 39% en la carne de estas aves obtenida manualmente.

Para el pollo, Froning (1981) señala que los rendimientos varían entre 55 y 70%, dependiendo de la porción del ave que se está sometiendo al deshuesado mecánico.

Para codorniz no se encontraron datos en trabajos científicos en los que se haya obtenido CDM a partir de las canales, por lo que no son muy adecuadas las comparaciones con los trabajos mencionados, ya que Guerra *et al.* (2003) señalan que los rendimientos obtenidos en el deshuesado mecánico son muy variables y dependen de la cantidad de músculo que permanece adherido al hueso, de la especie, edad, peso del animal, nutrición, parte anatómica empleada y presencia de piel (en el caso de las aves), además de las condiciones de operación de la máquina separadora como la presión empleada y el tamaño de orificio del tamiz.

Los resultados de la composición química de la CDM de codorniz y la carne de pollo (Cuadro 10), indican que la carne de codorniz utilizada presentó un mayor contenido de humedad, cenizas, hierro y calcio que la carne de pollo ($P < 0,05$), no observándose diferencias estadísticamente significativas en cuando a los niveles de grasa y de proteína cruda.

Cuadro 10. Composición química de la CDM de codorniz y de la carne de pollo

TRAT.	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Proteína cruda (%)	Calcio (%)	Hierro (mg/kg)
T1	77,39±0,18 a	1,42±0,16 a	2,95±0,13 a	18,01±0,53 a	0,34±0,05 a	33,78±1,04 a
T2	74,01±0,46 b	0,73±0,08 b	3,23±0,29 a	18,05±0,85 a	0,05±0,01 b	10,96±0,58 b

Los valores de cenizas, grasa, proteína cruda, hierro y calcio corresponden a porcentajes en base húmeda.

T1: CDM de codorniz

T2: carne de pollo obtenida manualmente.

TRAT.: Tratamiento

Para cada variable (columna) valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de t.

Los valores de humedad y grasa encontrados para la carne de pollo son bastante cercanos a los presentados por el MSDS (1999) de 76,1 y 3,8%, respectivamente, (Cuadro 1), mientras que los contenidos de proteína y de cenizas son ligeramente inferiores a los señalados por dicha fuente de 20,1 y 0,9%, respectivamente.

La CDM de codorniz supera el límite de humedad de 70% que señala la Norma Venezolana COVENIN 3762:2007 para aves, pero cumple con el mínimo de proteína (11%) y el máximo de grasa (25%) establecido en dicha norma.

Si se compara la CDM obtenida con la carne de codorniz separada manualmente en otras investigaciones, se puede apreciar que en cuanto a la humedad (77,39%) el valor es superior al reportado por Yalcin *et al.* (1995) para carne de pierna de 72,5%, al señalado por Cori (2008a) para una mezcla de carne de pechuga y de pierna+muslo de 74,63% y al encontrado por Genchev *et al.* (2005) para codornices de una línea de carne y huevo de 69,73%, pero es inferior al reportado por Oliveira *et al.* (2006) de 79,4%. En cuanto al contenido proteico, en el presente trabajo se encontró un valor de 18,01% similar al reportado por Yalcin *et al.* (1995) de 18,5% y por Oliveira *et al.* (2006) de 17,8% pero inferior al señalado por Cori (2008a) de 22,2% y por Genchev *et al.* (2005) de 24,51%. La fracción de grasa de la CDM obtenida fue de 2,95%, valor superior al encontrado por

Cori (2008a) de 1,32% y al de Oliveira *et al.* (2006) de 0,72%, pero inferior al reportado por Yalcin *et al.* (1995) de 6,1% y por Genchev *et al.* (2005) de 3,86%. En cuanto al contenido de cenizas encontrado en la CDM (1,42%) es ligeramente superior al reportado por Cori (2008a) de 1,29% y al de Caron *et al.* (1990) de 1,12% pero inferior al señalado por Yalcin *et al.* (1995) de 2,9% y por Genchev *et al.* (2005) de 1,90%.

Guerra *et al.* (2003) comentan que la composición química de la CDM varía ampliamente y difiere de la carne deshuesada a mano, ya que mientras que la última está constituida por carne y algo de periostio, la CDM contiene además de estos constituyentes, partículas de hueso y médula. Adicionalmente, hay que considerar que la CDM se comparó con carne de diversas porciones corporales, a lo que hay que añadir diferencias en los animales en cuanto a la alimentación, genética y actividad física, factores que explicarían perfectamente la amplitud en el rango de valores de contenido graso encontrado, tal como lo señalan Hamm y Ang (1982) en codornices, así como Bregendahl *et al.* (2002) y Ponte *et al.* (2004) en pollos.

Tal y como se mencionó previamente, para la codorniz no se encontraron datos en trabajos científicos en los que se haya obtenido CDM a partir de dicha especie, pero si se compara con el correspondiente a la CDM de otras aves, se puede apreciar que el contenido de humedad supera al de gallina de descarte de 60,1% y la de carapacho de pavo de 24 semanas de edad de 73,7% (Grunden *et al.*, 1972), la de pollo de 70,7% (Bonato *et al.*, 2006b), la de carapacho de pavo de 70,74% encontrado por Froning *et al.* (1971), la de una mezcla de cuello y carapacho de pollo de 67,51% (Archile *et al.*, 1999), pero es inferior al contenido de humedad de 82,8 % encontrado por Venegas *et al.* (2002) citados por Guerra *et al.* (2003). En cuanto al contenido de proteína, la CDM de codorniz supera a los valores reportados en los trabajos anteriormente citados de 14,2, 12,8, 12,84, 13,6, 14,91 y 13,3%, respectivamente, y a la vez presenta un contenido graso inferior a los de dichas investigaciones que fueron de 26,2, 12,7, 14,42, 14,5, 16,55 y 3,8%, respectivamente. Con respecto a la proporción de cenizas de la CDM de codorniz es similar al encontrado por Koolmees *et al.* (1986) para CDM de pollo de 1,45%, superando el encontrado por Archile *et al.* (1999) de 1,14%.

La composición de la CDM varía en función de la especie, edad del animal, nutrición, relación carne hueso, métodos de corte, contenido de piel, contenido de médula en el hueso y condiciones de operación de los equipos empleados (Guerra *et al.*, 2003), factores a considerar al hacer las

comparaciones realizadas. En relación a la nutrición de los animales, Guerra *et al.* (2003) señalan que una alimentación deficiente debido a que la crianza de los animales haya sido por libre pastoreo, puede originar altos contenidos de humedad y bajos de grasa. A esto hay que añadir el tipo de equipo utilizado para la separación mecánica, ya que Koolmees (1986) encontró mayores contenidos de cenizas en CDM de pollo obtenida a partir de equipos que funcionan con un tornillo sin fin (1,45 a 1,62%) en comparación con equipos que funcionan a través de la acción de un pistón (0,99 a 1,14%). Con respecto a la presencia de piel en la materia prima a ser ingresada en la máquina de deshuesado mecánico, Satterlee *et al.* (1971) encontraron que en la medida en que la proporción de piel es mayor, también es mayor el contenido de grasa y menor el de humedad y el de proteína, por lo que este factor sumado a los que ya fueron señalados podría explicar las diferencias encontradas con respecto a otros trabajos.

Con respecto al contenido de calcio, el obtenido en la carne de pollo es superior al que señala el MSDS (1999) de 0,011% para la el muslo sin piel.

En relación al contenido de calcio de la CDM de codorniz, el valor obtenido es inferior al máximo establecido por la Norma Venezolana COVENIN 3762:2007 de 0,5%, lo cual indica que la CDM de codorniz cumple con este requisito, no requiriéndose posiblemente ajustes en las condiciones de obtención de la carne deshuesada mecánicamente. Con respecto a la legislación argentina, el valor encontrado supera ligeramente el máximo permitido de 0,235% (SENASA, Resolución 368/2003).

El contenido de calcio de la CDM de codorniz encontrado (0,34%) es lógico que sea superior al obtenido por Hamm y Ang (1982) de 0,019% para una mezcla de carne de pechuga y muslos de dicha ave, ya que durante el proceso de obtención de la CDM se incorporan residuos óseos a la carne que se ha separado.

La proporción de calcio de la CDM del presente trabajo supera ligeramente el de 0,23% encontrado por Al-Najdawi y Abdullah (2002) para CDM de gallina sin piel, investigadores que reportaron también un contenido de calcio de 0,0135% para la carne obtenida manualmente de gallina sin piel, corroborándose lo planteado anteriormente en relación a la presencia de residuo óseo en la CDM.

El contenido de calcio varía también según la porción anatómica del cuerpo del ave que se utiliza para obtener CDM, ya que se encontró un contenido de calcio de 0,235% si la materia prima era el ala del pollo, 0,313% si era el cuello, 0,289% si era el muslo, y 0,185% si se trataba del pollo entero (Guerra *et al.*, 1992 citados por Guerra *et al.*, 2003). Inclusive, si se pretende comparar el contenido de calcio obtenido de aves de una misma especie, edad y alimentación, se van a obtener diferentes valores si se emplearon máquinas distintas, tal y como lo demostraron Koolmees *et al.* (1986) al encontrar valores de calcio entre 0,07% y 0,13% para CDM de canales de pollo obtenidas a partir de un equipo que trabaja con presión (Protecon), y entre 0,15% y 0,25% para CDM de canales de pollo obtenidas de equipos que trabajan con tornillos sin fin.

A partir de la literatura consultada se puede concluir que el valor de calcio encontrado en la CDM de codorniz es lógico si se compara con el de la carne de codorniz separada manualmente, y al comparar con otros valores de CDM hay que considerar la especie, la proporción de carne que tenga la materia prima utilizada, nutrición, edad y el tipo de máquina utilizada. Sin embargo, la proporción de calcio en la CDM de codorniz va a ser siempre superior a la de la carne de otras especies utilizadas comúnmente en la elaboración de productos cárnicos, aspecto que puede ser ventajoso desde el punto de vista nutricional si se pretende sustituir parcial o totalmente la carne obtenida manualmente de cualquier otra especie por CDM de codorniz, tal como lo demuestra la carne de pollo analizada en este trabajo con un contenido de 0,05 % de calcio, o bien el MSDS (1999) que reporta para la carne de cerdo valores de 0,008% de calcio en la paleta y 0,01% en el pernil, o la carne de bovino con valores de 0,007% de calcio para el papelón y 0,035% para el lagarto.

En el cuerpo humano, el calcio está presente principalmente en los dientes y en los huesos, y es necesario además para la coagulación de la sangre, la contracción muscular y la actividad nerviosa; de allí la importancia de una nutrición que proporcione cantidades suficientes de este elemento (Fox y Cameron, 2004).

Field (1981) comenta resultados de los trabajos de Tisdall y Drake (1938) y de Drake *et al.* (1949), quienes determinaron que la proporción de calcio retenido era la misma, bien sea si el calcio añadido a una dieta para consumo humano estaba en la forma de carbonato de calcio, cloruro de calcio, fosfato de calcio (que es la forma en que está en los huesos, según Fox y Cameron, 2004), lactato de calcio o leche entera en polvo, lo cual reitera la ventaja de emplear CDM como fuente de dicho

mineral. Field (1981) enfatiza la importancia de este tipo de carne en la dieta de personas que tienen un bajo consumo de calcio, debido a que poseen deficiencia en la producción de lactasa y por tanto no pueden tolerar el consumo de leche.

Con respecto al contenido de hierro (Cuadro 10), la carne de pollo evaluada presenta una proporción muy cercana a la reportada por MSDS (1999) de 10 mg/kg para muslo de pollo sin piel, ligeramente inferior a la reportada por Serdaroglu *et al.* (2005) de 13,5 mg/kg para carne de pavo separada manualmente, y ligeramente superior a la encontrada por Qiao *et al.* (2002) de 7,82 mg/kg para pechuga de pollo de color normal.

Para el caso de la CDM de codorniz, la no existencia de trabajos anteriores en esta área hace complicada la comparación con la literatura científica; sin embargo, se puede observar en trabajos realizados con otras aves, que el contenido de hierro hallado en la CDM de la canal de codorniz se encuentra en el rango de los valores reportados. Se pueden citar valores de CDM de ala y CDM de cuello de pollo con 20 mg/kg, CDM de muslo con 56 mg/kg y CDM del pollo entero con 25 mg/kg (Guerra *et al.*, 1992 citados por Guerra *et al.*, 2003). Ang y Hamm (1982) trabajando con pollos, encontraron un contenido de hierro de 1,45 mg/100 g (equivalente a 14,5 mg/kg) en CDM de cuello con piel. La CDM de codorniz presentó un contenido hierro de 33,78 mg/kg el cual es superior a los señalados anteriormente de CDM de ala y cuello de pollo y al de pollo entero, pero inferior al de muslo de pollo; estas diferencias son debidas a múltiples factores, donde los principales a considerar en este caso son la especie animal y la porción corporal.

Si la CDM de codorniz va a sustituir total o parcialmente en un producto cárnico a la carne manualmente obtenida, este alto contenido de hierro podría considerarse una ventaja nutricional. La carne de pollo empleada en el presente trabajo es la primera evidencia de ello, con un contenido de hierro de 10,96 mg/kg; la pechuga de pollo presenta según MSDS (1999) 7 mg/kg. Si se hace la comparación con la paleta y el pernil de cerdo, éstas presentan 10 mg/kg (MSDS, 1999), mientras que para la carne de bovino el rango de valores es más amplio, pero la CDM de codorniz supera el contenido de hierro de la chocoziela (26 mg/kg) y el papelón (22 mg/kg), siendo similar al de la pulpa negra y la punta trasera (34 mg/kg) e inferior al del solomo (54 mg/kg) (MSDS, 1999).

En el ser humano, el 70% del hierro se encuentra en la hemoglobina, el 25% como reserva (ferritina y hemosiderina), un 4% como mioglobina y un 1% unido a la transferrina y como componente de diversas enzimas que participan en la producción oxidativa de energía celular, la síntesis de algunos neurotransmisores y de ADN, según lo comenta Pizarro *et al.* (2005), todo lo cual explica la importancia de un suministro apropiado de este elemento en la dieta. El hierro es absorbido a nivel duodenal por el enterocito, el cual reconoce dos tipos de hierro según su forma química: el hierro inorgánico proveniente de alimentos vegetales y sales minerales, y el hierro hemínico derivado de carnes y de la sangre (Pizarro *et al.*, 2005), y las evidencias señalan que el hierro hemínico se asimila mejor que el no hemínico, ya que se absorbe directamente en las células de la mucosa intestinal (Guerra *et al.*, 2003 y Pizarro *et al.*, 2005); el proceso de absorción del hierro no hemínico se reduce por algunos componentes de la dieta y se favorece por otros como el ácido ascórbico, mientras que la absorción del hierro hemínico, al ser directa, no se afecta por estas sustancias (Guerra *et al.*, 2003). Dada la incorporación de médula ósea y por tanto de hemoglobina a la carne que se separa de los huesos durante la obtención de la CDM, es evidente que se logra un aporte de hierro más asimilable para el organismo humano.

En relación con el residuo óseo producido durante la obtención de la CDM de codorniz, los análisis revelaron un contenido de humedad de 66,68%, un contenido de cenizas de 9,26%, proteína de 20,39% y 4,96% de grasa.

Froning (1981) señala que se ha investigado el residuo óseo obtenido del proceso de deshuesado mecánico como una fuente de proteína y minerales, tanto para consumo animal como humano. Crawford *et al.* (1972) reportaron la composición química de un residuo óseo (hueso y piel) obtenido de la separación mecánica de carne de pescado, observándose en primer lugar que la composición química presenta un amplio rango de variación entre las diferentes especies estudiadas; sin embargo se puede mencionar el caso de la especie *Eopsetta jordani* que tuvo un contenido de humedad de 67,78%, grasa de 7,16%, proteína de 16,69% y 8,98% de cenizas, apreciándose similitud con respecto al residuo de CDM de codorniz en cuanto a la humedad y las cenizas, pero siendo inferior el contenido proteico del pescado y superior el contenido grasa.

Debido al alto contenido proteico y mineral observado en este tipo de subproductos, el residuo óseo se suele utilizar actualmente como parte de los ingredientes de alimentos para animales domésticos. Sin embargo, Young (1976) propuso otro uso para el residuo óseo, ya que obtuvo un aislado proteico

al procesar el residuo óseo correspondiente a la CDM de pollo, presentando este aislado 60 a 65% de proteína, 23 a 35% de grasa, 5 a 10% de cenizas y 4 a 6% de humedad, y concluyendo que este aislado proteico podía ser utilizado como ingrediente proteico.

Wallace y Froning (1979) investigaron la calidad proteica del residuo óseo correspondiente a la CDM de pollo, sometiendo dicho residuo a un proceso de extracción de grasa, y obteniendo un producto con las siguientes características: 41,97% de proteína, 6,24% de humedad, 0,1% de grasa, 50,68% de cenizas y un valor de PER de 1,78. Si bien el PER obtenido es inferior al de la caseína (2,5), los autores indicaron que supera el de otros concentrados proteicos, como por ejemplo el obtenido del maíz, e indicaron que este subproducto podía ser un excelente suplemento de proteína y minerales en la alimentación animal.

Tal y como se ha podido observar, la composición química del residuo óseo de codorniz presenta características que le permitirían constituir un ingrediente en la preparación de alimentos. Se requerirían otras investigaciones para profundizar en las opciones de su procesamiento, y evaluar todas las ventajas y desventajas de su uso.

En el Cuadro 11 se puede apreciar el contenido de algunas proteínas en la carne de codorniz y de pollo, evidenciándose mayores contenidos de mioglobina, hemoglobina y pigmentos totales en la CDM de codorniz que en la carne de pollo ($P < 0,05$).

Cuadro 11. Determinación de algunas proteínas en CDM de codorniz y carne de pollo

TRAT.	Mioglobina (**)	Hemoglobina (**)	Pigm. Totales (**)	Prot. sarcopl. (*)	Prot. miofibr. (*)
T1	1,27±0,19 a	2,99±0,69 a	4,27±0,61 a	20,39±1,59 a	3,62±0,49 a
T2	0,47±0,12 b	0,56±0,06 b	1,02±0,15 b	17,64±1,24 b	3,54±0,14 a

T1: CDM de codorniz

T2: carne de pollo obtenida manualmente

TRAT.: Tratamiento

(*) Valores expresados en porcentaje de la proteína cruda

(**) Valores expresados en mg/g de carne

Para cada variable (columna) valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de t.

O'Brien *et al.* (1992) comentan que el contenido de mioglobina es alto en especies con una tasa metabólica elevada, gran actividad física, resistencia a la fatiga y músculos rojos, mientras que es

bajo en músculos blancos, animales deficientes en hierro y animales con estilos de vida sedentarios. Entre otras razones, la gran actividad física que caracteriza a esta especie que ha sido poco intervenida genéticamente en comparación con el pollo, pudiera contribuir a explicar que el contenido de mioglobina sea más alto en la codorniz; esta actividad física es muy evidente en especial cuando las aves son criadas en piso, como fue el caso de los animales beneficiados para este ensayo.

La carne obtenida mecánicamente posee un contenido de mioglobina muy similar al de la carne separada manualmente (Silberstein y Lillard, 1978 y Froning, 1995), por lo que la superioridad observada en cuanto al contenido de mioglobina de la CDM de codorniz con respecto a la carne de pollo (Cuadro 11) se puede explicar considerando la diferencia entre especies; sin embargo, cuando se observa la diferencia entre los contenidos de hemoglobina, además de la diferencia entre especies hay que tomar en cuenta la extracción de hemoglobina que tiene lugar durante el proceso de obtención de la CDM (Froning, 1981 y 1995), pues tal y como lo demostraron Silberstein y Lillard (1978) con carne de pescado, el contenido de la hemoglobina de la carne obtenida mecánicamente era cerca de tres veces el valor de la carne separada manualmente. Cori (2009b) evaluó el contenido de hemoglobina y mioglobina de la carne de codorniz separada manualmente, obteniéndose para el caso de la mioglobina 0,93 y 1,32 mg/g en carne de pechuga y pierna, respectivamente, valores muy cercanos al encontrado en la CDM de codorniz, mientras que con respecto al contenido de hemoglobina éste resultó ser de 0,70 y 1,28 mg/g en carne de pechuga y pierna, respectivamente. Si se observa la proporción de hemoglobina de la CDM de codorniz, ésta resultó tener aproximadamente tres veces el contenido de hemoglobina promedio de la carne separada manualmente (0,99 mg/g), aspecto que señala Froning (1995) y que coincide además con lo obtenido por Silberstein y Lillard (1978) para la carne de pescado.

El contenido de pigmentos totales de la carne de pollo obtenido en el presente trabajo es inferior al encontrado por Pikul *et al.* (1986) de 1,66 mg/g de carne de muslo de pollo, y al hallado por Kranen *et al.* (1999) de 1,39 mg/g para el músculo abductor pero supera el señalado por Fleming *et al.* (1991) de 0,59 mg/g de carne de muslo de pollo.

Con respecto al contenido de mioglobina de la carne de pollo, el valor encontrado en el presente trabajo supera el hallado por Fleming *et al.* (1991) de 0,21 mg/g para el muslo de los pollos

evaluados, pero es bastante cercano al señalado por Kranen *et al.* (1999) de 0,56 mg/g para el músculo abductor, mientras que el contenido de hemoglobina de la carne de pollo (T2) resultó superior al valor de 0,38 mg/g reportado por Fleming *et al.* (1991) pero inferior al señalado por Kranen *et al.* (1999) de 0,83 mg/g para el músculo abductor.

Estas diferencias encontradas con otros trabajos de investigación sobre la carne de pollo, pueden ser debidas a factores como los señalados por O'Brien *et al.* (1992) como la actividad física de los animales en cuestión, pero también pueden ser atribuidas a la metodología empleada o a las hemorragias generadas durante todo el proceso de beneficio, ya que Kranen *et al.* (1999) comentan que los valores obtenidos para los pigmentos totales (mioglobina y hemoglobina) y para la mioglobina pueden ser en ocasiones sobreestimados debido a turbidez presentada en los extractos obtenidos, cuando se usa una metodología de determinación de estas variables basada en la densidad óptica, y señalan además que los valores del contenido de hemoglobina en los músculos pueden ser muy variables debido a diversos tipos de hemorragias que se pueden presentar.

Con respecto a la extracción de las proteínas sarcoplásmicas (Cuadro 11), la CDM de codorniz (20,39%) superó estadísticamente ($P < 0,05$) la extracción de esta fracción proteica en la carne de pollo (17,64%), mientras que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en la extracción de proteínas miofibrilares en ambos tipos de carne.

Según Stalik (1991) las proteínas miofibrilares son las más importantes del músculo, porque con soluciones salinas pueden formar geles, tienen un mayor poder de retención de agua y mayor poder emulsionante, lo cual es determinante en la elaboración de productos tipo emulsión. Este aspecto lo confirman Offer y Knight (1988) citados por Van Laack *et al.* (2000), al señalar que los principales determinantes de la capacidad de retención de agua son las proteínas miofibrilares y no las del sarcoplasma. En este caso, los resultados indican que las dos materias primas evaluadas, carne de pollo y CDM de codorniz, permiten la extracción de proporciones equivalentes de proteínas miofibrilares, lo cual quiere decir que desde el punto de vista tecnológico la sustitución de la carne de pollo por CDM es factible, si se toma como base únicamente a esta característica. Sin embargo, es conveniente no subestimar el papel de las proteínas sarcoplásmicas, ya que Farouk *et al.* (2002) demostraron que una mayor concentración de las mismas en la carne generó menores pérdidas por cocción las salchichas.

Con respecto a las proteínas del sarcoplasma, el valor estadísticamente superior presentado para la CDM de codorniz (Cuadro 11), podría explicarse si consideramos que estas proteínas incluyen a la mioglobina y a la hemoglobina, las cuales resultaron significativamente superiores para la CDM de codorniz; las propiedades de estas proteínas, aunque no son tan importantes para la elaboración de los productos cárnicos, pueden contribuir en mejorar la capacidad de retención de agua (Gálvez *et al.*, 2006), lo cual puede ser ventajoso para un producto elaborado con CDM de codorniz, dada la mayor extracción de estas proteínas.

Existe cierta dificultad al efectuar comparaciones directas con otros trabajos que han evaluado extracción de proteínas sarcoplásmicas y miofibrilares, debido a la variedad de métodos existentes para medir estas variables, aspecto que también señalan Molette *et al.* (2003), sin embargo a continuación se presentan algunas reflexiones basadas en la bibliografía disponible donde se empleó una metodología similar a la usada en el presente estudio.

Los valores obtenidos en este trabajo para la extracción de proteína sarcoplásmica de la CDM y de la carne de pollo son inferiores al valor encontrado por Rathgeber *et al.* (1999) para pechuga de pavo producto de una glucólisis *postmortem* normal (29,9%) y al valor de la pechuga de dicha ave después de una glucólisis rápida (27,7%).

En el caso de Molette *et al.* (2003) se encontró en pechugas de pavo un 27% de proteínas sarcoplásmicas (teniendo igualmente como base la proteína cruda) después de un almacenamiento de 24 horas a 4 °C, disminuyendo este valor a 24,9% luego de 9 días de almacenamiento a la misma temperatura.

Cori (2009b) determinó que la extracción de las proteínas sarcoplásmicas de la pechuga del pollo (31,93% de la proteína cruda) supera a la de la pechuga de la codorniz (15,42%) y la gallina (18,53%), mientras que no hay diferencias en el porcentaje de extracción de proteína de la pierna+muslo de las tres aves, siendo 15,25% para la codorniz, 16,64% para el pollo y 17,00% para la gallina. Los resultados también demostraron que si se trata de codorniz o gallina no hay grandes diferencias entre la proteína del sarcoplasma extraída de la pechuga o de la pierna, pero si se trata del pollo se logra una mayor extracción de la pechuga.

Es importante mencionar que los valores encontrados por Cori (2009b) para la proporción de proteínas sarcoplásmicas extraíbles de la pierna+muslo de pollo y de gallina son muy cercanos al obtenido para la carne de pollo en el presente trabajo, y que la proporción de proteínas sarcoplásmicas extraídas de la CDM en este estudio supera a los valores encontrados por Cori (2009b) para pechuga de codorniz y de gallina, y para la carne de pierna+muslo de pollo, codorniz y gallina.

Los valores inferiores encontrados en el presente estudio con respecto a otros trabajos, pueden ser debidos a razones determinadas por la naturaleza de las proteínas de cada tipo de ave, a la porción del cuerpo que se esté considerando (Cori, 2009b) o bien por las características del proceso glucolítico *postmortem* que sufrieron los animales, pues tal y como lo señalan Varnam y Sutherland (1998) el rápido descenso del pH combinado con la alta temperatura de la canal pueden originar la desnaturalización de ciertas proteínas, fenómeno que ilustran Rathgeber *et al.* (1999) según los valores antes presentados. Sayre y Briskey (1963) confirman este hecho, al encontrar en músculos de cerdo una reducción a las 24 horas *postmortem* de la solubilidad de las proteínas sarcoplásmicas en un 55% cuando al inicio del *Rigor mortis* la carne de los animales presentaba un pH bajo y alta temperatura, mientras que la reducción fue del 17% cuando al inicio de dicho proceso el pH fue alto. Estos autores señalan que la solubilidad proteica es uno de los principales factores que influye en las propiedades de retención de jugos del músculo. Van Laack *et al.* (2000) encontraron por otro lado una mayor solubilidad de las proteínas del sarcoplasma en pechuga de pollo de color normal (50 mg/g) en comparación con pechuga de pollo pálida (44 mg/g), indicando que este comportamiento indicaba una mayor desnaturalización proteica en las últimas, donde se observó un pH inferior con respecto a las primeras (5,96 vs. 5,70).

El trabajo de Molette *et al.* (2003) sugiere otra posible causa para las cifras bajas encontradas en algunos casos del presente estudio, como lo es el almacenamiento de la carne, ya que en su trabajo la carne estuvo sometida a refrigeración durante aproximadamente 24 horas o 9 días, mientras que en el presente trabajo la CDM y la carne de pollo una vez obtenidas fueron sometidas a congelación hasta el momento del estudio, el cual fue de 8 semanas desde el momento de la congelación. Khan *et al.* (1963) comentan que la extracción de proteína sarcoplásmica del músculo de pollo puede disminuir durante el almacenamiento congelado si éste es muy largo, pero los resultados sugieren que estas

proteínas no son tan afectadas como las miofibrilares ni por el tiempo ni por la temperatura de congelación. Estos investigadores encontraron después de 50 semanas de almacenamiento a -4 °C, 0,96 g de nitrógeno/100 g de músculo de pechuga y 0,60 g de nitrógeno/100 g de músculo de pierna. Si tomamos en cuenta el contenido proteico de la pechuga (23,1%) y del muslo (20,1%) según el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (1999), lo obtenido por Khan *et al.* (1963) equivale a 25,97% de la proteína cruda extraída como proteína sarcoplásmica en la pechuga y 18,66% de la proteína cruda extraída como proteína sarcoplásmica en la pierna, siendo ambos valores superiores a los obtenidos en el presente estudio.

Por otro lado, al compararse carne de pescado obtenida manual y mecánicamente, Webb *et al.* (1976) encontraron 17,58 g de proteína sarcoplásmica/100 g proteína cruda para la carne separada manualmente y 21,75 g de proteína sarcoplásmica/100 g proteína cruda para la carne obtenida mecánicamente, valores que fueron estadísticamente diferentes ($P < 0,05$), los cuales son muy similares a los presentados en el Cuadro 11, a pesar de que el método no fue exactamente el mismo empleado en el presente trabajo.

En relación a las proteínas miofibrilares los valores encontrados en este estudio son inferiores a los presentados por Rathgeber *et al.* (1999) para pechuga de pavo con una glucólisis *postmortem* normal (14,6%), y pechuga de pavo con una glucólisis rápida (9,7%); también son inferiores al valor reportado por Molette *et al.* (2003) de 8,6% para pechuga de pavo después de 6 horas *postmortem* a 4 °C.

Cori (2009b) en su estudio encontró para el caso de las proteínas miofibrilares, una tendencia opuesta a la de las proteínas del sarcoplasma, ya que los valores de extracción de la pierna+muslo del pollo (3,40% de la proteína cruda) superaron los valores de la pierna+muslo de codorniz (2,18%) y de gallina (2,39%), mientras que no hubo diferencias importantes entre la proteína extraída de la pechuga de las tres aves, cuyos valores fueron 1,59% (pollo), 1,82% (gallina) y 1,98% (codorniz). Estos resultados le permitieron concluir que si se trata de la extracción de las proteínas del sarcoplasma hay una tendencia a que se obtenga un mayor porcentaje de la porción de la pechuga, pero es solo en el caso del pollo que esta superioridad se hace más evidente. Para el caso de la solubilidad de las proteínas miofibrilares, se tienden a extraer más de la porción de la pierna+muslo,

siendo igualmente para el caso del pollo que se pone de manifiesto de forma más acentuada esta diferencia.

Tal y como se puede observar, el valor obtenido en el presente trabajo para la extracción de las proteínas miofibrilares de la carne de pollo es muy cercano al encontrado por Cori (2009b), mientras que la solubilidad de dichas proteínas de la CDM de codorniz supera los valores reportados en ese estudio para pechuga y para la pierna+muslo de codorniz y gallina (Cuadro 11).

Nuevamente es necesario hacer referencia a que los valores bajos encontrados en el presente estudio con respecto a otros trabajos pueden ser por un lado debidos a razones determinadas por la naturaleza de las proteínas de cada tipo de ave, aspecto que confirman Rathgeber *et al.* (1999) al encontrar un comportamiento en la carne de pechuga de pavo diferente a la señalada en la literatura para la carne de cerdo. También pueden ser debidas a la porción del cuerpo que se esté considerando (Cori, 2009b), o a las características del proceso glucolítico *postmortem* que sufrieron los animales y que ya fue señalado para las proteínas sarcoplásmicas, fenómeno que ilustran Rathgeber *et al.* (1999) según los valores antes presentados. Con respecto a este punto Sayre y Briskey (1963) encontraron una reducción del 75% en la solubilidad de las proteínas miofibrilares cuando al inicio del *Rigor mortis* la carne de los animales presentaba un pH bajo y alta temperatura, mientras que cuando el pH fue alto al inicio de este proceso no observó cambio en la solubilidad de dichas proteínas, aspecto que refleja que las proteínas miofibrilares son mucho más afectadas por el bajo pH y alta temperatura que las sarcoplásmicas.

El almacenamiento de la carne bajo congelación pudiera ser otra causa de los bajos valores encontrados en el presente estudio, tal y como lo demostraron Khan *et al.* (1963) al señalar que las temperaturas de congelación suelen desnaturalizar las proteínas miofibrilares, disminuyendo su solubilidad.

Webb *et al.* (1976) al comparar carne de pescado obtenida manual y mecánicamente, no encontraron diferencias significativas estadísticamente ($P > 0,05$) de la proteína miofibrilar cuando emplearon una extracción con dodecil sulfato de sodio, reportando valores de 61,92 y 54,90 g proteína miofibrilar/100 g proteína cruda para carne obtenida de forma manual y mecánica, respectivamente, pero sí las obtuvieron cuando la extracción fue con cloruro de sodio ($P < 0,05$) encontrando valores de

8,53 y 12,37 g proteína miofibrilar/100 g proteína cruda para carne obtenida de forma manual y mecánica, respectivamente, indicando esto entre otras cosas, que los valores obtenidos dependen en una buena medida del método analítico empleado.

Es importante puntualizar que la mayor o menor solubilidad de las proteínas, especialmente las miofibrilares, va a influir en una propiedad tecnológica muy importante de la carne como lo es su capacidad de retención de agua, y dicha solubilidad puede verse afectada entre otras cosas por la desnaturalización proteica que puede sufrir la materia prima, determinada por las condiciones de pH y temperatura *prerigor* y por las condiciones de temperatura *postrigor* (almacenamiento).

En el Cuadro 12 se aprecian los valores con respecto al color, observándose que la CDM de codorniz es más oscura, más roja y menos amarilla que la carne de pollo ($P < 0,05$).

Cuadro 12. Determinación de color y el pH en CDM de codorniz y en carne de pollo

TRAT.	L*	a*	b*	pH
T1	41,0±0,82 b	12,5±0,71 a	16,0±0,96 b	6,31±0,07 a
T2	56,0±0,85 a	8,0±0,26 b	17,5±0,83 a	5,94±0,09 b

T1: CDM de codorniz

T2: carne de pollo obtenida manualmente

TRAT.: Tratamiento

Para cada variable (columna) valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de t.

El menor valor de L* y el mayor valor de a* en la CDM de codorniz con respecto a la de pollo es lógico, si se considera el contenido superior de mioglobina y de hemoglobina hallado en T1, pigmentos responsables del color rojo de la carne.

Los estudios que se han efectuado en carne de pollo han sido principalmente caracterizando la pechuga de las aves, por lo que son escasos los trabajos en los que se señalen valores correspondientes a la carne de la pierna o muslo; sin embargo, se puede mencionar que la carne de pollo en el presente trabajo obtuvo valores de L*, a* y b* (Cuadro 12) superiores a los reportados por Fleming *et al.* (1991) para muslo de pollo, de 36,99, 5,67 y 5,10, respectivamente.

Con respecto a la CDM de codorniz, la escasa literatura científica que existe en relación al estudio de la carne de esta especie dificulta la realización de comparaciones adecuadas, sin embargo se puede mencionar que los valores de luminosidad obtenidos son muy similares a los reportados por Cori (2008a) de 39,57 para una mezcla de carne de pechuga y de muslo, por Gordon (2009) de 42,98 para una mezcla de la misma naturaleza pero inferior a valor señalado por Remignon *et al.* (1998) de 44,08 para pechuga de codorniz.

En relación al valor de a^* , la magnitud hallada en el presente trabajo para la CDM indica una mayor tonalidad roja en comparación el valor reportado por Cori (2008a) de 6,72, por Gordon (2009) de 6,62 y por Remignon *et al.* (1998) de 6,74, tendencia lógica y esperada dada la alta proporción de hemoglobina incorporada a la carne desde la médula ósea durante el proceso de obtención de la CDM y la eliminación de tejido conectivo (Field, 1981), mientras que el valor de b^* resultó mayor a los reportados por Cori (2008a) de 6,35, Gordon (2009) de 9,35 y Remignon *et al.* (1998) de 11,62.

Al comparar la CDM de codorniz con la CDM de otras aves, comercialmente disponibles tanto a nivel nacional como internacional, se puede observar que la CDM de codorniz posee un valor de L^* similar al reportado por Grunden *et al.* (1972) para CDM de carapacho de pavo de 24 semanas (43,1), pero es inferior a los valores señalados por dichos autores para CDM de carapacho de pollo (47,7) y CDM de carapacho de pavo de 52 semanas (47,0), y al valor de L^* reportado por Serdaroglu *et al.* (2005) para CDM de pavo (46,3).

Con respecto al valor de a^* , la CDM de codorniz presentó un valor similar al reportado por Grunden *et al.* (1972) de 12,0 para CDM de carapacho y cuello, pero inferior al obtenido por estos autores para CDM de carapacho de pavo de 24 semanas (19,1) y de 52 semanas (14,1), siendo superado igualmente por el valor de a^* reportado por Serdaroglu *et al.* (2005) de 22,1 para CDM de pavo.

En relación a la tonalidad amarilla, la CDM de codorniz resultó con un valor de b^* superior a la de CDM de carapacho de pollo (11,5), CDM de carapacho de pavo de 24 semanas (11,8) y de 52 semanas (11,5) (Grunden *et al.*, 1972) y al valor del CDM de pavo señalado por Serdaroglu *et al.* (2005) de 7,8.

Tal y como se puede observar, al comparar el color de la CDM de codorniz obtenida instrumentalmente en el presente trabajo con algunas CDM que se pueden producir comercialmente, se aprecian ciertas diferencias que son producto de una variedad de factores, entre los que se pueden mencionar la especie en cuestión, el equipo de deshuesado, el equipo de medición e inclusive el tiempo y condiciones de almacenamiento, pero en forma general la mayoría de los valores se aproximan a algunos de los reportados en la literatura, lo cual indica la factibilidad de uso de la CDM de codorniz como materia prima que permita la obtención de productos cárnicos similares a otros que ofrece el mercado.

En cuanto al pH, en el Cuadro 12 se aprecia una tendencia a que la CDM de codorniz tenga una magnitud superior ($P < 0,05$). Este fenómeno puede ser en primer lugar producto de la diferencia entre especies, ya que el valor de pH 24 horas postmortem reportado por Cori (2008a) fue de 6,34 para una mezcla carne de pechuga y pierna+muslo de codorniz, el de Genchev *et al.* (2005) fue de 6,63 para carne de muslo de la codorniz y el de Gordon (2009) fue de 6,16 para la misma mezcla de carne empleada por Cori (2008a), donde se aprecia que los valores de pH en la codorniz son relativamente altos (a pesar de incluir la carne de pechuga) en comparación con otros reportados para carne de pechuga de pollo como el de Qiao *et al.* (2002) de 5,96 o el de Lambooiij *et al.* (1999) de 5,70. Según Kiessling (1977) las fibras musculares rojas constituyen la mayor parte del tejido muscular de la codorniz, presentándose en mayor proporción en la pechuga en comparación con el muslo de estas aves, y dado que la codorniz se caracteriza por presentar un metabolismo principalmente oxidativo, aunque también se evidencia cierta actividad glucolítica (Kiessling, 1977) la falta de aporte de oxígeno como consecuencia de la muerte del animal originó obviamente una disminución en el pH de la carne pero no de gran magnitud, tendiendo luego a un incremento como consecuencia del proceso de maduración. Si a esto se añade el hecho conocido de que las codornices se caracterizan por ser animales tradicionalmente muy sensibles al estrés o de temperamento fácilmente excitable, es posible que todo el proceso previo al beneficio en el presente estudio (colocación en las cajas y transporte en las mismas) provocó una reducción importante de las reservas de glucógeno muscular, teniéndose de este modo menor sustrato para la glucólisis y por tanto siendo relativamente alto el pH durante el tiempo de medición.

Otra razón para explicar la tendencia del mayor pH en la CDM de codorniz es la inclusión de médula ósea, tal y como lo señalan Serdaroglu *et al.* (2005), quienes encontraron un pH de 6,00 para CDM

de pavo y 5,8 para la carne de dicha ave obtenida manualmente, o Bonato *et al.* (2006b) quienes reportan un pH de 5,88 para carne de pechuga de pollo y 6,47 para CDM de pollo. Demos y Mandigo (1995) encontraron un pH de 7,71 para la médula ósea de bovino, lo cual confirma que este fenómeno pudiera contribuir a explicar el comportamiento observado entre T1 y T2.

Además de los valores ya señalados de pH en CDM encontrados por otros investigadores, se puede mencionar el pH obtenido por Grunden *et al.* (1972) de 6,2 para CDM de gallina, el cual es ligeramente inferior al encontrado en la CDM de codorniz en el presente trabajo, mientras que el de CDM de carapacho de pavo de 24 semanas (6,4) y el de pollo (6,6) resultaron superiores al valor de CDM de codorniz.

En el Cuadro 13 se puede apreciar que la CDM de codorniz presenta mayores valores de capacidad de retención de agua ($P < 0,05$), no habiendo diferencias estadísticamente significativas en la capacidad emulsificante para los tratamientos evaluados.

Cuadro 13. Evaluación de algunas propiedades funcionales de la CDM de codorniz y la carne de pollo

TRAT.	Capacidad de retención de agua (CRA)	Capacidad emulsificante (CE)	Capacidad gelificante (CG)
T1	89,00±8,43 a	534,64±31,42 a	15,07±2,12 a
T2	68,50±9,20 b	559,98±35,43 a	12,47±1,79 b

T1: CDM de codorniz

T2: carne de pollo obtenida manualmente

TRAT.: Tratamiento

Capacidad de retención de agua (CRA): expresada en mL de solución 0,6 M de NaCl/100 g carne

Capacidad emulsificante (CE): expresada en g aceite/g proteína

Capacidad gelificante (CG): expresada en mm

Para cada variable (columna) valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de t.

La capacidad de retención de agua (CRA) de la CDM de codorniz resultó inferior a la reportada por Cori (2008a) de 124,6 y 141 mL de solución/100 g carne para una mezcla de carne de pechuga y pierna+muslo de dicha ave de 42-45 días y 56-59 días, respectivamente. Por otro lado, la CRA de la carne de pollo es superior al valor obtenido por Wardlaw *et al.* (1973) de 25,3 mL de solución/100 g

carne para pechuga de pollo, y por Mc Curdy *et al.* (1996) de 36,8 mL de solución/100 g carne para pechuga de pollo.

Si se comparan los resultados obtenidos en el presente trabajo con otros correspondientes a especies diferentes a las aves, podemos encontrar que los resultados obtenidos en la CRA de CDM de codorniz y carne de pollo son superiores a los señalados por Karakaya *et al.* (2006) para carne de cabra (45,8 %), bovino (19,8 %) y conejo (22,9 %), resultando también superior a la obtenida por Abugoch *et al.* (2000) de 51,8 mL agua/100 g carne de manto de jibia (*Dosidicus gigas*).

Las diferencias encontradas entre los tratamientos T1 y T2 en el presente trabajo son debidas a las características propias de las proteínas presentes, donde el mayor valor de pH de la CDM posiblemente afectó esta propiedad permitiendo una mayor cantidad de agua retenida (Guerra *et al.*, 2003). Las proteínas presentan la menor capacidad de hidratación en su punto isoeléctrico, en el que predominan las interacciones proteína-proteína; por encima y por debajo del mismo se modifica la carga neta y pueden hincharse y unir más agua (Gálvez *et al.*, 2006), por lo tanto, el presentar la CDM un valor de pH más alejado al punto isoeléctrico de las principales proteínas cárnicas, en comparación a la carne de pollo, pudiera explicar el comportamiento observado en la CRA.

La metodología de análisis fue la misma en ambos casos (T1 y T2), lo cual no se puede afirmar al establecer las comparaciones con algunos trabajos, ya que, además de las propiedades de las proteínas de las carnes en cuestión, hay que considerar las proporciones de carne y líquido utilizados, si se usó agua o una solución salina y las características del proceso de centrifugación utilizado. Wardlaw *et al.* (1973) reportan resultados producto de una metodología idéntica a la seguida en el presente trabajo, incluyendo las características de la centrifugación, por lo que la superioridad de los valores reportados en el Cuadro 13 indican sin lugar a dudas que la CDM de codorniz y la carne de pollo analizadas constituyen una excelente materia prima, en comparación con la pechuga de pollo, para la elaboración de productos cárnicos donde esta propiedad sea importante. Sin embargo, Cori (2008a) utilizó la misma metodología empleada en el presente trabajo, salvo que la centrifugación fue de 4.300 g, lo cual explica que la cantidad de agua retenida sea superior a la reportada en el Cuadro 13, donde se utilizó 12.000 g; pero Mc Curdy *et al.* (1996) obtuvieron un valor menor a pesar de emplear una centrifugación de 7.000 g, lo cual permite efectuar la misma conclusión señalada anteriormente para la CDM de codorniz y la carne de pollo al

establecer la comparación con lo obtenido por Wardlaw *et al.* (1973). Por otro lado, Karakaya *et al.* (2006) reportan haber utilizado la misma metodología de Wardlaw *et al.* (1973), sin embargo señalan el uso de 10.000 rpm en la centrifugación correspondiente, lo cual no permite establecer (con la información suministrada por los autores) si se trata de 12.000 g. Finalmente, Abugoch *et al.* (2000) emplearon agua destilada en lugar de una solución salina, una relación carne:agua de 1:1 en lugar de 1:1,6, un reposo de 24 h en lugar de 15 minutos y una centrifugación de 1.319 g en lugar de 12.000 g, condiciones que afectan el resultado de manera diferente.

La capacidad emulsificante (CE) de la CDM de codorniz produjo un resultado similar al valor de 538 g aceite/g proteína para una mezcla de carne de pechuga y pierna+muslo de dicha ave de 42-45 días de edad y ligeramente inferior al valor de 607,4 g aceite/g proteína para una mezcla de carne de pechuga y pierna+muslo de dicha ave de 56-59 días, resultados ambos reportados por Cori (2008a). En este sentido, Guerra *et al.* (2003) comentan que mientras que algunos autores indican que la CDM tiene mayor capacidad para formar una emulsión que la separada manualmente, otros informan el fenómeno opuesto, o que no existen diferencias entre ambas, fenómeno que se encontró en el presente trabajo. Por otro lado, Qiao *et al.* (2001) reportan 81,09 mL de aceite añadido para pechugas de pollo de color normal, valor inferior al correspondiente a la carne de pollo (T2) de 100,93 mL, el cual se obtiene a partir del Cuadro 13 al considerar la misma alícuota empleada por Qiao *et al.* (2001).

Karakaya *et al.* (2006) señalan valores de 135, 110 y 125 mL aceite/g proteína para carne de cabra, bovino y conejo, respectivamente, los cuales al compararse con los correspondientes a T1 y T2 después de hacer la conversión respectiva (568,77 mL aceite/g proteína para T1 y 595,72 mL aceite/g proteína para T2) resultan de una magnitud inferior.

Abugoch *et al.* (2000) encontraron para carne de manto de jibia una capacidad emulsificante de 2.817 g aceite/g proteína, valor notablemente superior a los hallados en el presente trabajo.

Webb *et al.* (1976) al comparar la capacidad emulsificante de carne de pescado obtenida manual y mecánicamente, reportan valores (aproximados) de 1.129 y 1.176 g aceite/g proteína, respectivamente, los cuales no fueron estadísticamente diferentes, y superan ampliamente a los obtenidos en el presente trabajo.

Froning *et al.* (1971) encontraron valores de 0,50 y 0,49 mL aceite/mg de proteína para CDM de pavo de 7 y de 90 días de congelación, respectivamente. Al tomar en cuenta que dichos autores usaron aceite de maíz, y considerando una densidad de 0,921 g/mL (promedio del máximo y el mínimo valor según la Norma Venezolana COVENIN 743:2002 correspondiente a aceite de maíz) estas cifras equivalen a 460,5 y 451,3 g aceite/g proteína, para CDM de pavo de 7 y de 90 días de congelación, respectivamente, valores inferiores a los encontrados en el presente estudio, aunque la diferencia entre los valores es menor que las encontradas en los otros trabajos citados.

Al igual que en el caso de la capacidad de retención de agua, en la capacidad emulsificante hay que considerar la metodología utilizada, pues Fennema (1993) comenta que las características de una emulsión se ven influenciadas por múltiples factores: tipo y geometría del equipo utilizado, intensidad de la energía empleada, velocidad de adición del aceite, temperatura, pH, fuerza iónica, presencia de azúcares y agentes de superficie de bajo peso molecular, exposición al oxígeno, tipo de grasa (punto de fusión) y concentración de las proteínas solubles. La influencia de estos factores, continúa Fennema (1993), explica por qué, si no se procede en condiciones estandarizadas, una misma emulsión da resultados diferentes al ser estudiada por distintos investigadores, y por qué difieren tanto los datos publicados por distintos grupos sobre el comportamiento de una proteína como emulsificador. A estos factores señalados por Fennema (1993) hay que añadir el criterio o método utilizado para determinar el cambio de fase. Ranken (1988) coincide con estos planteamientos cuando afirma que suele ser difícil obtener resultados reproducibles incluso poniendo sumo cuidado en la realización de los experimentos.

De los trabajos citados anteriormente, solo los de Froning. *et al.* (1971), Qiao *et al.* (2001) y Cori (2008a) se efectuaron con el mismo procedimiento, empleando las mismas soluciones y proporciones, tan solo que en el de Qiao *et al.* (2001) y en el de Froning. *et al.* (1971) es posible que la geometría del equipo y la velocidad de agitación haya sido distinta, aparte de que el método de detección del punto de cambio de fase fue por cambios en el color, viscosidad y sonido del motor y no por un incremento brusco en la resistencia eléctrica de la mezcla, método empleado tanto en la investigación de Cori (2008a) como en el presente trabajo, y que está descrito por Webb *et al.* (1970).

En la investigación de Karakaya *et al.* (2006), la solución empleada no fue la misma ni la proporción carne:solución, pero se utilizó un procedimiento similar y se determinó el cambio de fase a través del aumento brusco de la resistencia eléctrica. Con respecto a Abugoch *et al.* (2000), el método de detección del cambio de fase fue también mediante un aumento de la resistencia eléctrica, pero la solución empleada, y la proporción carne:solución fueron diferentes, aparte de que contó con un período de reposo de 24 horas que no se tuvo en los demás trabajos. Webb *et al.* (1976) emplearon el método de detección del cambio de fase mediante un aumento de la resistencia eléctrica, pero la proporción carne:solución y la preparación de la muestra fueron diferentes a las empleadas en el presente trabajo.

Tal y como se puede observar, con la información suministrada solo se puede realizar una comparación justa y adecuada con el trabajo de Cori (2008a), con algo de reserva se puede considerar el trabajo de Qiao *et al.* (2001) y el de Froning *et al.* (1971), y con un poco más de cautela el trabajo de Karakaya *et al.* (2006), pero definitivamente los resultados de Abugoch *et al.* (2000) y de Webb *et al.* (1976) no pueden ser considerados en el análisis.

En relación a la capacidad gelificante, las unidades señaladas en el Cuadro 13 indican la penetración del cono en el gel, apreciándose que fue mayor en el caso de la CDM, lo cual era de esperarse, dado lo quebradizo que se observaron dichos geles de carne elaborados.

En la literatura científica disponible se evalúa la capacidad gelificante de materias primas cárnicas, bien a través de métodos que se comprobaron en el presente trabajo que no son adecuados para las muestras estudiadas, o con equipos que no se tenían disponibles, y/o a través de muestras preparadas con una gran cantidad de ingredientes y aditivos, que en conjunto contribuyen a que la carne pierda su identidad; por lo anteriormente señalado, no es adecuado efectuar comparaciones con la bibliografía.

Es necesario aclarar que estos resultados de las propiedades funcionales no indican necesariamente que ese será el comportamiento de la carne una vez que le sean añadidos ingredientes y aditivos propios de ciertos productos, sino que es la conducta de estas dos materias primas cárnicas con una intervención mínima que les permite manifestar dichas propiedades.

El análisis microbiológico es muy importante, especialmente para la CDM, ya que por su composición y estado físico constituye un medio ideal para la proliferación microbiana, lo que limita su conservación en estado refrigerado. Algunas particularidades del proceso de separación mecánica de la carne como la liberación de fluidos celulares ricos en nutrientes debido a la maceración del tejido, el pequeño tamaño de partícula que trae como consecuencia una gran área superficial expuesta a la contaminación y a la incorporación de aire, el pH relativamente elevado y el calor que se genera durante el proceso son factores que Kumar *et al.* (1986) mencionan como favorecedores del crecimiento microbiano. Estos autores encontraron un incremento en el conteo de aerobios mesófilos de $5,46 \log_{10} \text{ ufc/g}$ (que equivale a $2,8 \times 10^5 \text{ ufc/g}$) en la canal de gallina a $7,30 \log_{10} \text{ ufc/g}$ (equivalente a $1,9 \times 10^7 \text{ ufc/g}$) en la CDM de gallina, y en el caso de los coliformes un aumento de $3,43 \log_{10} \text{ ufc/g}$ ($2,6 \times 10^3 \text{ ufc/g}$) a $4,30 \log_{10} \text{ ufc/g}$ ($1,9 \times 10^4 \text{ ufc/g}$), para la canal de gallina y CDM de gallina, respectivamente.

En el caso de las materias primas evaluadas en el presente trabajo, los resultados microbiológicos se pueden apreciar en el Cuadro 14, e indican que se satisfacen los requisitos exigidos en la Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007 para Carne Deshuesada Mecánicamente y en la Norma Venezolana COVENIN 2343-86 para Pollo beneficiado, al reportarse en ambos casos contajes de *E. coli* inferiores a 10 ufc/g , la ausencia de *Salmonella* y contajes de aerobios mesófilos que no excedieron los valores mínimos de las normas respectivas ($1 \times 10^6 \text{ ufc/g}$ para CDM y $5 \times 10^5 \text{ ufc/g}$ para pollo congelado). Por otro lado, se aprecian diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en el conteo de aerobios mesófilos, siendo superior el valor reportado para la carne de pollo, lo cual puede ser debido a que el deshuesado manual también puede traer incrementos en el conteo bacteriano si no se toman las medidas pertinentes.

Cuadro 14. Resultados microbiológicos de CDM de codorniz y de la carne de pollo

TRAT.	Aerobios mesófilos (media aritmética) (ufc/g)	Aerobios mesófilos (rango) (ufc/g)	<i>E. coli</i> (ufc/g)	<i>Salmonella</i>
T1	$9,7 \times 10^2 \text{ b}$	$2 \times 10^2 - 1,5 \times 10^3$	<10	Ausente
T2	$7,9 \times 10^3 \text{ a}$	$2,6 \times 10^3 - 2,7 \times 10^4$	<10	Ausente

T1: CDM de codorniz

T2: carne de pollo obtenida manualmente

TRAT.: Tratamiento

Para cada variable (columna) las letras distintas corresponden a diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Wilcoxon.

El valor obtenido para T2 en *E. coli* (Cuadro 14) es inferior al encontrado por López (2002) de 7×10^3 ufc/g para carne de pollo deshuesado en una planta beneficiadora del Estado Aragua (Venezuela), mientras que el contaje de *E. coli* encontrado en el presente trabajo para la CDM de codorniz y la carne de pollo resultó inferior al reportado por Archile *et al.* (1999) de $9,3 \times 10^2$ ufc/g para CDM de pollo en una planta beneficiadora de pollo del Estado Zulia (Venezuela).

Con respecto a la CDM de codorniz, la escasez de literatura científica sobre dicha especie hace complicada una adecuada comparación de los valores obtenidos, pero se puede mencionar que el contaje de aerobios mesófilos encontrado en T1 es inferior al valor promedio de 3 lotes en el trabajo de Llovera (2004) de $3,5 \times 10^7$ ufc/g para CDM de pollo usado como materia prima de productos cárnicos en una empresa venezolana; también es inferior al valor encontrado por Kumar *et al.* (1986) de $1,9 \times 10^7$ ufc/g para CDM de gallina y de pollo, al reportado por Archile *et al.* (1999) de $1,3 \times 10^5$ ufc/g para CDM de pollo en una planta beneficiadora de pollo del Estado Zulia (Venezuela), e inferior a valor reportado por Froning *et al.* (1971) de $1,49 \times 10^5$ ufc/g para CDM de pollo entero recién recibido en planta.

La ausencia de *Salmonella* en T1 y en T2 coincide con lo hallado por Kumar *et al.* (1986) en carne de gallina, CDM de gallina y CDM de pollo, al igual que con Archile *et al.* (1999) con CDM de pollo.

Los bajos contajes de aerobios mesófilos y *E. coli* encontrados en las materias primas analizadas, es un aspecto positivo, y la ausencia de *E. coli* garantiza la poca posibilidad de contaminación fecal de estas materias primas. Estos resultados pueden ser producto de adecuadas prácticas higiénicas en las áreas de beneficio y preparación de estas materias primas, pero además pudieron haber tenido un efecto letal las bajas temperaturas (-18 °C) a las que fueron sometidas desde el momento de su obtención hasta su análisis microbiológico (aproximadamente 4 semanas). Kumar *et al.* (1986) sometieron CDM de gallina a congelación (-18 °C) durante 4 meses, y encontraron una disminución en los contajes de aerobios mesófilos y coliformes en uno y dos ciclos logarítmicos, respectivamente. Este fenómeno lo explican Adams y Moss (1997) señalando que a la temperatura de congelación inicia la muerte celular microbiana, ya que al principio el hielo se forma principalmente en el exterior de las células, y las elevadas presiones osmóticas generadas las pueden

deshidratar. Los cambios en la concentración de iones y en el pH de la fase acuosa también alterarán la estructura y la función de numerosos componentes y macromoléculas de las células que dependen de estos factores para su estabilidad.

Conclusiones del Experimento 1

La CDM de codorniz presentó un mayor contenido de humedad, cenizas, hierro y calcio (77,39%, 1,42%, 33,78 mg/kg y 0,34%, respectivamente) que la carne de pollo (74,01%, 0,73%, 10,96 mg/kg y 0,05%, respectivamente) no observándose diferencias en cuando a los niveles de grasa ni de proteína cruda, evidenciándose además mayores contenidos de mioglobina, hemoglobina y pigmentos totales en la CDM de codorniz que en la carne de pollo.

La extracción de proteínas sarcoplásmicas en la CDM de codorniz superó la extracción de esta fracción proteica en la carne de pollo, mientras que no se encontraron diferencias en la extracción de proteínas miofibrilares en ambos tipos de carne.

La CDM de codorniz resultó más oscura, más roja y menos amarilla que la carne de pollo, presentando además mayores valores de pH, mayor capacidad de retención de agua, indicadores de una menor capacidad gelificante, no encontrándose diferencias en la capacidad emulsificante para los tratamientos evaluados.

Los resultados microbiológicos permiten concluir que se satisfacen los requisitos exigidos en la Norma Venezolana COVENIN NVF 3762:2007 de Carne Deshuesada Mecánicamente y en la Norma Venezolana COVENIN 2343-86 de Pollo beneficiado, encontrándose diferencias en el conteo de aerobios mesófilos y siendo superior el valor reportado para la carne de pollo.

V.2. ETAPA 2

V.2.1. Desarrollo, caracterización y comparación de nuggets (Experimento 2)

En el Cuadro 15 se presentan los pesos de los nuggets después de cada uno de los procesos de manufactura, observándose que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre el peso de las piezas formadas de los cinco tratamientos, comportamiento que se repite para las piezas una vez que fueron rebozadas en la mezcla líquida, empanadas y precocinadas.

La falta de diferencias estadísticas entre los tratamientos para el “Peso formado” puede ser explicada por la uniformidad en el espesor de la lámina de masa cárnica en las bandejas antes del formado para todos los tratamientos. En el caso del “Peso rebozado”, este resultado puede ser debido a la uniformidad en el espesor ya señalada y además al empleo de una misma formulación para la mezcla de rebozado, ya que Dogan *et al.* (2005) demostraron que el peso de la capa que cubría los nuggets de pollo por ellos elaborados era directamente proporcional a la viscosidad de la mezcla de rebozado. Para el caso del “Peso empanado” y “Peso precocinado” la falta de diferencias estadísticas puede ser causada por la desviación de los valores en cada tratamiento, debida a un mayor o menor recubrimiento de las piezas con la miga de pan (para el primer caso) y pérdida de parte de la miga y por tanto absorción desigual del aceite (para el segundo caso) en la corteza del nugget, fenómenos que no se considera dependan de la formulación empleada, sino de sucesos fortuitos, propios del proceso.

Dogan *et al.* (2005) elaboraron nuggets de pollo, donde el peso de la pieza antes del rebozado era de 13 ± 2 g, mientras que para el caso de Bonato *et al.* (2006b) las piezas formadas tenían un peso de $10,9 \pm 0,3$ g, valores inferiores a los de las piezas en el presente trabajo antes del rebozado y empanado, mientras que las principales marcas comerciales de nuggets precocinados en Venezuela presentan piezas entre 22 y 23 g, valores ligeramente superiores a los presentados en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Evaluación del peso de los nuggets en cada paso de su procesamiento

TRAT.	Peso formado (g)	Peso rebozado (g)	Peso empanado (g)	Peso precocinado (g)
T1	16,70±0,26 a	17,67±0,25 a	18,57±1,07 a	17,63±1,10 a
T2	16,63±0,29 a	18,27±0,35 a	20,70±0,26 a	19,73±0,32 a
T3	16,60±0,36 a	17,40±0,30 a	19,40±1,40 a	18,67±1,20 a
T4	16,40±0,40 a	18,00±0,53 a	21,50±1,10 a	20,73±1,63 a
T5	16,27±0,21 a	17,50±0,40 a	19,80±1,65 a	18,80±1,65 a

-Los resultados corresponden a media ± desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey

-TRAT.: Tratamiento

-T1: nuggets de pollo (0% de reemplazo); T2: nuggets de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: nuggets de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: nuggets de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: nuggets de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

En el Cuadro 16a se puede observar la composición química de los nuggets precocinados y cocidos de pollo y codorniz, obtenidos a partir de los cinco tratamientos, donde se observa que el contenido de humedad para los nuggets precocinados osciló entre 61,77 y 62,79 %, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos obtenidos ($P > 0,05$).

Cuadro 16a. Composición química de nuggets precocinados y cocidos de pollo y codorniz

TRAT.	Humedad (%)		Cenizas (%)		Grasa (%)		Proteína cruda (%)	
	Precocinado	Cocido	Precocinado	Cocido	Precocinado	Cocido	Precocinado	Cocido
T1	62,57±1,16 a	43,31±0,26 d	2,13±0,12 a	2,44±0,07 c	3,82±0,30 b	19,66±0,36 a	12,42±0,23 a	16,83±0,26 a
T2	62,79±1,99 a	45,79±0,21 c	2,28±0,14 a	2,92±0,05 ab	4,71±0,26 a	18,32±0,19 b	12,54±0,09 a	16,13±0,09 ab
T3	62,06±0,86 a	46,96±0,13 b	2,23±0,23 a	2,78±0,08 b	4,62±0,36 ab	13,12±0,48 c	12,28±0,02 a	15,59±0,50 b
T4	62,52±1,62 a	49,14±0,23 a	2,23±0,13 a	2,82±0,04 ab	4,51±0,29 ab	13,85±0,10 c	12,63±0,13 a	15,37±0,24 b
T5	61,77±0,48 a	48,60±0,10 a	2,34±0,01 a	2,95±0,03 a	4,88±0,32 a	13,33±0,14 c	12,34±0,25 a	15,75±0,18 b

-Los resultados corresponden a media ± desviación estándar en base húmeda.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey.

-TRAT.: Tratamiento

-T1: nuggets de pollo (0% de reemplazo); T2: nuggets de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: nuggets de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: nuggets de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: nuggets de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

La falta de diferencias en el contenido de humedad de los nuggets precocinados en los diferentes tratamientos, se puede explicar si se considera que la única variación en la formulación es la sustitución de la carne de pollo por la CDM de codorniz, materias primas que presentaron un contenido de humedad muy cercano, a pesar de que se encontraron diferencias estadísticas entre ellas (Cuadro 10). Además, hay que considerar la salida de agua que ocurre durante el proceso de cocción en aceite, la cual pudo haber enmascarado cualquier diferencia presente inicialmente entre los productos.

Con respecto a los nuggets cocidos (Cuadro 16a), se observa una pérdida de humedad en relación a los nuggets precocinados. El contenido de humedad del producto osciló entre 43,31 y 49,14%, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos a excepción de T4 con T5 entre los cuales no se encontraron, y que tuvieron los valores más altos de humedad. Se observa igualmente una tendencia a un mayor contenido de humedad en la medida en que es mayor la proporción de CDM de codorniz.

Bonato *et al.* (2006b) encontraron contenidos de humedad entre 47,4 y 48,6% en los nuggets de pollo cocidos, correspondiendo el primero a la formulación sin CDM y el segundo a la fórmula sustituyendo el 40% de la carne de pollo por CDM de esa especie, y a pesar de que no se aprecia una diferencia importante entre esos dos valores, dichos autores señalan que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, observándose una tendencia a un incremento en el contenido de humedad con el aumento en la proporción de CDM de pollo. La CDM de pollo usada por Bonato *et al.* (2006b) fue lavada con una solución de cloruro de sodio, fue parcialmente desgrasada, filtrada y prensada, presentando un contenido de humedad (78,9%) superior al de la carne de pollo empleada por ellos (74,6%), por lo que en principio ésta pudiera ser la explicación de la tendencia observada por los investigadores; sin embargo, ellos señalan como principales causas de este comportamiento el mayor pH de la CDM (6,61) con respecto al del pollo (5,88), y el aumento no cuantificado de cloruro de sodio por efectos del lavado de la CDM, ya que hay que considerar que la presencia de dicha sal pudo solubilizar una mayor cantidad de proteínas miofibrilares que permitieran incrementar la retención de agua en la carne.

En el caso del presente trabajo, la tendencia a un mayor contenido de humedad del nugget cocido al aumentar la proporción de CDM de codorniz, que se corresponde con una menor pérdida de humedad durante el proceso de cocción, puede explicarse no solo por el mayor contenido de humedad de la CDM, sino por la mayor capacidad de retención de agua ya determinada en la CDM en comparación con la carne de pollo (Cuadro 13), debida posiblemente al mayor valor de pH de la primera.

Dado que el agua es el componente mayoritario de estos productos, una mayor capacidad para retenerla implica mayores rendimientos en el proceso, aspecto importante desde el punto de vista económico, de la textura y del sabor (Bonato *et al.*, 2006b).

En relación a la pérdida de humedad, Mellema (2003) explica que luego de sumergir el alimento en aceite caliente, la temperatura de la superficie aumenta rápidamente, por lo que el agua en esa superficie comienza a evaporarse inmediatamente y la convección se intensificará por la turbulencia que provoca el vapor que se desprende. Debido a esta evaporación, la superficie se deshidrata, produciéndose además una contracción y el desarrollo de una superficie porosa. A medida que progresa la cocción, la humedad de la corteza disminuye lentamente, reduciéndose el número de burbujas de vapor que abandonan la superficie, y produciéndose cambios físicoquímicos como la retrogradación del almidón, la contracción del colágeno y la reacción de Maillard que favorecen las características organolépticas del producto, entre ellas, el color de la corteza.

Gall *et al.* (1983) encontraron contenidos de humedad entre 31,38 y 41,12% para filetes de diferentes tipos de pescado cocinados en aceite sin rebozar ni empanizar, los cuales son inferiores a los del presente trabajo, mientras que Juárez *et al.* (2004) obtuvieron milanesas de carne bovina rebozadas y empanizadas y sometidas a cocción en aceite con un contenido de humedad de 44,37%, el cual está en el rango de los valores presentados en el Cuadro 16a.

Las diferencias entre los valores de humedad entre esta y otras investigaciones, pueden ser debidas a diversos factores como por ejemplo, la diferencia en la proporción de agua añadida como parte de la formulación de la masa cárnica, la adición o no de proteína de soya o polifosfato de sodio que pudieran contribuir a retener el agua durante la cocción, la temperatura del aceite, la presencia o no de rebozado y empanado, la mezcla utilizada para el rebozado y el tiempo de cocción en aceite.

En relación al último factor mencionado, Dogan *et al.* (2005) encontraron que al aumentar el tiempo de cocción en aceite de nuggets de pollo rebozados y sin empanar, el contenido de humedad disminuye; por ejemplo, utilizando un rebozado a base de harina de maíz y trigo, los valores aproximados de humedad del producto fueron: 52,5% con 3 minutos de cocción, 47,5% con 6 minutos, 43% con 9 minutos y 41% con 12 minutos. Estos mismos autores evaluaron diferentes formulaciones de rebozado para nuggets de pollo, encontrando que a los 12 minutos de cocción la mezcla a base de harina de soya logró retener más humedad en el nugget, en comparación con una mezcla de rebozado a base de harina de trigo y maíz, posiblemente por la corteza dura formada por la mezcla de harina de soya que sirvió de barrera. Los valores de humedad de los nuggets cocidos en el presente trabajo son cercanos a los encontrados por Dogan *et al.* (2005) entre los 6 y los 9 minutos de cocción, a pesar de que en el caso del presente trabajo el tiempo de cocción fue de aproximadamente 4 minutos.

En relación a la temperatura de cocción, Bonato *et al.* (2006b) señalan que el proceso térmico en aceite a 180 °C se efectuó hasta que la temperatura interna alcanzó los 71 °C, mientras que en el presente trabajo el proceso térmico para obtener los nuggets cocidos se llevó a cabo en aceite a 180 °C durante los 4 minutos señalados, pero lográndose una temperatura interna de 85 ± 2 °C, evidentemente superior a la lograda por Bonato *et al.* (2006b), y que pudiera contribuir a explicar los mayores valores de humedad de sus productos en relación a algunos de los tratamientos del presente trabajo.

El contenido de grasa de los nuggets precocinados estuvo entre 3,82% para el Tratamiento 1 (T1) y 4,88% para el Tratamiento 5 (T5), existiendo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre T1 y T2, y entre T1 y T5 (Cuadro 16a). No se observa una tendencia definida en cuanto al contenido de grasa de los nuggets precocinados, lo cual pudiera atribuirse a un mayor o menor recubrimiento de las piezas con la miga de pan y pérdida de parte de la miga y por tanto absorción desigual del aceite en la corteza del nugget durante los segundos en los que se efectúa la inmersión, ya que la corteza es el lugar principal donde se deposita la grasa en este proceso (Mellema, 2003), y dicha corteza estaría conformada en este caso básicamente por la mezcla del rebozado y la miga de pan.

Los valores de grasa reportados por los fabricantes de tres importantes marcas comerciales de nuggets a nivel nacional, que serán mencionadas en lo sucesivo como A, B y C, son 6,00, 11,36 y 14,13% para los nuggets precocinados, respectivamente, los cuales son muy diferentes entre sí, y superiores a los encontrados por los productos elaborados en el presente trabajo, lo cual pudiera atribuirse a la formulación de la masa cárnica.

En relación a la proporción de grasa en los nuggets cocidos se encontraron diferencias estadísticamente significativas de T1 y T2 con respecto a los demás tratamientos, y también entre T1 y T2, observándose que existe una tendencia a la disminución del contenido de grasa en la medida en que es mayor la proporción de CDM de codorniz (Cuadro 16a).

Con respecto a la ganancia de grasa durante la cocción en aceite, anteriormente se explicó que ocurre una evaporación del agua de la superficie del producto. Saguy y Pinthus (1995) señalan que la continuidad en el flujo de vapor está sujeta a que una cantidad suficiente de agua difunda desde el interior del alimento hacia la corteza, la cual debe permanecer permeable. Este fenómeno es el que favorece más tarde la entrada de grasa y es el motivo por el cual la ganancia de grasa depende en gran medida del contenido de humedad del producto. Como el aceite solo puede penetrar donde se haya evaporado el agua, la penetración de los lípidos principalmente ocurre en el sitio en donde la temperatura ha sido lo suficientemente alta, en este caso la corteza.

Tal y como se puede deducir de los planteamientos anteriores, el nugget durante su cocción constituye un sistema complejo en el cual ocurren diversos intercambios de materia, lo cual dificulta en algunas oportunidades establecer las causas de un determinado comportamiento; sin embargo, dado que durante la cocción en aceite el producto pierde agua y gana grasa, y se pudo observar previamente que existe una clara tendencia a una menor pérdida de humedad durante el proceso de cocción en la medida en que aumenta la proporción de CDM de codorniz, sería lógico esperar un mayor contenido de grasa en el tratamiento con menor humedad, el cual fue T1, tal y como se aprecia en el Cuadro 16a.

Al evaluar la pérdida de peso por el proceso de cocción en aceite, se encontró que a mayor proporción de CDM en la fórmula menor era la pérdida de peso, ya que para T1 y T2 las pérdidas fueron de 26,97 y 26,2%, respectivamente, mientras que para T3, T4 y T5 fueron de 22,66, 22,28 y

22,1% respectivamente, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre T1 y T2, ni entre T3, T4 y T5 ($P>0,05$), pero observándose diferencias entre el primer y el segundo grupo ya señalado ($P<0,05$). Esta pérdida de peso neta es la resultante de diversos procesos, entre los cuales se destacan la pérdida de humedad y la ganancia de grasa durante la cocción, existiendo adicionalmente pérdida de peso de parte de la corteza (capa de rebozado y empanado) durante dicho proceso.

En relación al rendimiento durante la fritura (100- Pérdida de peso), Juárez *et al.* (2004) encontró un valor de 81,28% para las milanesas de carne bovina, mientras que Gall *et al.* (1983) reportan para filetes de pescado valores comprendidos entre 72,6 y 81,2%, rango que incluye los valores de rendimiento encontrados en el presente trabajo de 73,03 a 77,9%.

Saguy y Pinthus (1995) señalan que se han hecho estudios donde se ha comprobado que la incorporación de ciertos aditivos alimenticios, como alginatos o celulosa, tienen un gran efecto sobre la retención de agua, pudiendo disminuir la absorción de aceite y la pérdida de humedad. En el caso del presente trabajo este efecto parece haberse logrado con un ingrediente cárnico: la CDM de codorniz, el cual se comprobó previamente que posee una mayor capacidad de retención de humedad.

A pesar de que la fritura de los alimentos es uno de los métodos de cocción que mayor aceptación mundial tiene, no solo por el sabor y la textura crujiente que le aporta al alimento, sino por la rapidez de su preparación, también es considerado un factor de riesgo para la salud, dado el alto contenido calórico que presentan a expensas de la grasa, la cual puede generar enfermedades cardiovasculares, e inclusive contribuir a la aparición de algunos tipos de cáncer (Saguy y Pinthus, 1995 y Suaterna, 2008). Por ello es recomendable que los alimentos absorban la menor cantidad de grasa posible durante este proceso de cocción, siendo recomendable por tanto los tratamientos T3, T4 y T5 del presente trabajo, que presentaron las mayores proporciones de CDM de codorniz.

Bonato *et al.* (2006b) encontraron contenidos de grasa entre 10,8 y 11,8% en los nuggets de pollo cocidos, correspondiendo el primero a la formulación sin CDM y el segundo a la fórmula sustituyendo el 40% de la carne de pollo por CDM de esa especie, observándose diferencias estadísticas entre estos tratamientos. Estos investigadores encontraron una tendencia al incremento

de la proporción de grasa en la medida en que aumenta la incorporación de CDM lavado, tendencia opuesta a la del presente trabajo, lo cual pudiera atribuirse a la gran diferencia entre el contenido de grasa del pollo utilizado (0,3%) y el del CDM empleado (9,2%) por ellos, diferencia que no se encontró en la presente investigación.

Gall *et al.* (1983) reportan valores de grasa entre 3,73 y 12,42 % para filetes de distintas especies de pescado sin rebozar ni empanar cocidos en aceite (valores que dependen en una gran medida de la especie en cuestión), mientras que Juárez *et al.* (2004) encontraron en milanesas de carne bovina rebozadas y empanadas y con el mismo método de cocción un contenido de grasa de 13,76%, el cual está dentro del rango de los valores presentados en el Cuadro 16a.

Con respecto a las diferencias entre los valores de grasa encontradas entre ésta y otras investigaciones, pueden ser debidas a diversos factores como por ejemplo, la diferencia en la proporción de grasa o ingredientes grasos añadidos (como piel de ave, margarina, etc.) como parte de la formulación de la masa cárnica, la mezcla utilizada para el rebozado y el tiempo de cocción en aceite.

En relación al tiempo de cocción, Dogan *et al.* (2005) encontraron que al aumentar el tiempo de cocción en aceite para nuggets de pollo rebozados y sin empanar, el contenido de grasa aumenta; por ejemplo, utilizando un rebozado a base de harina de maíz y trigo, los valores aproximados de grasa del producto fueron: 7% con 3 minutos de cocción, 8,8% con 6 minutos, 9,8% con 9 minutos y luego se mantuvo constante en 9,8% con 12 minutos. Estos mismos autores evaluaron diferentes formulaciones de rebozado para nuggets de pollo, encontrando que a los 12 minutos de cocción la mezcla a base de harina de soya logró retener menos grasa en el nugget (7,6%), en comparación con una mezcla de rebozado a base de harina de trigo y maíz (9,8%), y explican que debido a la alta capacidad de retención de agua de la harina de soya, esta mezcla retuvo agua y no permitió la entrada de aceite (Dogan *et al.*, 2005). Los valores de grasa de los nuggets cocidos en el presente trabajo son superiores a los encontrados por Dogan *et al.* (2005).

Por otro lado, el contenido proteico de los nuggets precocinados estuvo en el rango entre 12,28 y 12,54%, no existiendo sin embargo diferencias desde el punto de vista estadístico entre los valores obtenidos ($P > 0,05$), por lo que se observa el mismo comportamiento encontrado para el contenido de

humedad, dado que la proporción proteica de las materias primas cárnicas empleadas fueron muy similares (Cuadro 16a).

Los valores reportados de proteína de las marcas comerciales nacionales A, B y C mencionadas anteriormente, son 14,00, 9,09 y 15,22% para los nuggets precocinados, respectivamente, observándose diferencias importantes de A y C con respecto a B, por tanto, los valores reportados en el presente trabajo se encuentran entre el contenido máximo y mínimo de proteína reportado por las marcas comerciales señaladas.

Con respecto al contenido proteico en los nuggets cocidos, se observa que en todos los casos hubo un aumento de su concentración con respecto a los nuggets precocinados, encontrándose además diferencias estadísticamente significativas de T1 con respecto a T3, T4 y T5 y observándose que pareciera existir una tendencia a la disminución del contenido de proteína en la medida en que es mayor la proporción de CDM de codorniz (Cuadro 16a).

Esta tendencia sobre la disminución del contenido proteico con el aumento de la proporción de CDM de codorniz, es producto del complejo sistema de entrada y salida de materia que tiene lugar durante el proceso de fritura, pero podría explicarse si se considera que en la medida en que la mezcla tuvo una mayor proporción de CDM de codorniz, el nugget perdió menos humedad, estando de esta forma otros constituyentes como la proteína en menor proporción que en los tratamientos en los que el proceso de cocción dio como resultado una gran pérdida de humedad, lográndose en ese caso una mayor concentración de la proteína del producto. Además, existe la posibilidad de que, al igual que Gall *et al.* (1983) con filetes de pescado cocinados en aceite, haya habido pérdida de nitrógeno proteico durante la cocción.

Bonato *et al.* (2006b) encontraron que con la sustitución de carne de pollo por CDM de dicha ave el contenido proteico de los nuggets cocidos oscilaba entre 18,3% (0% de sustitución) y 16% (40% de sustitución), valores similares a los reportados en el presente trabajo, observándose una tendencia a la disminución en la proporción proteica con el aumento de dicha sustitución en los productos cocidos al igual que en los productos crudos, explicándose en dicho trabajo este comportamiento dado que el contenido de proteína de la carne de pollo (24,6%) fue mayor que el de la CDM lavada (9,4%).

Juárez *et al.* (2004) reportan un contenido proteico de 23,31% para las milanesas de carne bovina, mientras que Gall *et al.* (1983) señalan valores entre 22,74 y 26,1% de proteína en filetes de pescado de distintas especies, siendo las cifras de estos dos trabajos superiores a las encontradas en la presente investigación, lo cual puede deberse a que en dichos trabajos se emplearon filetes de carne mientras que en esta investigación se utilizó una mezcla donde la carne representó el 65% de la misma.

El menor valor del contenido de cenizas en los nuggets precocinados observado en el Cuadro 16a fue de 2,13 y el mayor de 2,34%, no existiendo sin embargo diferencias desde el punto de vista estadístico entre las cifras reportadas para los cinco tratamientos ($P>0,05$) (Cuadro 10).

Con respecto al contenido de cenizas en los nuggets cocidos, los valores se encuentran entre 2,44 y 2,95%, apreciándose diferencias estadísticamente significativas entre T1 y el resto de los tratamientos, y entre T3 y T5. Los valores encontrados indican una tendencia a un mayor contenido de minerales en la medida en que es mayor la proporción de CDM de codorniz.

Se aprecia, de forma general, que por efecto de la cocción en aceite hubo un incremento en la proporción de la fracción mineral en los nuggets en comparación con el contenido de cenizas en los nuggets precocinados, haciéndose más evidente la tendencia mostrada inicialmente por los nuggets precocinados.

Este aumento en la proporción de minerales con la fritura es consecuencia de la pérdida neta de peso de los nuggets por el agua liberada. Sin embargo, para poder entender la tendencia del incremento de las cifras con mayores proporciones de CDM a pesar de perderse menos peso, hay que considerar lo encontrado por Juárez *et al.* (2004) en milanesas de bovino rebozadas, empanadas y cocinadas en aceite, quienes señalan que el calcio y el hierro presentaron mayores factores de retención (0,97 y 0,87, respectivamente) que el zinc (0,75), y además tomar en cuenta lo hallado por Gall *et al.* (1983), quienes no encontraron pérdidas significativas de hierro ni calcio durante la fritura de filetes de distintas especies de pescado pero sí las reportan para otros minerales como el sodio. En este sentido, Pokorny (1998) señala que durante la fritura los minerales son liberados del alimento, entre los que se encuentra el sodio y el potasio que una vez en el aceite estimulan la formación de espumas. Esto

revela que durante la fritura puede haber pérdida de algunos minerales más que de otros, y por presentar la CDM de codorniz un mayor contenido de hierro y calcio (Cuadro 10) que la carne de pollo, es muy probable que los nuggets donde la CDM estuvo en mayor proporción hayan sufrido menos pérdida de estos minerales. Es decir, en todos los tratamientos hubo pérdida de minerales, pero posiblemente en los nuggets donde la proporción de CDM fue menor la liberación de minerales fue mayor.

Gall *et al.* (1983) reportan valores de 1,45 a 2,25% para el contenido de cenizas de filetes de pescado, mientras que Juárez *et al.* (2004) señalan 2,74% para las milanesas de carne bovina, encontrándose en estos dos trabajos valores cercanos a los hallados en la presente investigación.

Para poder concluir con una base más sólida sobre el comportamiento de los nuggets cocidos, se realizaron cálculos que permitieran efectuar “correcciones” por la fritura, según la fórmula señalada por Juárez *et al.* (2004), donde se obtienen valores basados en 100 g del nugget precocinado según el siguiente cálculo:

$$\text{Proporción corregida} = (\text{Proporción sin corregir} \times \text{Rendimiento})/100$$

Donde:

Proporción corregida: g ítem/100 g producto precocinado

Proporción sin corregir: g ítem/100 g producto frito

Rendimiento: g producto frito/100 g producto precocinado ó 100 - %Pérdida de peso en cocción

A partir de dichos cálculos se hallaron los valores “corregidos” para los nuggets cocidos, que se presentan en el Cuadro 16b junto a los de los nuggets precocinados.

Cuadro 16b. Composición química de nuggets precocinados y cocidos de pollo y codorniz con valores corregidos (g/100 g producto precocinado)

TRAT.	Humedad (%)		Cenizas (%)		Grasa (%)		Proteína cruda (%)	
	Precocinado	Cocido corregido	Precocinado	Cocido corregido	Precocinado	Cocido corregido	Precocinado	Cocido corregido
T1	62,57±1,16 a	31,62±0,19 e	2,13±0,12 a	1,78±0,05 c	3,82±0,30 b	14,36±0,27 a	12,42±0,23 a	12,29±0,19 a
T2	62,79±1,99 a	33,79±0,16 d	2,28±0,14 a	2,16±0,04 b	4,71±0,26 a	13,52±0,14 b	12,54±0,09 a	11,90±0,06 a
T3	62,06±0,86 a	36,34±0,10 c	2,23±0,23 a	2,15±0,06 b	4,62±0,36 ab	10,15±0,37 c	12,28±0,02 a	12,06±0,38 a
T4	62,52±1,62 a	37,94±0,18 b	2,23±0,13 a	2,18±0,03 b	4,51±0,29 ab	10,69±0,08 c	12,63±0,13 a	11,87±0,33 a
T5	61,77±0,48 a	38,64±0,08 a	2,34±0,01 a	2,30±0,02 a	4,88±0,32 a	10,39±0,11 c	12,34±0,25 a	12,27±0,28 a

-Los resultados corresponden a media \pm desviación estándar en base húmeda.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey

-TRAT.: Tratamiento

-T1: nuggets de pollo (0% de reemplazo); T2: nuggets de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: nuggets de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: nuggets de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: nuggets de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Al analizar el Cuadro 16b se ratifican los planteamientos señalados anteriormente con respecto a cada una de las fracciones. Se observa en primer lugar que en todos los tratamientos de los nuggets cocidos hubo una reducción en el contenido de humedad con respecto a los nuggets precocinados, pero que dicho contenido es mayor en la medida en que la proporción de CDM aumenta. En segundo lugar se aprecia que la proporción de minerales disminuyó con respecto al producto precocinado, evidenciándose una pérdida de minerales, y siendo dicha liberación hacia el aceite de fritura menor en los nuggets con mayor proporción de CDM. Por otro lado, se evidencia una vez más el aumento en el contenido de grasa durante la cocción, confirmándose la tendencia a una menor proporción de grasa en los nuggets de mayor sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz. Por último, se aprecia que la disminución observada en el contenido proteico con los mayores niveles de sustitución fue, tal y como se señaló anteriormente, consecuencia de la mayor pérdida de peso en los nuggets con menor proporción de CDM, y que aunque los niveles proteicos en el nugget cocido son menores que en el precocinado, realmente es muy poca la diferencia, sin ningún tipo de tendencia específica, indicando así que si hubo pérdida proteica durante la fritura, la misma fue muy escasa.

Juárez *et al.* (2004) reportaron resultados similares determinando para las milanesas crudas y cocidas (valores corregidos) las cifras de humedad (64,19 y 36,09%, respectivamente), grasa (3,03 y 11,18%, respectivamente), proteína (18,07 y 18,13%, respectivamente) y cenizas (3,33 y 2,23%, respectivamente). Tal y como se puede observar, las cifras y las tendencias son semejantes a las encontradas en la presente investigación.

En el Cuadro 17 se observa que los valores de TBARS para los tratamientos T3, T4 y T5 indican mayores niveles de oxidación lipídica que los valores de T1 y T2 ($P < 0,05$).

Cuadro 17. Valores de TBARS y contenido de hierro y calcio para los nuggets precocinados de pollo y codorniz y pH para la masa cruda del nugget

TRAT.	TBARS (mg malonaldehído/kg muestra)	Calcio (mg/100 g)	Hierro (mg/kg)	pH
T1	0,0640±0,0046 b	31,7±2,9 d	10,78±0,41 c	6,00±0,05 b
T2	0,0553±0,0041 b	40,6±0,1 cd	11,39±0,25 c	6,02±0,05 ab
T3	0,0960±0,0038 a	48,0±2,1 bc	12,08±0,48 bc	6,04±0,02 ab
T4	0,1041±0,0028 a	60,1±9,4 b	13,30±0,61 ab	6,07±0,08 ab
T5	0,1072±0,0071 a	82,0±2,8 a	14,83±0,29 a	6,14±0,02 a

-Los resultados corresponden a media ± desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey.

-TBARS: sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico.

-pH de la mezcla del nugget crudo, sin el rebozado ni el empanado.

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: nuggets de pollo (0% de reemplazo); T2: nuggets de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: nuggets de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: nuggets de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: nuggets de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

La oxidación lipídica genera productos que cambian las características de los alimentos, afectando negativamente el color, sabor, olor, textura y valor nutritivo (Rosmini *et al.*, 1996 y Fernández *et al.*, 1997), siendo la determinación de las sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico (TBARS) una forma de cuantificar dicha oxidación.

La tendencia observada, según la cual los tratamientos que poseen una mayor proporción de CDM en la formulación presentan un mayor índice de oxidación de lípidos, no es muy marcada, ya que

hay que considerar que parte de los lípidos presentes en los productos proviene del aceite (de maíz en este caso) en el cual se está efectuando la prefritura, y que se encuentra en una proporción muy alta en todos los tratamientos en relación a la grasa que aportan las materias primas cárnicas; sin embargo, dicha tendencia puede ser debida a que la CDM posee un mayor contenido de mioglobina y hemoglobina en comparación con la carne de pollo (Cuadro 11), compuestos considerados como los principales catalizadores en la oxidación de los lípidos de la carne deshuesada mecánicamente, lo cual fue demostrado por Lee *et al.* (1975).

Además, hay que recordar que la capacidad de una grasa para ser oxidada es mayor en la medida en que aumenta su grado de insaturación (Varnam y Sutherland, 1988), por lo que si se consideran las proporciones de los ácidos grasos oleico (18:1) y linoleico (18:2) de los lípidos totales para la pierna de pollo de 30,4 y 18,2%, respectivamente (Cherian *et al.*, 2002), y las comparamos con los valores reportados por la literatura científica para grasa de la carne de codorniz de 44,8 y 22,9% para dichos ácidos grasos, respectivamente (Hamm y Ang, 1982), se observa que debido a la mayor proporción de los mismos, se podría inferir que la grasa de la carne de codorniz presenta una mayor facilidad para la oxidación lipídica, si solo se consideran esos ácidos grasos. Sin embargo, no hay que olvidar que se trata de referencias de diferentes autores, y se desconoce si el método y las condiciones de análisis fueron las mismas en ambos casos.

Bonato *et al.* (2006a) evaluaron los valores de TBARS (mg de malonaldehído/kg muestra) en nuggets totalmente cocidos, sin (0%) y con CDM de pollo (20% de sustitución de la carne) empacados con aire (sin vacío) durante seis meses conservados en congelación, encontrando en todos los tiempos evaluados una tendencia a un mayor índice de oxidación lipídica en los nuggets con CDM, tendencia que sólo fue estadísticamente significativa en el primer mes de la fabricación. Por ejemplo, a las 24 horas de fabricados los valores fueron de 0,822 (0%) y 0,852 (20%), en el mes 1 fueron 0,722 (0%) y 0,861 (20%), y en el mes 5 fueron 0,832 (0%) y 0,866 (20%). Estos autores señalan que el contenido de grasa de los dos tipos de nuggets elaborados fue aproximadamente el mismo, lo cual podría ser una de las razones por las que no se observaron diferencias entre las TBARS de las dos formulaciones.

O'Sullivan *et al.* (2004) elaboraron nuggets de pollo sin rebozado ni empanado, los cocinaron totalmente (hasta una temperatura interna de 70 °C) observando que el día de su fabricación presentaron un valor aproximado de 1,5 mg de malonaldehído/kg muestra.

Es conveniente mencionar que las diferencias entre los valores de TBARS obtenidos en el presente trabajo y los de otros autores como Bonato *et al.* (2006a) y O'Sullivan *et al.* (2004) pueden ser debidas a diversos factores, entre los que se podrían mencionar la formulación de los nuggets, el perfil de ácidos grasos de la carne, la cocción o no de los productos, el manejo de las muestras y el método de determinación de TBARS.

En relación a la formulación de los nuggets, la concentración de cloruro de sodio, el cual tiene un efecto pro-oxidante (Varnam y Sutherland, 1998 y Andrés y Ruiz, 2001), fue diferente en los tres casos considerados (Bonato *et al.*, 2006a, O'Sullivan *et al.*, 2004 y en el presente trabajo), siendo ligeramente inferior a la presente investigación la concentración empleada por Bonato *et al.* (2006a) (quienes además usaron CDM lavada con una solución salina), y aproximadamente la mitad de la concentración en el caso de O'Sullivan *et al.* (2004); sin embargo, hay que considerar que durante la cocción, con la salida de agua del producto ocurre un proceso de concentración de los minerales presentes, tal y como se observó anteriormente, por lo cual la concentración de cloruro de sodio pudo haber igualado o superado la de los productos semicocidos del presente trabajo, una vez que los nuggets fueron cocinados en aceite totalmente en los estudios de Bonato *et al.* (2006a) y O'Sullivan *et al.* (2004).

Otro aspecto importante de la formulación empleada es el tipo de grasa utilizada, ya que Bonato *et al.* (2006a) mezclaron la carne de pollo molida con diversos ingredientes y aditivos entre los que se encontraba piel de pollo y margarina, mientras que en el presente trabajo solo se contó con los lípidos presentes en la carne de las aves. Además, hay que considerar la proporción de lípidos promedio de los nuggets de dichos autores, la cual fue de 11%, valor muy superior a los productos analizados por TBARS en el presente trabajo (3,82-4,88% grasa), por lo que una mayor cantidad de sustrato proporciona una mayor oportunidad para que ocurran reacciones de oxidación, especialmente si una parte importante de los lípidos son producto de la absorción del aceite por parte de los nuggets, durante el proceso de fritura.

La cocción o no de la carne afecta la oxidación de los lípidos, donde se ha observado que con la cocción aumenta la oxidación (Fernández *et al.*, 1997, Grau *et al.* (2001) y Cortinas *et al.*, 2005). Tal y como se mencionó anteriormente, los nuggets evaluados por Bonato *et al.* (2006a) y por O'Sullivan *et al.* (2004) fueron cocinados totalmente, por lo que este hecho pudiera contribuir a explicar los altos valores encontrados por los autores.

Por otro lado, numerosos trabajos han comprobado que en los pollos de engorde una dieta rica en ácidos grasos insaturados tendrá como consecuencia un aumento en el contenido de ácidos grasos poliinsaturados en la fracción lipídica de la carne (De Basilio, 1989 y Cherian *et al.*, 2002), lo cual es favorable para la salud del ser humano, pero puede incrementar la susceptibilidad de la carne a la oxidación, a menos que se tomen medidas entre las cuales destaca la suplementación de la dieta de las aves con antioxidantes (Grau *et al.*, 2001 y Cortinas *et al.*, 2005). En vista de que en muchos trabajos de investigación no se reporta el perfil de ácidos grasos de la fracción lipídica de la carne utilizada, ni la dieta que siguieron los pollos cuya carne fue empleada como materia prima, no resulta posible saber si una de las causas de mayores valores de TBARS es una alta proporción de ácidos grasos insaturados y/o un bajo contenido de antioxidantes, tal y como ocurre en este caso cuando se pretenden hacer comparaciones entre el presente estudio con los trabajos de Bonato *et al.* (2006a) y O'Sullivan *et al.* (2004).

El método de determinación de TBARS ha sido considerado como una posible causa de diferencia entre resultados de distintos estudios (Fernández *et al.*, 1997 y Cortinas *et al.*, 2005). Existen variaciones del análisis, en relación al tratamiento de la muestra antes de su reacción con el ácido tiobarbitúrico (TBA), al tiempo y temperatura de incubación con el TBA, etc., por lo que las comparaciones directas entre trabajos no son apropiadas en algunas oportunidades, ya que el método empleado podría ser una de las causas de las diferencias. Por ejemplo, Bonato *et al.* (2006a) emplearon un método basado en la extracción del malonaldehído con ácido tricloroacético, el cual puede dar, tal y como fue evidente, menores resultados que el método empleado por O'Sullivan *et al.* (2004) basado en un proceso de destilación, ya que durante este último método el calentamiento de la muestra promueve oxidación adicional que puede provocar la formación de malonaldehído y otras sustancias que reaccionan con el TBA (TBARS), sobreestimándose así la oxidación lipídica (Raharjo y Sofos, 1993).

Algunos métodos, como el empleado por O'Sullivan *et al.* (2004) incluyen procesos que pueden incrementar los valores de TBARS en las muestras analizadas, a diferencia del usado en esta investigación, por extracción de lípidos, que tiene la ventaja de eliminar la presencia de sustancias que interfieren con el análisis como proteínas, péptidos y pigmentos (Raharjo y Sofos, 1993), pero por otro lado, se puede llegar a subestimar el número de TBA, debido a que según Schmedes y Holmer (1989) citados por Raharjo y Sofos (1993), el malonaldehído está presente principalmente en la fase acuosa de la muestra y sólo una pequeña proporción está en la fase orgánica junto con los lípidos extraídos, por lo que este hecho pudiera contribuir a explicar las diferencias observadas entre las cifras reportadas por ellos y las presentadas en este trabajo.

Con respecto al pH de la mezcla de los nuggets, se observa que la mezcla de T1 presenta un pH estadísticamente inferior a T5 ($P < 0,05$) apreciándose una tendencia a un incremento en los valores en la medida en que se incorpora una mayor proporción de CDM a dicha mezcla (Cuadro 17).

Bonato *et al.* (2006b) encontraron esta misma tendencia, tanto en los nuggets crudos como en los productos cocidos. En los nuggets crudos el pH fue de 6,03 y 6,22 para la mezcla sin (0%) y con CDM (40% de sustitución de la carne de pollo), mientras que en los nuggets cocidos los valores de pH fueron 6,20 y 6,27 para la mezcla sin (0%) y con CDM (40%), y tanto en los nuggets crudos como en los cocidos los valores señalados presentaron diferencias estadísticamente significativas.

La causa de este fenómeno tanto en el estudio de Bonato *et al.* (2006b) como en el presente trabajo, puede ser el mayor valor de pH de la CDM utilizada para sustituir a la carne de pollo, ya que esta última presentó en ambos estudios un valor de pH inferior, siendo el pH en el caso de Bonato *et al.* (2006b) de 5,88 para la carne de pollo obtenida manualmente y 6,61 para la CDM lavada y empleada como materia prima.

Aunque los valores de pH son bastante cercanos (Cuadro 17), la tendencia a su incremento con la inclusión de CDM podría contribuir a explicar las menores pérdidas por cocción observadas en los tratamientos con mayor proporción de CDM.

En cuanto al contenido de calcio los valores se encontraron entre 31,7 y 82 mg/100 g (Cuadro 17), observándose diferencias estadísticamente significativas de T5 con respecto al resto de los

tratamientos, de T4 con respecto a T2 y a T1, y de T3 con respecto a T1 ($P < 0,05$), indicando los valores una tendencia al incremento de los niveles de calcio con la incorporación de CDM de codorniz. Esta tendencia es lógica si se toma en cuenta la mayor proporción de calcio del CDM en comparación con la carne de pollo (Cuadro 10), y resalta la importancia de utilizar CDM en la elaboración de este tipo de productos de amplia aceptación por el consumidor, como una fuente de calcio.

El contenido de hierro estuvo en el rango entre 10,78 y 14,83 mg/kg (Cuadro 17), existiendo diferencias estadísticamente significativas entre T4 y T5 con respecto a T1 y T2, y entre T5 y T3 ($P < 0,05$), existiendo una tendencia a incrementar la proporción de este elemento en la medida en que aumenta la proporción de CDM de codorniz, tendencia lógica dado el mayor nivel de hierro en la CDM en comparación con la carne de pollo.

En la Figura 2 se presentan los resultados de la pérdida de peso que experimentaron los nuggets durante el almacenamiento en congelación durante 30 días.

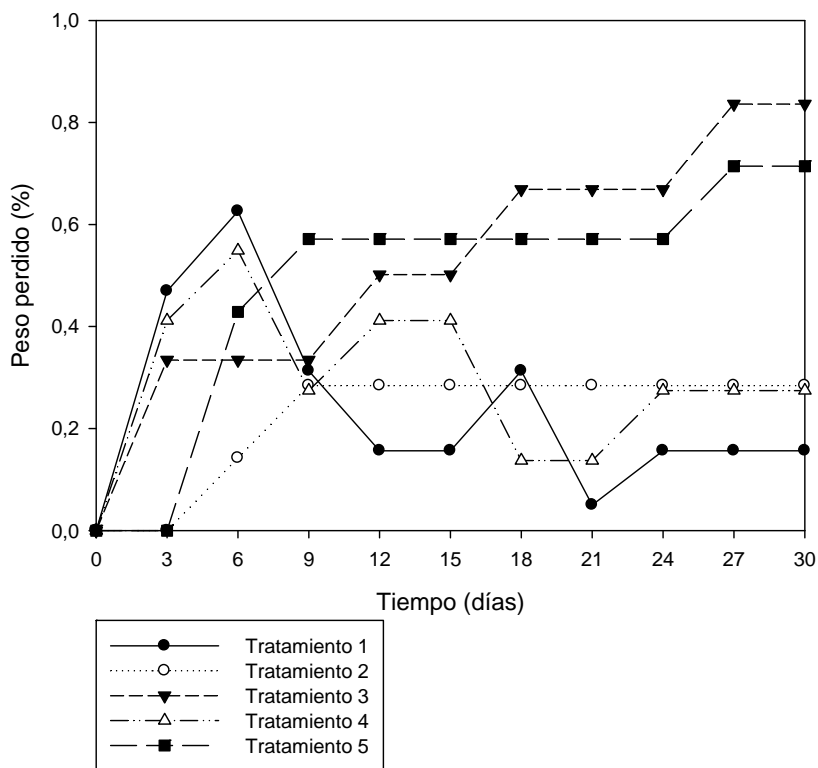


Figura 2. Pérdida de peso de los nuggets precocinados de los cinco tratamientos durante 30 días de almacenamiento en congelación

Cuadro 18. Pérdida de peso (%) de los nuggets precocinados durante 30 días de almacenamiento en congelación

Tiempo (días)	T1	T2	T3	T4	T5
0	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 b
3	0,47 ab	0,00 ab	0,33 ab	0,41 ab	0,00 b
6	0,63 a	0,14 a	0,33 ab	0,55 a	0,43 ab
9	0,31 abc	0,28 abc	0,33 ab	0,27 ab	0,57 ab
12	0,16 abc	0,28 abc	0,50 ab	0,41 ab	0,57 ab
15	0,16 abc	0,28 abc	0,50 ab	0,41 ab	0,57 ab
18	0,31 abc	0,28 abc	0,67 ab	0,14 ab	0,57 ab
21	0,05 bc	0,28 abc	0,67 ab	0,14 ab	0,57 ab
24	0,16 abc	0,28 abc	0,67 ab	0,27 ab	0,57 ab
27	0,16 abc	0,28 abc	0,84 a	0,27 ab	0,71 a
30	0,16 abc	0,28 abc	0,84 a	0,27 ab	0,71 a

Para cada columna (Tratamiento) valores con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

T1: nuggets de pollo (0% de reemplazo); T2: nuggets de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: nuggets de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: nuggets de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: nuggets de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Se puede observar en la Figura 2 que todos los valores son muy bajos (inferiores al 1%), estando comprendidos entre 0 y 0,84%. En los primeros períodos de tiempos evaluados T1 perdió más peso que el resto de los tratamientos, pero hacia el final del almacenamiento fue el tratamiento que sufrió menores pérdidas. Por otro lado, T2 se caracterizó por mantener, durante la mayoría de los tiempos evaluados, una pérdida de peso intermedia entre los valores más altos y los más bajos, mientras que T3 mantuvo una posición intermedia en los primeros días pero en las últimas 5 evaluaciones fue el tratamiento con mayor pérdida de peso. El comportamiento de T4 fue muy similar al de T1, siendo durante las primeras evaluaciones uno de los tratamientos con mayor pérdida de peso, y en las últimas mediciones uno de los que perdió menos peso, mientras que T5 comenzó sin pérdidas de peso, pero después de los 6 días se mantuvo entre los tratamientos de mayor pérdida de peso.

En relación a estos resultados, es conveniente mencionar en primer lugar que aunque se pretende evaluar la pérdida de peso como una forma de cuantificar pérdidas de humedad de los nuggets durante el almacenamiento, no se puede dejar de considerar el hecho de que durante este

almacenamiento este tipo de productos puede desprender también parte de su corteza (rebozado y empanado), o bien absorber humedad, por lo que algunos resultados que puedan ser poco razonables pueden deberse a estos fenómenos.

En términos generales no parece haber una relación entre la proporción de CDM de la mezcla y la pérdida de peso, ya que se observó un comportamiento similar entre tratamientos con alta y baja proporción de CDM (ejemplo: T4 y T1, respectivamente), lo cual indica que si hay algún efecto es posible que la corteza del nugget lo haya enmascarado. En este sentido Madrid *et al.* (1999) señalan que el rebozado, además de mejorar la presentación y sabor del producto, y ayudar a la mejor adherencia de la miga de pan al producto, lo protege contra pérdidas de humedad durante el proceso de congelación, por lo que con base en este planteamiento, la corteza probablemente también sirvió de barrera durante el almacenamiento del producto congelado. La única tendencia que se presentó fue que los tratamientos que perdieron más peso durante las primeras evaluaciones fueron los que perdieron menos peso en las últimas observaciones.

El análisis del Cuadro 18 permite ratificar algunos de los planteamientos anteriores, como los valores prácticamente constantes en el tiempo para T2 y el incremento de las cifras para T3 y T5 en las últimas evaluaciones realizadas, pero en términos generales no se observan muchas diferencias durante el tiempo de almacenamiento en ninguno de los tratamientos.

En relación al Análisis del Perfil de Textura (TPA) los valores de dureza, elasticidad, masticabilidad y cohesividad para los 5 tipos de nuggets elaborados se presentan en el Cuadro 19, donde se aprecia que solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos para la elasticidad ($P < 0,05$).

Si se considera la dureza como la fuerza requerida para lograr una deformación determinada (Tunick, 2000), se observa que la media aritmética de los valores se encuentra entre 3,39 y 4,94 kgf, no observándose diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 19. Valores obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los nuggets cocidos de pollo y codorniz

TRAT.	Dureza (kgf)	Elasticidad (mm)	Masticabilidad (kgf.mm)	Cohesividad
T1	3,50±1,61 a	5,13±0,34 b	10,19±1,75 a	0,55±0,19 a
T2	3,39±0,47 a	6,81±0,22 ab	11,19±2,77 a	0,56±0,08 a
T3	4,04±0,16 a	6,66±0,35 ab	13,60±0,74 a	0,60±0,03 a
T4	4,39±0,71 a	6,30±0,23 ab	13,12±2,71 a	0,59±0,03 a
T5	4,94±1,47 a	7,29±0,48 a	16,64±5,34 a	0,62±0,04 a

-Los resultados corresponden a media \pm desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey

-TRAT.: Tratamiento

-T1: nuggets de pollo (0% de reemplazo); T2: nuggets de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: nuggets de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: nuggets de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: nuggets de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Sotelo *et al.* (2008), elaboraron kamaboko a partir de surimi de Cajaró (*Phractocephalus hemiliopterus*), moldeando el surimi en forma de hamburguesa y sometiéndolo a cocción con vapor directo a 60 °C durante 15 minutos, encontrando que al realizarle el perfil de textura, la dureza fue de 46,36 N, equivalente a 4,73 kgf, valor ubicado en el rango presentado en el Cuadro 19 para los nuggets. Trujillo *et al.* (2010) evaluaron carne de ovino cocida a la plancha hasta una temperatura interna de 70 °C, encontrando valores comprendidos entre 2,51 y 3,33 N (0,26 y 0,34 kgf), valores evidentemente inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, mientras que por su parte Gimeno *et al.* (2000) encontraron que el Chorizo de Pamplona tenía una dureza que variaba según la marca entre 5.170,15 y 7.154,13 gf (5,17 y 7,15 kgf), cifras que superan levemente las halladas para los nuggets.

Por su parte, la cohesividad presentó un rango de valores entre 0,55 y 0,62, y al no encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos se infiere que la fuerza de los enlaces internos del alimento no varía con la sustitución empleada.

Estos valores son ligeramente superiores a los encontrados por Gimeno *et al.* (2000) para distintas marcas de Chorizo de Pamplona, los cuales oscilaron entre 0,45 y 0,51 pero se aproximan a los obtenidos por Bonato *et al.* (2006b) de 0,62 a 0,66 para nuggets de pollo, quienes encontraron que la

cohesividad aumentó con el incremento en la sustitución de carne de pollo por CDM de dicha ave. Trujillo *et al.* (2010) obtuvieron valores de cohesividad de 0,34 a 0,38 para carne cocida de ovino, los cuales son inferiores a los presentados en el Cuadro 19, mientras que Sotelo *et al.* (2008) reportan 0,63 para el kamaboko que prepararon, valor muy similar a algunos obtenidos en el presente trabajo.

Con respecto a la elasticidad (Cuadro 19), se observaron diferencias estadísticas entre los valores de los tratamientos T1 (5,13 mm) y T5 (7,29 mm), indicando esto que la tasa a la que el alimento deformado retorna a su condición original después de que se deja de aplicar una fuerza, es superior con la mayor sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz.

Gimeno *et al.* (2000) encontraron valores de elasticidad en el rango de 0,51 a 0,61 mm para las distintas marcas de Chorizos de Pamplona evaluados, mientras que Trujillo *et al.* (2010) obtuvieron valores de 2,21 a 2,78 mm para carne cocida de ovino y Sotelo *et al.* (2008) reportan 16,88 mm para la elasticidad del kamaboko elaborado. Por su parte, Bonato *et al.* (2006b) determinaron la elasticidad retardada, la cual definen como el cociente de la longitud (o tiempo) recorrida durante la segunda compresión (indicativo del tamaño recuperado por la muestra en el tiempo transcurrido entre ambos ciclos) y la longitud (o tiempo) recorrida durante la primera compresión (indicativo del tamaño original de la muestra), encontrando que ésta varió entre 0,71 y 0,74, observándose mayores valores para los nuggets donde la sustitución de carne de pollo por CDM de dicha ave fue mayor. En casos como este, la diferente manera en la que es calculada y reportada la elasticidad dificulta la comparación con la presente investigación.

En el caso de la masticabilidad (Cuadro 19) los valores oscilaron entre 10,19 y 16,64 kgf.mm, concluyéndose que no existe diferencia en la energía requerida para masticar el alimento hasta estar en condiciones de ser deglutido.

Trujillo *et al.* (2010) obtuvieron valores de masticabilidad entre 0,20 y 0,30 kgf.mm para carne cocida de ovino, mientras que Gimeno *et al.* (2000) encontraron cifras en el rango de 1.436,62 y 2.072,89 gf.mm (equivalente a un rango de 1,44 a 2,07 kgf.mm) para las distintas marcas de Chorizos de Pamplona evaluados, siendo en ambos trabajos los valores inferiores a los encontrados en el presente estudio. Como la masticabilidad resulta del producto de la dureza, cohesividad y

elasticidad, sus unidades dependerán de las unidades de la dureza y la elasticidad, siendo la elasticidad donde se presenta mayor variación con respecto a las unidades, y por tanto se dificulta la comparación entre algunos trabajos de investigación.

Algunos investigadores han hecho referencia a la imposibilidad de realizar comparaciones entre trabajos donde se ha realizado una evaluación instrumental de la textura, en primer lugar debido a las diferentes condiciones bajo las cuales se efectúa la evaluación como tal, como por ejemplo la velocidad del ensayo, tamaño del plato de compresión, tamaño y forma de la muestra, etc. (Chacón y Pineda, 2009 y Tunick, 2000), pero también las comparaciones se dificultan cuando las muestras provienen de productos (cárnicos, en este caso) cuya materia prima cárnica no corresponde a una misma especie animal, o bien no se emplearon los mismos ingredientes y aditivos, o el procesamiento empleado para obtener los productos no fue el mismo. Todos estos factores pudieron influir en las diferencias encontradas entre los nuggets elaborados en el presente trabajo y las otras investigaciones señaladas.

Es preciso recordar, que la composición química reportada para el nugget cocido corresponde al producto completo, es decir, con la corteza formada debida al rebozado y empanado, mientras que el TPA se le efectuó al nugget sin dicha corteza. La exclusión de la corteza se debió a dos razones: la primera fue que la sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz se realizó a la masa cárnica como tal, y la presencia de la corteza podía afectar las propiedades, evitando posiblemente que se encontraran las verdaderas tendencias, y la segunda razón fue para seguir el procedimiento empleado por Bonato *et al.* (2006b), quienes eliminaron la corteza probablemente por la razón ya señalada.

En el Cuadro 20 se observan los resultados microbiológicos de los nuggets precocinados, donde se aprecia que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos para aerobios mesófilos, *S. aureus*, levaduras ni mohos, siendo en todos los tratamientos el conteo menor a 10 ufc/g en el caso de *E. coli* y comprobándose la ausencia de *Salmonella*.

Los resultados de aerobios mesófilos del Cuadro 20 son inferiores al señalado como límite inferior de 1×10^5 ufc/g en España por el Real Decreto 3484/2000 para este tipo de productos precocinados, y además los valores son similares a los reportados por Bonato *et al.* (2006a) de $4,6 \times 10^3$ ufc/g para aerobios mesófilos en nuggets de pollo cocidos totalmente en aceite, a pesar de que en este caso los

productos estaban cocinados parcialmente, lo cual confirma la buena calidad microbiológica de la materia prima y buenas practicas higiénicas durante el procesamiento, el cual involucra varios procesos manuales cuando se elabora de manera artesanal, como fue el caso del presente trabajo.

Cuadro 20. Resultados microbiológicos de los nuggets precocinados

TRAT.	Aerobios mesófilos		<i>S. aureus</i>		Mohos		Levaduras		<i>E. coli</i> (ufc/g)	Salmonella
	Media (ufc/g)	Rango (ufg/g)	Media (ufg/g)	Rango (ufg/g)	Media (ufg/g)	Rango (ufg/g)	Media (ufg/g)	Rango (ufg/g)		
T1	8,4x10 ³ a	2,1x10 ³ - 2x10 ⁴	3,3x10a	3x10- 4x10	1,3x10a	1x10- 2x10	2,9x10 ² a	7x10- 7x10 ²	<10	Ausente
T2	5,3x10 ⁴ a	1,5x10 ⁴ - 7,5x10 ⁴	1,7x10 ² a	6x10- 3,6x10 ²	<10a	N.A.	3,2x10 ² a	1,1x10 ² - 6x10 ²	<10	Ausente
T3	2,8x10 ⁴ a	1,6x10 ³ - 7,7x10 ⁴	7,7x10a	2x10- 1,1x10 ²	<10a	N.A.	1,3x10 ³ a	4x10- 2,5x10 ²	<10	Ausente
T4	1,1x10 ³ a	6x10 ² - 1,4x10 ³	4x10a	1x10- 8x10	<10a	N.A.	2,3x10 ³ a	1,9x10 ² - 3x10 ²	<10	Ausente
T5	1,9x10 ³ a	8,4x10 ² - 4x10 ³	1,1x10 ² a	1x10- 2x10 ²	7a	5-10	7,3x10a	1x10- 1,1x10 ²	<10	Ausente

-Para cada variable (columna) las letras corresponden a diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) en los rangos obtenidos en la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

-N.A.= No aplica

-TRAT.: Tratamiento

-T1: nuggets de pollo (0% de reemplazo); T2: nuggets de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: nuggets de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: nuggets de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: nuggets de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina (2009) a través del Código Alimentario Argentino considera un máximo de 1×10^4 ufc/g para aerobios mesófilos, por lo que si dicha normativa está dirigida a productos cocinados totalmente, los cinco tratamientos elaborados en este trabajo muy probablemente cumplirían con dicho requisito, pues con el tratamiento térmico de cocción final el contaje disminuiría con respecto a las cifras que se presentan en el Cuadro 20, la mayoría de las cuales de por si son inferiores al límite señalado por el organismo Argentino. Igualmente, se cumpliría con la normativa de la USDA (2001) para nuggets cocidos donde se señala un máximo de 5×10^4 ufc/g.

Aunque los nuggets no se corresponden totalmente con la definición de Hamburguesa según la Norma Venezolana FONDONORMA 2127:2007, se observa que el contaje de aerobios mesófilos

obtenido en el presente trabajo es claramente inferior al de 1×10^6 ufc/g correspondiente a hamburguesa.

Valero *et al.* (2008) encontraron para Aerobios Mesófilos $7 \log_{10}$ ufc/g (equivalente a $2,14 \times 10^7$ ufc/g) en hamburguesas de pollo elaboradas en forma artesanal, valor que supera ampliamente al obtenido en el Cuadro 20.

Zea y Ríos (2004) señalan que las bacterias mesófilas aerobias son indicadoras de calidad higiénico-sanitaria, siendo un riesgo potencial para el consumidor por la posible presencia de agentes patógenos, por lo que el relativo bajo contaje encontrado en el presente trabajo para productos semicocidos es altamente satisfactorio.

En relación a *E. coli* los resultados obtenidos son satisfactorios, cumpliendo el límite señalado de 10 ufc/g en España por el Real Decreto 3484/2000 para este tipo de productos precocinados, mientras que para *S. aureus* según dicho decreto el límite inferior es de 10 y el superior de 1×10^2 ufc/g, encontrándose los valores obtenidos entre estos límites para todos los tratamientos.

Para hamburguesas la Norma Venezolana FONDONORMA 2127:2007 establece un límite inferior de 50 ufc/g para *E. coli*, el cual es claramente superior al valor obtenido en el presente trabajo. Valero *et al.* (2008) encontraron para *E. coli* $2,4 \log_{10}$ ufc/g (equivalente a $2,5 \times 10^2$ ufc/g) en hamburguesas de pollo elaboradas en forma artesanal, valor superior al obtenido en el Cuadro 20.

El superar los límites establecidos de *E. coli* en las normas anteriormente mencionadas, es indicativo de una elevada contaminación de origen fecal y por tanto un indicador de la posible existencia de patógenos (Zea y Ríos, 2004), por lo que la ausencia de dicho microorganismo en los nuggets elaborados es un hecho altamente positivo.

La ausencia de *Salmonella* en los nuggets elaborados coincide con los resultados de Bonato *et al.* (2006a) para nuggets cocidos, y cumple con el requisito establecido por la USDA (2001) para nuggets cocidos, con el Real Decreto 3484/2000 para este tipo de productos precocinados y con Norma Venezolana FONDONORMA 2127:2007 correspondiente a Hamburguesa.

Una gran variedad de alimentos se han relacionado como vehículos de infección por *Salmonella* en humanos; el mayor riesgo lo constituye el consumo de pollo y huevo (Doyle y Erickson, 2006), por lo que la ausencia de *Salmonella* en los productos obtenidos refleja prácticas adecuadas que van desde el manejo de los animales en la granja hasta la manufactura como tal de los nuggets.

Tal y como se señaló anteriormente, la carne deshuesada mecánicamente tiene una alta probabilidad de sufrir una contaminación microbiológica lo cual afectaría desfavorablemente los productos generados. En este caso, los productos elaborados presentaron una carga microbiana muy similar a la de la materia prima cárnica (Cuadro 14), lo cual indica que el proceso de manufactura no generó contaminación adicional.

En el Cuadro 21 se observan los resultados de la evaluación sensorial de los nuggets, donde se aprecia que no hay diferencias significativas ($P > 0,05$) en el nivel de agrado que genera en el panelista el color interno, el sabor de los nuggets, ni la sensación al desprender el bocado.

Cuadro 21. Evaluación sensorial de los nuggets cocidos

TRAT.	Color interno	Sabor	Sensación al desprender el bocado
T1	4,82 a	4,76 a	4,56 a
T2	5,13 a	4,84 a	4,89 a
T3	4,42 a	4,47 a	4,49 a
T4	4,78 a	5,09 a	4,78 a
T5	4,44 a	4,71 a	4,51a

-Media aritmética de los puntajes logrados por los tratamientos para cada atributo

- Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Media no paramétrica.

-TRAT.: Tratamiento

-T1: nuggets de pollo (0% de reemplazo); T2: nuggets de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: nuggets de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: nuggets de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: nuggets de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Esto indica que a pesar de las diferencias fisicoquímicas encontradas en los cinco tratamientos de los nuggets, el consumidor no experimenta un gusto preferencial hacia alguno de los tratamientos, por lo que se podría usar cualquiera de las formulaciones propuestas sin consecuencias en este sentido.

La falta de diferencias entre los atributos evaluados puede ser debida a varios factores. En primer lugar la presencia de la corteza de los nuggets, pudo enmascarar la textura particular de alguno de los tratamientos; el Análisis de Perfil de Textura (TPA) (Cuadro 19) reveló diferencias en la elasticidad de los tratamientos, pero hay que considerar que el TPA se realizó sin dicha corteza. En segundo lugar, aunque se podría notar cierta tendencia en cuanto a los resultados del color interno en el Cuadro 21, según la cual los tratamientos con más CDM (carne más oscura) gustan menos, la misma no fue estadísticamente significativa, lo que indica que las proporciones utilizadas son aceptadas por el consumidor, a pesar de que éste pueda estar acostumbrado a nuggets con carne más clara internamente (generalmente de carne de pechuga de pollo). Por otro lado, la falta de diferencias en cuanto al nivel de agrado del sabor de los nuggets, es producto posiblemente de la presencia de la corteza ya indicada y el contenido de los condimentos utilizados, todo lo cual hizo que, inclusive con la máxima proporción de sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz, las diferencias que pueden haber en cuanto al sabor de los dos tipos de carne no fuera detectada negativamente por el consumidor.

Bonato *et al.* (2006a) al comparar sensorialmente nuggets sin CDM de pollo (0% sustitución) y con sustitución de la carne manualmente obtenida de pollo por CDM de dicha ave (20% sustitución), encontraron que durante 6 meses de almacenamiento en congelación envasados en atmósfera con aire, solo se detectó un mayor nivel de aroma rancio en el segundo mes para el nugget sin CDM de pollo (el cual fue considerado como inexistente según la escala utilizada), mientras que el sabor rancio solo fue evidente estadísticamente en el sexto mes, siendo superior en el nugget con sustitución del 20%.

Pacheco *et al.* (2006) elaboraron nuggets de carne de pechuga de pollo y nuggets de carne de pechuga de gallina ponedora, encontrando que no hubo diferencias en la evaluación global (donde se incluyó aroma, sabor y textura), estando los valores encontrados entre “gustó mucho” (6) y “gustó muchísimo” (7). Estos autores mencionan que, a pesar de que se encontraron diferencias

significativas en la composición química de los filetes de pechuga, las proporciones de proteína, grasa, humedad y ceniza para los mismos fueron muy cercanas, lo cual pudiera explicar el que no se hallaron diferencias en los resultados de la evaluación sensorial de los productos.

Chinprahast *et al.* (1997) elaboraron nuggets con carne de pechuga de pollo y CDM de dicha ave, en varias proporciones, encontrando que cuando utilizaron solo CDM no se detectaron diferencias significativas en el olor, jugosidad ni aceptación global en comparación con los nuggets elaborados solo con carne obtenida manualmente. Adicionalmente, estos autores determinaron que la proporción más apropiada de carne obtenida manualmente y CDM era 60:40, respectivamente, ya que cantidades superiores de CDM daban como resultado características sensoriales inferiores.

Tal y como se puede observar al evaluar otras investigaciones en las que se han elaborado nuggets, la sustitución de carne separada manualmente de pollo por CDM o por otras carnes no tradicionales, ha generado productos que han sido aceptados por el consumidor en el mismo grado que el nugget convencional, al igual que lo encontrado en el presente trabajo, donde no se reportaron en ningún caso promedios que indicaran desagrado para alguno de los atributos, ya que los tratamientos se ubicaron de modo general en niveles de agrado que iban de la indiferencia a gustar ligeramente, y ninguna de las formulaciones experimentales agradó menos que el nugget elaborado solo con carne de pollo.

Cálculo de costos

Obtención de la CDM

Para fines del presente producto elaborado (nugget) así como para las salchichas y los fiambres, se asumió que la CDM de codorniz provenía de una sección relativamente independiente de la unidad de producción que elabora el producto en cuestión, generándose el Cuadro 22.

Cuadro 22. Cálculo del costo total de fabricación de CDM de codorniz (15/01/2011)

COSTO DE PRODUCCIÓN O COSTO PRIMO	Bs/kg
1-COSTO MATERIA PRIMA (carne y empaque)	31,62
2-COSTO MANO OBRA DIRECTA	2,31
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	33,93
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN O GASTOS GENERALES	
Depreciación equipos	3,44
Material de limpieza y desinfección	0,25
Reparaciones	0,95
Gastos generales (papelería, dotación, electricidad, agua, teléfono)	0,50
TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	5,14
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN	39,07

- Costo de materia prima.- El costo de la materia prima en este caso incluyó la obtención como tal de la carne deshuesada mecánicamente y el costo del empaque, por lo que se tuvieron que considerar los costos de mantener los animales en granja hasta la edad de beneficio (entre los 42 y los 56 días) y el costo del beneficio de cada ave.

Considerando el consumo de alimento según Almeida *et al.* (2002) y según Cori *et al.* (2009), y tomando en cuenta el precio actual del alimento para los animales, se tiene que el costo de llevar un ave hasta los 42 días es 1,97 Bs/animal, y a 56 días es 2,92 Bs/animal, por lo que si se considera un promedio entre ambos (dado que la edad de beneficio está entre ambos valores) y se le suma el costo del beneficio (estimado en 0,62 Bs/animal según consulta a un productor de codornices con un matadero artesanal) se obtiene 3,07 Bs/animal. Al calcular la media aritmética de los pesos de las canales a los 42 y a los 56 días, según Cori *et al.* (2009), resulta 97,4 g/animal, lo cual permite obtener el costo de cada kg de canal a través del siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} \text{Costo de la canal (Bs/kg)} &= 3,07 \text{ Bs/animal} \times 1 \text{ animal}/97,4 \text{ g} \times 1000 \text{ g/kg} \\ &= 31,52 \text{ Bs/kg.} \end{aligned}$$

Se consideró, como precio para las bolsas plásticas que contendrán 5 kg de CDM, un valor de 0,5 Bs, lo que indica un costo de 0,1 Bs/kg, que sumado al costo de obtención de un kg de canales resulta en 31,62 Bs/kg.

En cuanto al volumen de producción, con base en experiencias previas de la autora en empresas donde se obtiene CDM, se estimó una velocidad de procesamiento de 0,5 kg de materia prima/minuto, por lo que tomando en cuenta 5 horas de procesamiento al día y 21 días hábiles en cada mes resulta 3.150 kg de canales procesadas. Considerando un rendimiento de 50% (ligeramente inferior al encontrado en el presente trabajo para no hacer sobreestimaciones) se producirían 1.575 kg de CDM/mes.

- Costo de Mano de obra directa.- Se ubicaron dos personas encargadas de esta actividad, cada una con los siguientes beneficios:

- Sueldo de 1.223,89 Bs/mes.
- Cestaticket de 341,25 Bs/mes (16,25 Bs/día durante 21 días hábiles de un mes).
- Seguro social obligatorio de 122,39 Bs/mes (10% del salario básico).
- Fondo obligatorio de vivienda de 24,48 Bs/mes (2% del salario básico).
- Seguro de paro forzoso de 6,12 Bs/mes (0,5% del salario básico).
- Bonificación de fin de año de 50,96 Bs/mes (15 días de sueldo anuales).
- Vacaciones de 50,96 Bs/mes (15 días de sueldo anuales).

De la sumatoria de estas cantidades resultan 1.820,05 Bs/mes para una persona, de lo que se deduce que para dos son 3.640,1 Bs/mes, cifra que dividida entre la producción mensual estimada de 1.575 kg/mes da como resultado 2,31 Bs/kg de CDM.

- Depreciación de equipos.- Se calculó la depreciación de los equipos, asumiendo una vida estimada de servicio de 5 años para los mismos. Los equipos considerados fueron:

- Máquina deshuesadora mecánica: por Bs 303.000
- Congeladores (2 en total, uno para canales y otro para CDM): Bs 15.000
- Balanza electrónica: Bs 1.250
- Cestas plásticas (10 en total, 45 Bs c/u): 450
- Acondicionadores de aire de 12000 BTU 110 V (2 en total): Bs 5.400.

La sumatoria del costo de los equipos fue de Bs 325.100, por lo que para obtener la depreciación por kg de CDM producido se toma en cuenta el tiempo de vida de servicio (60 meses) y el total de CDM a ser producido como mínimo (1.575 kg/mes) a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Depreciación} = 325.100 \text{ Bs} / 60 \text{ meses} \times 1 \text{ mes} / 1.575 \text{ kg} = 3,44 \text{ Bs/kg}$$

- Material de limpieza y desinfección.- Este costo se calculó tomando en cuenta el costo reportado por una empresa de la industria cárnica, en el que se tiene un programa de limpieza y desinfección que incluye: espuma alcalina, espuma ácida, desengrasante para pisos, abrillantador de acero inoxidable, limpiador de porcelana, lavado de manos y desinfección de manos, y cuyo costo es de 3.900 Bs/mes.

Si se considera la décima parte de ese costo (dada la diferencia en las proporciones entre la empresa en cuestión y la empresa artesanal que se está asumiendo), y se divide el mismo entre la cantidad de CDM producida mensualmente tenemos que:

$$\text{Costo limpieza y desinf.} = 390 \text{ Bs/mes} \times 1 \text{ mes} / 1.575 \text{ kg} = 0,25 \text{ Bs/kg}$$

- Reparaciones.- El costo de las reparaciones fue estimado considerando la experiencia de un administrador de la industria cárnica, que sugiere que puede ser aproximadamente del 3% de la sumatoria del costo de la materia prima y el material de empaque, es decir el 3% de 31,62 Bs/kg que es 0,95 Bs/kg.
- Gastos generales (papelería, dotación, electricidad, agua, teléfono).- Estos gastos incluyen valores estimados mensuales de 150 Bs para papel, lápices y bolígrafos, 284 Bs de dotación de bata, gorro, tapaboca y botas, 210 Bs para electricidad, 50 Bs para agua de lavado y 100 Bs para servicio telefónico, todo lo cual suma 794 Bs/mes, que dividido entre los 1.575 kg/mes de CDM producidos como mínimo resulta en 0,5 Bs/kg.

Al efectuar la sumatoria de los costos de producción y los costos indirectos resulta un valor de 39,07 Bs/kg como costo de fabricación para la CDM de codorniz, el cual se considerará en el cálculo de los costos de los productos cárnicos elaborados en el presente trabajo.

Determinación de producción mensual de nuggets

Para poder calcular la producción de nuggets de una unidad de producción artesanal, se consideraron el tiempo y el número de personas involucradas en las siguientes actividades: obtención de la CDM, preparación de carne de pollo, pesaje de ingredientes y aditivos, mezcla de ingredientes y aditivos,

extensión en bandejas, congelación en bandejas, formado, rebozado, empanado, precocción y escurrimiento, enfriamiento y empackado, tal y como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 23. Distribución del tiempo y del personal en la producción de nuggets

ACTIVIDAD	PERSONAL ASIGNADO	TIEMPO INVERTIDO (h)
Obtención de CDM	La CDM viene de otra línea	
Preparación de carne de pollo	A, B	4
Pesaje de ingredientes y aditivos	C	2
Mezcla de ingredientes y aditivos	C	2
Extensión de mezcla en bandejas	A,B	2
Congelación de mezcla en bandejas	A,B	18
Formado	A	2
Rebozado	C	1
Empanado	C	
Precocción y escurrimiento	C,A	2
Enfriamiento	B	2
Empacado	B	1

A, B y C corresponden a la identificación del personal (mano de obra directa) encargado de la actividad

Las actividades de preparación de carne de pollo, pesaje de ingredientes y aditivos, mezcla de ingredientes y aditivos y extensión en bandejas se coordinarían entre el personal, de manera que en total las horas de trabajo no excedan 8 horas/día, y que exista fluidez en la línea de producción, ya que como se puede observar cada lote de nuggets es producto del trabajo de dos días.

También es necesario comentar que se han reflejado en el cuadro las principales actividades que realizarían las personas (identificadas como A, B y C) en la línea de producción; sin embargo, cuando para una actividad no aparezcan uno o más de los operadores ya identificados, se asume que éstos están apoyando a los operadores principales, o bien en actividades de organización y limpieza de su área de trabajo, antes y/o después de su labor, o en la actividad que le corresponde, la cual puede que sea realizada de manera simultánea con otra actividad.

Considerando los pesos promedio de los nuggets formados (16,52 g) y de los nuggets precocinados (19,11 g) obtenidos al tomar en cuenta los cinco tratamientos presentados en el Cuadro 15, se puede estimar el peso de nuggets que se elaborarían en dos días de trabajo, tomando como base las 15 fabricaciones de 1,2 kg cada una efectuadas (18 kg), a través del siguiente cálculo:

$$18.000 \text{ g nugg form} \times 19,11 \text{ g nugg prec} / 16,52 \text{ g nugg form} = 20.822 \text{ g nugg prec}$$

Es decir, que se generarían 20,82 kg de nuggets precocinados en 2 días de trabajo, por lo que en 20 días (equivalente a un mes) se obtendrían 208,2 kg, o lo que es lo mismo, 208,2 kg/mes.

Si se aumenta la capacidad de los equipos empleados, obviamente se incrementará el volumen de producción; sin embargo, para efectos del este ejercicio de cálculo de costos, se decidió considerar los equipos empleados en la ejecución experimental del presente trabajo.

Costo de fabricación

En el Cuadro 24 se presenta un resumen de los costos totales de fabricación de los nuggets de pollo y codorniz para las cinco formulaciones establecidas,

Cuadro 24. Cálculo de costo total de fabricación de los nuggets de pollo y codorniz para los cinco tratamientos (15/01/2011)

	T1	T2	T3	T4	T5
COSTO DE PRODUCCIÓN O COSTO PRIMO (Bs/kg)					
Costo de materia prima (ingredientes, aditivos y empaque)	30,21	31,79	33,37	34,95	36,52
Costo de mano de obra directa	26,23	26,23	26,23	26,23	26,23
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	56,44	58,02	59,60	61,18	62,75
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN O GASTOS GENERALES (Bs/kg)					
Depreciación equipos	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Material de limpieza y desinfección	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
Reparaciones	0,91	0,95	1,00	1,05	1,09
Gastos generales (papelería, dotación, electricidad, gas, teléfono)	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95
TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN (Bs/kg)	13,40	13,38	13,44	13,49	13,55
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN (Bs/kg)	69,84	71,46	73,09	74,71	76,34

Se evidencia en primer lugar que las diferencias entre los costos de los tratamientos están ubicadas en los Costos de Materia Prima, y en las Reparaciones; sin embargo, para una mejor comprensión de las cifras presentadas en dicho cuadro, a continuación se explicará brevemente el origen de las mismas.

-Costo de materia prima.- Se incluyeron los costos directos de los materiales que van a ser parte del producto, es decir: la materia prima cárnica, materia prima no cárnica y empaques.

- o Materia prima cárnica.- Se consideró el precio de la carne de pierna+muslo de pollo en 11 Bs/kg, mientras que la CDM de codorniz en 39,07 Bs/kg, tal y como se dedujo anteriormente.
- o Materia prima no cárnica.- La materia prima no cárnica está conformada por los ingredientes incorporados (sal, azúcar, condimentos, agua, harina de trigo, pan rallado y aceite).

Al considerar la proporción de cada uno de estos ítems, la cantidad necesaria para obtener 1 kg de mezcla cárnica, los ingredientes del rebozado y del empanado, además del aceite empleado para la cocción, se obtiene que para trabajar 1 kg de dicha mezcla cárnica el costo (por ejemplo para T1) es de 21,17 Bs. Dado que por cada 16,52 g de mezcla cárnica formada se generan 19,11 g de nugget precocinado, se puede obtener la cantidad generada por cada kg de mezcla cárnica, a través del siguiente cálculo:

$$1000 \text{ g mezcla} \times 19,11 \text{ g nugget precoc} / 16,52 \text{ g mezcla} = 1.156,8 \text{ g} = 1,1568 \text{ kg}$$

Esto quiere decir que se requieren 21,17 Bs en materia prima para obtener 1,156 kg de nugget precocinado, por lo que para saber el costo por cada kg de nugget precocinado se realiza el siguiente cálculo:

$$1 \text{ kg nugg precoc} \times 21,17 \text{ Bs} / 1,1568 \text{ kg nugg precoc} = 18,30 \text{ Bs}$$

Este cálculo se efectuó para todos los demás tratamientos también, obteniéndose así 18,30 Bs para T1, 19,88 Bs para T2, 21,46 Bs para T3, 23,03 Bs para T4 y 24,61 Bs para T5.

- o Material de empaque.- Se consideró el uso de un empaque plástico a ser utilizado para colocar los nuggets, una caja de cartón adicional que contendrá a dicha bolsa plástica, y una

caja grande de cartón que contendrá 12 cajitas de nuggets para facilitar su traslado a los sitios de venta.

Tomando en cuenta paquetes de 30 nuggets cada uno, con nuggets de peso promedio 19,11 g, un precio de 0,50 Bs para la bolsa plástica, 5 Bs Bs para la cajita de cartón y 16 Bs para la caja grande de cartón (lo cual resultaría en 1,33 Bs/empaque de 30 nuggets), el costo por kg de nuggets se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Costo material empaque} = (0,50+5+1,33)\text{Bs}/573,3 \text{ g} \times 1000 \text{ g}/1 \text{ kg} = 11,91 \text{ Bs}/\text{kg}$$

-Costo de mano de obra directa.- Tal y como se señaló anteriormente, para la producción de nuggets se consideró un total de 3 personas, dedicadas durante todo el mes a la elaboración de este producto, cada una con los mismos beneficios ya indicados para la obtención de CDM de codorniz. De la sumatoria de estos beneficios resultan 1.820,05 Bs/mes para una persona, de lo que se deduce que para tres son 5.460,15 Bs/mes, cifra que dividida entre la producción mensual estimada de 208,2 kg/mes da como resultado 26,23 Bs/kg.

-Depreciación de equipos.- Se calculó la depreciación de los equipos, asumiendo una vida estimada de servicio de 5 años para los mismos. Los equipos que fueron considerados fueron:

- Batidora eléctrica: Bs 700
- Bandejas plásticas: Bs 100
- Cucharas, cuchillos y moldes: Bs 500
- Termómetro digital para altas temperaturas: Bs 150
- Balanza (capac 200 g): Bs 900
- Balanza (capac 2000 g): Bs 200
- Cocina: Bs 6.700
- Caldero: Bs 500
- Recipiente de empanado: Bs 200
- Recipiente rebozado : Bs 200
- Molino de carne: Bs 5.250
- Congelador (3: mat. prima, proceso, producto terminado): Bs 15.000
- Refrigerador (tipo vitrina): Bs 10.000
- Acondicionadores de aire 12000 BTU 110 V (2 en total): Bs 5.400

La sumatoria del costo de los equipos fue de Bs 45.800, por lo que para obtener la depreciación por kg de CDM producido se toma en cuenta el tiempo de vida de servicio (60 meses) y la producción mínima programada de nuggets en un mes (208,2 kg/mes) a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Depreciación} = 45.800 \text{ Bs} / 60 \text{ meses} \times 1 \text{ mes} / 208,2 \text{ kg} = 3,67 \text{ Bs/kg}$$

-Material de limpieza y desinfección.- Este costo se calculó tomando en cuenta el costo reportado por una empresa de la industria cárnica, en el que se tiene un programa de limpieza y desinfección cuyo costo es de 3.900 Bs/mes. Si se considera la décima parte de ese costo (dada la diferencia en las proporciones entre la empresa en cuestión y la empresa artesanal que se está asumiendo), y se divide el mismo entre la cantidad de nuggets (kg) a ser producida mensualmente resulta:

$$\text{Costo limpieza y desinf.} = 390 \text{ Bs/mes} \times 1 \text{ mes} / 208,2 \text{ kg} = 1,87 \text{ Bs/kg}$$

-Reparaciones.- El costo de las reparaciones fue estimado considerando la experiencia de un administrador de la industria cárnica, que sugiere que puede ser aproximadamente del 3% de la sumatoria del costo de la materia prima y el material de empaque.

-Gastos generales (papelería, dotación, electricidad, agua, gas y teléfono).- Estos gastos incluyen valores estimados mensuales de 300 Bs para papel, lápices y bolígrafos, 426 Bs de dotación de bata, gorro, tapaboca y botas, 400 Bs para electricidad, 100 Bs para agua de lavado, 200 Bs para servicio telefónico, y 20 Bs para gas, todo lo cual suma 1.446 Bs/mes, que dividido entre los 208,2 kg/mes de nuggets elaborados como mínimo resulta en 6,95 Bs/kg.

A partir de la sumatoria de los costos de producción y de los costos indirectos de fabricación se obtiene el costo total de fabricación para cada uno de los tratamientos, observándose que éste oscila entre 69,84 (T1) y 76,30 Bs/kg (T5).

El costo directo de producción constituye la mayor parte del costo total de fabricación, ya que representa desde 80,82% para T1 hasta 82,21% para T5, lo cual indica un leve ascenso con el incremento de la inclusión de la CDM en la formulación. Por su parte, la proporción que representa los costos indirectos va desde 19,18% (T1) hasta 17,79% (T5), observándose un ligero decremento, debido a que la mayor parte de los costos indirectos son valores constantes en los cinco tratamientos y el costo total de fabricación se incrementa, solo variando en los costos indirectos las reparaciones,

las cuales se estimaron como un porcentaje de la materia prima, aumentando el costo de las reparaciones con la inclusión de CDM en la mezcla de los nuggets pero no de manera significativa como para generar incrementos importantes en los costos indirectos.

Con respecto al costo de la CDM en relación al costo total de fabricación, representa valores que van desde 0% (T1) hasta 13,31% (T5), mientras que la carne de pollo osciló desde 10,24% (T1) hasta 5,62% (T5), observándose que el costo de la CDM es bastante alto si se considera que nunca llega a representar el 100% de la carne empleada, ya que para T5 fue el 40% de la mezcla cárnica. Con la finalidad de intentar reducir el costo de la CDM, sería conveniente una revisión y disminución de los costos de las canales como tal, ya que si se observan los valores correspondientes a los costos de obtención de la CDM se aprecia que el costo de la canal representa el 80,68% del costo de la CDM. Dicha disminución podría basarse en principio en la obtención de alimento a menor costo, empleo de sistemas de alimentación que permitan un menor desperdicio de las porciones suministradas a los animales y/o empleo de aves con un mayor índice de conversión del alimento.

Con respecto al costo de la mano de obra, éste pasa a representar el 37,56% en T1 hasta el 34,38% en T5, apreciándose una disminución en la proporción con la inclusión de la CDM debido a que el monto de la mano de obra es un valor constante y el costo total de fabricación se incrementa en la medida en que se añade más CDM a la mezcla.

Una vez evaluados los costos de fabricación, sería lógica la inquietud de conocer si este tipo de productos podría competir con otros productos análogos ya existentes comercialmente en Venezuela. Aunque este aspecto no es uno de los objetivos de la presente investigación, se podrían asumir algunas cifras para intentar responder esta interrogante.

En primer lugar se estimará que el costo de venta y los gastos generales de administración corresponden juntos al 10% del costo total de fabricación, y que el fabricante ha estimado la ganancia en un 20% del costo total o costo final del producto (equivalente al 16,67% del precio de venta del producto), por lo tanto, los precios de venta oscilarían entre 92,19 Bs/kg (T1) y 100,76 Bs/kg (T5) sin el Impuesto al Valor Agregado (IVA), o bien entre 103,25 Bs/kg (T1) y 112,85 Bs/kg (T5) con IVA; sin embargo, para los siguientes planteamientos se considerarán los precios con IVA de los productos comprendidos entre los tratamientos T2 (105,56 Bs/kg) y T5 (112,80 Bs/kg), ya que

la idea es evaluar la posible situación en el mercado de los nuggets con CDM de codorniz, y T1 no la incluye.

En segundo lugar se considerarán tres marcas comerciales que en lo sucesivo se denominarán X, Y y Z, que corresponden a nuggets con un peso cercano a los del presente trabajo, y que al considerar el número de piezas que presenta el empaque los pesos netos son 462 g (marca X), 460 g (marca Y) y 570 g (marca Z), siendo los precios de venta al público en un supermercado 27 Bs, 56,10 Bs y 48,50 Bs, respectivamente.

Al evaluar la información anterior, se puede obtener un estimado del precio que tendría cada kg de nuggets en cada una de las marcas, es decir, 58,44 Bs/kg para la marca X, 121 Bs/kg para la marca Y y 85 Bs/kg para la marca Z, y al compararlos con los correspondientes a T2 (105,56 Bs/kg) y a T5 (112,80 Bs/kg) se puede apreciar que solo la marca Y supera ampliamente el precio de venta de los nuggets con CDM de codorniz, y que la marca con menor precio es X con una cifra que corresponde casi a la mitad del precio de T5. Es decir, si se evalúa con el precio por kg, los nuggets con CDM de codorniz podrían competir contra la marca Y ofreciendo por un menor costo un producto con un ingrediente adicional y poco común, como lo es la carne de codorniz, con una composición química que resalta en cuanto al bajo contenido graso, un contenido proteico similar al de otras marcas comerciales, con unos contenidos de hierro y de calcio que pudieran ser superiores a otros nuggets existentes en el mercado, y con unas características microbiológicas y sensoriales adecuadas. Con respecto a las marcas Z y especialmente con la marca X, habría que resaltar dichas ventajas a fin de poder captar la atención del consumidor y lograr convencerlo de la adquisición del producto, a pesar de tener un mayor precio.

Por otro lado, al calcular el precio de venta correspondiente a 460 g de nuggets, que es el peso aproximado de las presentaciones para las marcas X (27 Bs) y Y (56,10 Bs), se observa que T2 tendría un precio de aproximadamente 48,56 Bs y T5 de 51,89 Bs, siendo así evidente la posibilidad real de competir con la marca Y debido a que ésta presenta un mayor precio de venta.

La marca Z, por su parte, tiene una presentación de 570 g, por lo que al considerar el empaque originalmente concebido para los productos del presente trabajo (30 nuggets de 19,11 g aproximadamente cada uno) se obtendría un peso neto de 573 g, siendo el precio de venta de 60,49

Bs (T2) y 64,63 Bs (T5), precios que superan el de la marca Z de 48,50 Bs, en cuyo caso se tendría que implementar la campaña publicitaria mencionada anteriormente para resaltar las ventajas del producto con carne de codorniz.

Es necesario mencionar que los costos de fabricación calculados en este ejercicio podrían ser inferiores si se toman una o varias medidas, como la disminución del costo de la CDM de codorniz, el incremento de los volúmenes de producción de nuggets, etc., todo esto con el mismo costo de mano de obra y sin aumentos importantes en los equipos utilizados, lo cual permitiría disminuir los precios de venta y competir así con otras marcas comerciales. En este sentido, es pertinente recordar que las codornices que se pueden aprovechar en Venezuela para el uso de la carne son los machos de las ponedoras, pero si se pudiera disponer de codornices seleccionadas para carne posiblemente el costo de producción de la CDM sería inferior, y por tanto el costo de fabricación de los nuggets disminuiría.

Conclusiones del Experimento 2

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el peso de las piezas formadas de los cinco tratamientos, comportamiento que se repitió para las piezas una vez que fueron rebozadas en la mezcla líquida, empanadas y precocinadas.

En cuanto a la composición química de los nuggets precocinados, solo se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al contenido de grasa de los mismos, mientras que en los nuggets cocidos hubo diferencias significativas en todas las fracciones evaluadas, observándose que con el aumento en la proporción de carne de pollo sustituida por CDM de codorniz aumentó la fracción de humedad y cenizas y disminuyó la fracción de grasa y proteína, aunque al considerar un factor de corrección por la pérdida de peso de cada tratamiento durante la cocción, se confirmaron todas las tendencias menos la de la proteína, la cual se observó que no varió con el nivel de sustitución.

Los niveles de oxidación lipídica son muy bajos, pero existe una tendencia a incrementarse en la medida en que la proporción de CDM en el producto es mayor.

Con respecto al contenido de hierro y calcio en los nuggets precocinados, se aprecia una tendencia al incremento de los niveles de estos minerales con la incorporación de CDM.

En términos generales no parece haber una relación entre la proporción de CDM de la mezcla y la pérdida de peso durante el almacenamiento, ya que se observó un comportamiento similar entre tratamientos con alta y baja proporción de CDM.

En relación al Análisis del Perfil de Textura (TPA) los valores de dureza, elasticidad, masticabilidad y cohesividad para los cinco tipos de nuggets elaborados indican que solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos para la elasticidad, la cual aumentó con la proporción de CDM en el producto.

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos para aerobios mesófilos, *S. aureus*, levaduras ni mohos, siendo en todos los tratamientos el conteo menor a 10 ufc/g en el caso de *E. coli* y comprobándose la ausencia de *Salmonella*.

Con respecto a la evaluación sensorial de los nuggets, no se presentaron diferencias significativas en el nivel de agrado del color interno, el sabor de los nuggets, ni la sensación al desprender el bocado por parte del panelista, por lo que se podría usar cualquiera de las formulaciones propuestas sin consecuencias negativas desde el punto de vista sensorial.

Los costos de fabricación estuvieron entre 69,84 (T1) y 76,34 Bs/kg (T5), pero pudieran ser inferiores con mayores volúmenes de producción y/o estrategias que permitan disminuir el costo de la CDM de codorniz, lo cual contribuiría a competir con otros productos comerciales análogos.

Con base en los resultados físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales de los productos elaborados, se concluye que los nuggets con mayor proporción de CDM pueden satisfacer las exigencias organolépticas del consumidor, sin poner en riesgo su salud por contaminación microbiológica, y aportando un menor contenido de grasa después de la cocción, siendo además una fuente adicional de hierro y calcio.

V.2.2. Desarrollo, caracterización y comparación de salchichas (Experimento 3)

En el Cuadro 25 se presenta la composición química de las salchichas cocidas de pollo y codorniz correspondiente a los cinco tratamientos, donde se aprecia en primer lugar que la humedad de T1 fue significativamente menor a la de los demás productos elaborados ($P < 0,05$).

Cuadro 25. Composición química de las salchichas cocidas de pollo y codorniz

TRAT.	Humedad (%)	Proteína cruda (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)
T1	72,14±0,04 b	13,74±0,32 a	5,12±0,28 a	2,47±0,01 b
T2	73,25±0,27 a	13,41±0,29 a	5,51±0,28 a	2,49±0,05 b
T3	73,59±0,14 a	13,65±0,40 a	5,48±0,33 a	2,53±0,01 ab
T4	73,27±0,14 a	13,50±0,09 a	5,27±0,18 a	2,53±0,01 ab
T5	73,48±0,23 a	13,65±0,18 a	5,25±0,35 a	2,61±0,08 a

-Los resultados corresponden a media \pm desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: salchichas de pollo (0% de reemplazo); T2: salchichas de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: salchichas de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: salchichas de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: salchichas de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Aunque no se observa una tendencia determinada en cuanto a la humedad, el menor valor de T1 podría deberse al hecho de que la carne de pollo, que es la única materia prima cárnica que posee este tratamiento, presentó un menor contenido de humedad que la CDM de codorniz, tal y como se señaló en el Experimento 1.

La humedad es importante en los productos cárnicos tipo emulsión por varias razones, entre las que se destacan el proporcionarle al producto una textura adecuada, de manera que el consumidor obtenga una salchicha con un grado de dureza y jugosidad agradables (Forrest *et al.*, 1979).

Los valores de humedad encontrados en el presente trabajo son superiores a los reportados por Benítez *et al.* (2000) de 66% para salchichas elaboradas con 53,97% de CDM de pollo en la fórmula, superiores a los valores señalados por García *et al.* (2005) de 68,4 y 68,56% para salchichas con carne de atún y res en proporción 1:1 y 5:1, respectivamente; también a la humedad encontrada por

Nardin *et al.* (1999) de 64,55% para salchichas con carne de pollo y aceite de maíz, a la encontrada por esos autores de 65,17% para salchichas con carne de gallina y aceite de maíz, y a la reportada por Isaza *et al.* (2010) de 67,2% para salchichas elaboradas con 78,42% de CDM de pollo en la fórmula. No obstante, el contenido de humedad de las salchichas de pollo y codorniz estudiadas en el presente trabajo es muy similar a los reportados por Andrés *et al.* (2009) de 72,3 y 74,1% para salchichas de pechuga de pollo pero empleando grasa bovina o grasa de calamar, respectivamente; es también semejante al valor de 73,5% encontrado por Xiong *et al.* (1999) para salchichas de carne bovina sin adición de gomas y con 2,5% de sal, se aproxima a las cifras halladas por Izquierdo *et al.* (2007) que estuvieron en el rango de 70,79 a 73,18% para salchichas elaboradas con carne de pescado y bovino en diversas proporciones, y a valor encontrado por Mielnik *et al.* (2002) de 70,9% para salchichas con CDM de pavo.

Al comparar los valores obtenidos con los reportados en trabajos de investigación venezolanos de salchichas producidas comercialmente en el país, se observa que el contenido de humedad de las salchichas del presente estudio es mucho mayor que el reportado por Delgado y Valbuena (2006) para salchichas de pollo tipo superior (50,31%), y al encontrado por Ríos (2004) para salchichas de pollo (58,42%).

La Norma COVENIN 412:2005, correspondiente a Salchicha cocida, no indica un máximo para la humedad, sino que señala que la suma de las proporciones de humedad y grasa deberá tener un máximo de 87%, y en el caso del presente trabajo el mayor valor obtenido de dicha sumatoria es de 79,07%, lo cual indica que se cumple con este requisito.

En relación al contenido de proteína, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos ($P>0,05$), lo cual es lógico si se considera que las proporciones de proteína de las dos materias primas cárnicas objeto de evaluación no fueron estadísticamente diferentes.

Los valores obtenidos en el presente trabajo son muy cercanos a los encontrados por Izquierdo *et al.* (2007) para salchichas con carne de pescado y carne bovina, los cuales estuvieron en el rango de 13,55 a 13,82%; son también semejantes al reportado por Andrés *et al.* (2009) de 14,4% para salchicha de pechuga de pollo y grasa bovina, al valor reportado por Nardin *et al.* (1999) de 13,56%

para salchicha con carne de pollo y aceite de maíz, y al señalado por Isaza *et al.* (2010) de 13,8% para salchichas elaboradas con CDM de pollo. Se puede apreciar, igualmente, que los valores de proteína del Cuadro 25 son inferiores a los encontrados por García *et al.* (2005) de 15,55 y 15,53% para salchichas con carne de atún y res en proporción 1:1 y 5:1, respectivamente, inferiores al obtenido por Andrés *et al.* (2009) de 16,5% para salchicha de pechuga de pollo y grasa de calamar, al contenido proteico reportado por Nardin *et al.* (1999) de 14,43% para salchicha de carne de gallina y aceite de maíz, y al valor de 20,9% encontrado por Xiong *et al.* (2009) para salchicha de carne bovina, sin gomas añadidas y con 2,5% de sal. Se pueden mencionar, adicionalmente, trabajos donde el contenido proteico es superado por los valores obtenidos en el presente estudio, como el de Benítez *et al.* (2000) con 11,16% en una salchicha elaborada con CDM de pollo, las salchichas comerciales de pollo tipo superior estudiadas por Delgado y Valbuena (2006) con 11,62% y las salchichas comerciales de pollo señaladas por Ríos (2004) con 11,80%.

Con respecto a la información que declaran las etiquetas de los empaques de algunas salchichas comerciales en nuestro país, se pueden citar tres marcas comerciales que en lo sucesivo se denominarán D, E y F, de pollo la primera, y de pollo y pavo las otras (E y F), las cuales indican un contenido de proteína de 13,33, 16, y 11,5%, respectivamente, observándose así que las salchichas de pollo y codorniz solo son superadas en cuanto al contenido proteico por la marca comercial E.

Según los valores establecidos por la Norma COVENIN 412:2005, las salchichas elaboradas en el presente trabajo cumplen con el mínimo señalado para la Salchicha cocida tipo Estándar (13%) y para la tipo Económica (12%), pero dado que según la fórmula usada se empleó almidón en una proporción inferior al 5%, y que la proteína aportada por el concentrado de soya es inferior al valor indicado en la Norma COVENIN (3,5%), se puede afirmar que la salchicha de pollo y codorniz elaborada en este estudio corresponde al tipo Estándar.

Latham (2002) señala las recomendaciones de la OMS (1985), a partir de las cuales se puede inferir que una de ellas es el consumo diario de 0,74 g de proteína/kg de peso corporal para hombres (activos, de 18 a 60 años), y 0,75 g de proteína/kg de peso corporal para mujeres (activas, no embarazadas o amamantando), por lo que para un hombre de 80 kg de peso, el consumo de dos salchichas de cualquiera de las formulaciones empleadas (tomando un promedio de 13,59% de

proteína) correspondería al 21,1% de sus requerimientos proteicos diarios, mientras que para una mujer de 60 kg de peso dicho consumo equivaldría al 27,8% de los requerimientos.

En cuanto al contenido de cenizas, se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) de T5 con respecto a T1 y T2, apreciándose una tendencia al incremento de la fracción mineral en la medida en que la proporción de CDM es mayor.

El aporte de la materia prima cárnica a la fracción de cenizas es bajo, lo cual se explica por el contenido mineral de las carnes utilizadas y por la proporción de las mismas en la fórmula. La sal (cloruro de sodio), nitrito, eritorbato y fosfato, sumados a la fracción mineral de la carne conforman la mayor proporción del contenido de cenizas, especialmente el cloruro de sodio; sin embargo, el mayor contenido de cenizas de la CDM de codorniz en comparación con la carne de pollo (Cuadro 10) podría explicar la tendencia observada en el Cuadro 25.

Las proporciones de cenizas obtenidas en el presente estudio son superiores a las encontradas por Izquierdo *et al.* (2007) para salchichas con carne de pescado y carne bovina, los cuales estuvieron en el rango de 1,72 a 1,88%, resultando también muy cercanas a las reportadas por Andrés *et al.* (2009) de 2,9 y 2,26% para salchichas de pechuga de pollo pero empleando grasa bovina o grasa de calamar, respectivamente, y muy cercanas a los valores señalados por Nardin *et al.* (1999) de 3 y 3,08% para salchichas elaboradas con carne de gallina o carne de pollo, respectivamente. También se pueden mencionar investigaciones donde se obtuvieron valores superiores a los encontrados en el presente trabajo, como el de Benítez *et al.* (2000) con 11,45% para salchicha elaborada con CDM de pollo, los de García *et al.* (2005) de 4,56 y 4,50% para salchichas con carne de atún y res en proporción 1:1 y 5:1, respectivamente, el de Isaza *et al.* (2010) de 4% para salchicha elaborada con CDM de pollo, el contenido encontrado por Delgado y Valbuena (2006) de 3,91% para salchichas comerciales de pollo tipo superior, y el valor reportado por Ríos (2004) de 3,79% para salchichas comerciales de pollo.

Con respecto a la proporción de grasa, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$), lo cual se explica al considerar que los contenidos de grasa de las materias primas cárnicas utilizadas eran bastante cercanos.

A nivel nacional e internacional se han realizado trabajos de investigación en los que se han obtenido salchichas con una proporción de grasa similar a los del presente estudio; tal es el caso de Izquierdo *et al.* (2007) con valores entre 5,31 y 6,96% para salchichas carne de pescado y carne bovina, García *et al.* (2005) con 5,5 y 4,6% para salchichas con carne de atún y res en proporción 1:1 y 5:1, respectivamente; Andrés *et al.* (2009) con 5,8 y 5,7% para salchichas de pechuga de pollo pero empleando grasa bovina o grasa de calamar, respectivamente, y Benítez *et al.* (2000) con 6,65% en salchichas elaboradas con CDM de pollo. Los valores del presente trabajo superan el reportado por Isaza *et al.* (2010) de 3,5% para salchichas elaboradas con CDM de pollo, y el encontrado por Xiong *et al.* (1999) de 3,8% para salchichas de bovino sin la adición de gomas, y con 2,5% de sal, y son a su vez inferiores a los encontrados por Nardin *et al.* (1999) de 16 y 16,75% para para salchichas elaboradas con carne de gallina o carne de pollo, respectivamente y al reportado por Ríos (2004) de 15% para una salchicha comercial de pollo.

Las marcas comerciales que anteriormente fueron identificadas como D, E y F indican en la etiqueta de su empaque que el contenido graso es 22,22% para la marca D y 16% para las marcas E y F, siendo evidente que la proporción de lípidos está muy por encima de los valores encontrados en las salchichas de pollo y codorniz objeto de estudio.

Vandendriessche (2008) señala que los niveles de colesterol LDL, HDL y triglicéridos en la sangre (los cuales pueden afectar el sistema cardiovascular) están directamente relacionados con la cantidad y calidad de grasa en la dieta, y dado que los productos cárnicos tienen una contribución importante en la ingesta de grasa, la reducción de la misma en este tipo de productos contribuiría a una dieta más saludable, por lo que las salchichas elaboradas en el presente trabajo podrían cumplir con esta condición, y serían una buena opción para el consumidor que no busca un alto aporte calórico ni alta ingesta de lípidos con este tipo de productos cárnicos.

La Norma Venezolana COVENIN 412:2005 establece un valor máximo de 30% para la proporción de grasa en las salchichas cocidas, lo cual indica que las salchichas de pollo y codorniz elaboradas en el presente trabajo cumplen sin lugar a dudas con este requisito.

Las diferencias encontradas en la composición química de las salchichas del presente trabajo con la de otras investigaciones y con las salchichas comerciales, se debe a las diferencias en las

características de las materias primas cárnicas empleadas, su proporción en la fórmula, la proporción de agua y grasa añadida, de la proporción de ingredientes no cárnicos (como la proteína de soya), de la adición y proporción empleada de aditivos que pudieran contribuir a la retención de agua y de las características del proceso de cocción (permeabilidad de la tripa y humedad relativa del medio) que pudieran influir en una mayor o menor salida de agua durante este proceso.

Es necesario resaltar, que aunque la Norma Venezolana COVENIN de Salchichas cocidas señala un valor máximo de 15% de CDM a ser incorporado en la fórmula, en esta investigación se está estudiando precisamente el efecto que tendría una mayor proporción de CDM (en este caso de codorniz) en la composición química, variables físicas, microbiológicas y sensoriales, ya que solamente T1, T2 y T3 cumplirían con ese máximo, dado que T4 presenta un 19,5% y T5 un 26% de CDM en la fórmula de las salchichas.

En el Cuadro 26 se observa que los tratamientos T4 y T5 presentan mayores niveles de oxidación lipídica que T1, T2 y T3 ($P < 0,05$).

Cuadro 26. Valores de TBARS y contenido de hierro y calcio para las salchichas cocidas de pollo y codorniz y pH de la emulsión

TRAT.	TBARS (mg malonaldehído/kg muestra)	Calcio (mg/100 g)	Hierro (mg/kg)	pH
T1	0,0193±0,0013 b	16,7±5,8 d	12,77±0,64 d	6,22±0,05 c
T2	0,0225±0,0022 b	43,3±6,4 c	13,92±0,59 cd	6,31±0,04 bc
T3	0,0222±0,0030 b	73,3±2,9 b	15,07±0,69 bc	6,41±0,04 ab
T4	0,0325±0,0016 a	80,0±10,1 ab	16,59±0,81 ab	6,40±0,06 ab
T5	0,0376±0,0014 a	93,3±7,1 a	17,85±0,61 a	6,45±0,07 a

-Los resultados corresponden a media ± desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey.

-TBARS: sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico.

-pH de la emulsión

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: salchichas de pollo (0% de reemplazo); T2: salchichas de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: salchichas de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: salchichas de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: salchichas de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

La tendencia observada, según la cual los tratamientos que poseen una mayor proporción de CDM en la formulación presentan un mayor índice de oxidación de lípidos, puede ser debida a que, tal y como se mencionó para el caso de los nuggets, la CDM posee un mayor contenido de mioglobina y hemoglobina en comparación con la carne de pollo (Cuadro 11), compuestos considerados como los principales catalizadores en la carne deshuesada mecánicamente de la oxidación de los lípidos (Lee *et al.*, 1975). Igualmente, hay que considerar que la capacidad de una grasa para ser oxidada es mayor en la medida en que aumenta el grado de insaturación de la misma (Varnam y Sutherland, 1988), por lo que en este caso también son válidos los razonamientos efectuados previamente en el Experimento 2 con datos de Cherian *et al.* (2002) y de Hamm y Ang (1982).

Los valores obtenidos en el presente trabajo son inferiores a los reportados por Andrés *et al.* (2009) de aproximadamente 0,2 y 0,5 mg malonaldehído/kg producto para salchichas de pollo con aceite de calamar, a 30 y 90 días de almacenamiento refrigerado, respectivamente; también resultaron inferiores a los valores encontrados por Jin *et al.* (2007) de aproximadamente 2,5 mg malonaldehído/kg producto para salchichas con carne de cerdo (40%) y surimi de gallina (60%), y por Froning *et al.* (1971) de 0,6 y 2,2 malonaldehído/kg producto para salchichas con carne bovina, porcina y 15% de CDM de pavo después de un almacenamiento refrigerado de 60 días en oscuridad, empleando respectivamente la CDM fresca (7 días de almacenamiento congelado) o no (90 días de almacenamiento congelado). Tal y como se puede observar, a pesar de la tendencia al incremento en los niveles de TBARS con el aumento en la proporción de CDM, las cifras que indican el nivel de oxidación lipídica son relativamente bajas.

Es conveniente mencionar que las diferencias entre los valores de TBARS obtenidos en el presente trabajo y los de otros autores como Andrés *et al.* (2009), Jin *et al.* (2007) y Froning *et al.* (1971) pueden ser debidas a diversos factores, entre los que se podrían mencionar la formulación de la salchicha, el perfil de ácidos grasos de la carne, el tiempo de almacenamiento de la materia prima cárnica y el método de determinación de TBARS.

En la formulación, hay que considerar la proporción de lípidos de las salchichas, pues por ejemplo, Froning *et al.* (1971) obtuvo salchichas con 28,94% de grasa en su composición, valor muy superior

a los encontrados en el presente trabajo (5,12-5,51%), por lo que una mayor cantidad de sustrato proporciona una mayor oportunidad para la reacción de oxidación.

Aparte de las proporciones, otro aspecto importante de la formulación empleada que habría que conocer para poder explicar los valores observados es el tipo de grasa utilizada, ya que grasas con altos niveles de insaturación pueden traer como consecuencia mayores valores de TBARS, pero esta información no siempre está disponible en los trabajos consultados.

Por otro lado, aparte del perfil de ácidos grasos propio de la especie cuya carne se esté utilizando, hay que considerar el efecto de la dieta del ave sobre la proporción de ácidos grasos poliinsaturados en la fracción lipídica de la carne, por lo cual son válidos en este caso los razonamientos efectuados para los nuggets, donde se hizo referencia a De Basilio (1989), Cherian *et al.* (2002), Grau *et al.* (2001) y Cortinas *et al.* (2005).

El tiempo de almacenamiento de la materia prima cárnica puede influir en los niveles de oxidación lipídica de los productos derivados. Así lo demostraron Froning *et al.* (1971) al encontrar después de 60 días de almacenamiento en refrigeración un valor de 0,6 mg de malonaldehído/kg salchicha empleando una CDM fresca (7 días en congelación) y 2,2 mg de malonaldehído/kg salchicha el utilizar una CDM no fresca (90 días en congelación). Estos autores encontraron que la CDM fresca presentó 2,1 y la no fresca 16,8 mg de malonaldehído/kg, evidencia de que el tiempo de almacenamiento afectó negativamente la CDM, lo cual luego se reflejó en las salchichas elaboradas. En el caso del presente trabajo, todos los productos fueron elaborados dentro de los 90 días posteriores a la obtención de la CDM, la cual se mantenía en congelación hasta su uso. Las características sensoriales (color y olor) de la CDM de codorniz, permitieron confirmar antes de su empleo una muy baja percepción de rancidez, por lo que se pudo inferir que el valor de TBARS lo era también (dadas las altas correlaciones que se han encontrado entre TBARS y el análisis sensorial en carnes según Fernández *et al.*, 1997), y por tanto que era adecuado su uso como materia prima. En los estudios de Andrés *et al.* (2009) y de Jin *et al.* (2007) se desconoce el grado de frescura de las materias primas cárnicas, por lo que si éstas presentaron cierto grado de rancidez al ser empleadas, se pudieran explicar, al menos parcialmente, los altos valores encontrados de TBARS en comparación a los reportados en el presente trabajo.

Sin embargo, el factor que posiblemente explica con mayor peso las diferencias encontradas entre los estudios mencionados y el presente trabajo es el método de determinación de TBARS, ya que ha sido considerado como una posible causa de diferencia entre resultados de distintos estudios (Fernández *et al.*, 1997 y Cortinas *et al.*, 2005). Al igual que como se mencionó para el caso de los nuggets, existen variaciones del análisis, en relación al tratamiento de la muestra antes de su reacción con el ácido tiobarbitúrico (TBA), al tiempo y temperatura de incubación con el TBA, etc., por lo que las comparaciones directas entre trabajos no son apropiadas en algunas oportunidades, ya que el método empleado podría ser una de las causas de las diferencias. Por ejemplo, el método empleado por Froning *et al.* (1971) basado en un proceso de destilación, implica el calentamiento de la muestra, lo cual promueve oxidación adicional que puede provocar la formación de malonaldehído y otras sustancias que reaccionan con el TBA (TBARS), sobreestimándose así la oxidación lipídica (Raharjo y Sofos, 1993).

Algunos métodos, como el empleado por Froning *et al.* (1971) incluyen procesos que pueden incrementar los valores de TBARS en las muestras analizadas, a diferencia del usado en esta investigación, por extracción de lípidos, que tiene la ventaja de eliminar la presencia de sustancias que interfieren con el análisis como proteínas, péptidos y pigmentos (Raharjo y Sofos, 1993), pero por otro lado, se puede llegar a subestimar el nivel de TBARS, tal y como se explicó previamente en el Experimento 2.

En relación al contenido de calcio, la salchicha correspondiente a T5 presentó una proporción significativamente superior ($P < 0,05$) a la de T1, T2 y T3, tratamientos entre los cuales también se encontraron diferencias significativas, observándose una tendencia al incremento en los niveles de calcio con el aumento en la proporción de CDM en la fórmula, tendencia lógica dado el mayor nivel de calcio en la CDM en comparación con la carne de pollo (Cuadro 10).

Los valores encontrados de calcio en el presente trabajo superan los reportados por Ríos (2004) de 2,41 mg/100 g para salchichas comerciales de pollo de una empresa venezolana, pero están por debajo de los valores que señalan Gimeno *et al.* (2000) de 128,8 a 167 mg/100 g para muestras de Chorizo de Pamplona de varias marcas comerciales. Obviamente, en el segundo caso se trata de un producto diferente al que se está estudiando, con un contenido de humedad inferior a la mitad del correspondiente a las salchichas elaboradas en el presente trabajo, por lo que expresando las

proporciones de calcio en base seca, se obtiene un rango de 188,36 a 252,34 mg/100 g para los chorizos y 59,94 a 351,8 mg/100 g para las salchichas, observándose así que T5 supera ampliamente el mayor valor reportado en base seca para los chorizos.

El calcio es un elemento mineral presente en los huesos y dientes, y necesario para la coagulación de la sangre, la contracción muscular y la actividad nerviosa (Fox y Cameron, 2004); y dado que los productos cárnicos suelen ser considerados productos con muy bajo contenido de calcio (Vandendriessche, 2008), la elaboración de salchichas que ofrezcan al consumidor un contenido superior al usual de dicho mineral, se convertiría en una fuente no tradicional del mismo pero con amplia aceptación en el venezolano.

Estos planteamientos reiteran la importancia de la incorporación de CDM de codorniz como una fuente de calcio en productos de gran consumo como lo son las salchichas.

Con respecto a la proporción del hierro, los valores oscilaron entre 12,77 y 17,85 mg/kg, siendo el comportamiento de los valores similar al del contenido de calcio, lo cual es lógico si se considera que la CDM de codorniz presenta mayores niveles de hierro en comparación con la carne de pollo (Cuadro 10).

Estos valores son inferiores al reportado por Ríos (2004) de 25 mg/kg para salchichas de pollo, lo cual puede ser debido a diferencias en las formulaciones empleadas (proporciones de carne empleadas y/o incorporación de otras fuentes de hierro).

En el cuerpo humano, más de la mitad del contenido de hierro se halla en los glóbulos rojos, específicamente en el pigmento hemoglobina, el cual transporta oxígeno de los pulmones a los tejidos (Fox y Cameron, 2004), por lo que la elaboración de salchichas con un aporte extra de dicho mineral gracias a la incorporación de CDM sería altamente beneficioso para el consumidor.

En relación al pH de la emulsión, los valores indican una tendencia al incremento del pH en la medida en que es mayor la proporción de carne de pollo sustituida por CDM de codorniz, donde se observa que el pH de T5 fue significativamente superior al de T1 y T2, tendencia que se puede

explicar al considerar que el pH de la CDM obtuvo un valor mayor que el de la carne de pollo (Cuadro 12).

Bonato *et al.* (2006b) encontraron esta misma tendencia, tanto en los nuggets crudos como en los productos cocidos, con valores de pH en el rango de 6,03-6,22 para los nuggets crudos, y 6,20-6,27 para los nuggets cocidos, tal y como se explicó previamente en el Experimento 2.

La tendencia a mayores valores de pH en salchichas con mayor proporción de CDM coincide con lo obtenido por Harding y Zenthen (1988), quienes encontraron además que con dicho incremento se obtenía una mayor capacidad de retención de agua, lo cual es muy importante en este tipo de productos, para efectos de la textura, del rendimiento y de la presentación de los productos. Baker *et al.* (1970) señalan que si el pH es muy alto (mucho mayor a 6,2) las salchichas son más tiernas debido a la menor pérdida de humedad, y que si el pH es muy bajo (mucho menor que 6,2) las salchichas son más suaves debido a la inestabilidad de la emulsión, obteniéndose solo a pH 6,2 una salchicha firme.

Los valores encontrados en el presente trabajo, especialmente los correspondientes a T2, T3, T4 y T5 superan las cifras encontradas por García *et al.* (2005) de 6,17 y 6,24 para salchichas con carne de atún y res en proporción 1:1 y 5:1, respectivamente el día de su fabricación; también son superiores a los valores encontrados por Andrés *et al.* (2009) de 6,17 y 6,15 para salchichas de pechuga de pollo pero empleando grasa bovina o grasa de calamar, respectivamente; superan la cifra reportada por Jin *et al.* (2007) de 6,25 para salchichas de cerdo (40% de la carne) y surimi de gallina (60% de la carne) y las encontradas por Nardin *et al.* (1999) de 6,16 y 6,03 para salchichas de carne de gallina o carne de pollo, respectivamente.

En los trabajos de investigación venezolanos sobre salchichas comerciales se encontraron valores ligeramente superiores, como el de Ríos (2004) con 6,6 para salchicha de pollo, y el de Delgado y Valbuena (2006) con 6,62 para salchicha de pollo tipo superior.

Es necesario señalar que en el presente trabajo se determinó el pH de las emulsiones antes del proceso de cocción, por lo que su comparación con valores de salchichas (muestras después de la cocción) en principio no resulta del todo adecuado, pues se podría pensar en fenómenos como el

encontrado por Fletcher *et al.* (2000), quienes determinaron en pechugas de pollo, que con la cocción los valores de pH se incrementaban de 5,84 a 6,15 en piezas de color normal. Sin embargo, dicho fenómeno no es de esperarse en todos los casos, pues Xiong *et al.* (1999) encontraron que después de la cocción, las emulsiones cuyo pH inicial era de 5,6 o 6,2 no generaron salchichas con un pH diferente, pero si el pH inicial era 5,0 el pH de las salchichas aumentó a 5,3; por tratarse en el presente trabajo de emulsiones con un pH cercano a 6,2 se podría inferir que posiblemente no ocurrió un cambio significativo del pH.

En la Figura 3 se presentan los resultados de la pérdida de peso que experimentaron las salchichas cocidas durante 30 días de almacenamiento bajo refrigeración, observándose que al final del período de almacenamiento las pérdidas de peso estuvieron en el rango entre 3,02 y 5,70%.

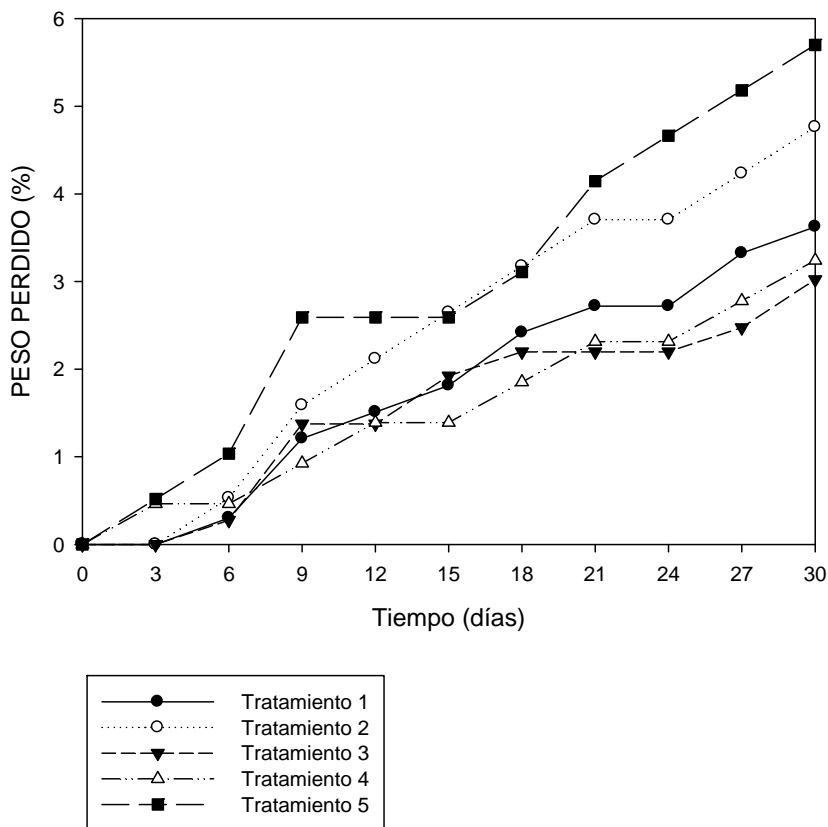


Figura 3. Pérdida de peso de las salchichas cocidas de los cinco tratamientos durante 30 días de almacenamiento en refrigeración

A partir del día 6, T5 comenzó a destacarse como uno de los tratamientos con una mayor proporción de peso perdido en relación al peso inicial, diferenciándose de T3 especialmente a partir del día 21, tratamiento este último que fue uno de los que tuvo los menores valores de pérdida de peso hasta el día 30 de almacenamiento en refrigeración.

Los tratamientos T1, T2 y T4 mantuvieron en general, a lo largo del período en refrigeración, una pérdida de peso con valores comprendidos entre los de T3 y T5, razón por la cual no se aprecia una relación clara entre los tratamientos y las pérdidas de peso.

El Cuadro 27 confirma la información observada en la Figura 3 en relación a los valores finales de T3 y T5. Se observa que en todos los tratamientos hubo una tendencia al incremento de la pérdida de peso de las salchichas con el tiempo de almacenamiento bajo refrigeración, mermas que se asumen principalmente debidas a pérdida de humedad. La Figura 3 permite apreciar claramente el comportamiento ascendente en la pérdida de peso de los tratamientos.

Andrés *et al.* (2009) encontraron un incremento en la pérdida de peso de las salchichas en refrigeración, al igual que en el presente trabajo, obteniendo para las salchichas con grasa de bovino un valor aproximado de 4% para el día 7, y 6% para el día 30, cifras superiores a las reportadas en la presente investigación.

Ramos *et al.* (2004) señalan igualmente una tendencia ascendente en la pérdida de peso de las salchichas utilizadas como Control, durante el almacenamiento en refrigeración, reportando cifras de aproximadamente 0,75% a los 5 días y 1,6% a los 21 días, valores inferiores a los hallados en el presente trabajo.

Jiménez *et al.* (1996) al evaluar en el tiempo la pérdida de peso de salchichas con 8,5% de grasa y con una temperatura final de la emulsión de 8 °C al final de la refinación, encontraron que la misma fue de 3,36% a los 7 días, 3,62% a los 15 días y 3,88% a los 30 días de almacenamiento a 2 °C, observándose desde el punto de vista estadístico un incremento desde el día 7 al 15, pero sin diferencias entre los 15 y los 30 días. Estos valores son superiores a los encontrados en las salchichas evaluadas en el presente trabajo a los 6 y 15 días, aproximándose a algunas cifras reportadas en las salchichas de pollo y codorniz después de los 21 días de almacenamiento.

Las diferencias encontradas en los valores de pérdida de peso en el almacenamiento entre el presente estudio y otros, pueden ser debidas a distintas condiciones en el almacenamiento como tal en cuanto a humedad relativa y tipo de empaque, pero también a los ingredientes y aditivos utilizados (tipo y proporción) y/o a las condiciones (tiempo y temperatura) empleadas, ya que la formulación utilizada y las condiciones de la refinación y del tratamiento térmico definen las características de las interacciones entre las proteínas entre sí y con otras moléculas en el alimento (Varnam y Sutherland, 1998; Totosaus y Guerrero, 2006). Es importante recordar en este punto, que una elevada pérdida de peso puede afectar la textura de los productos, confiriéndole un alto grado de dureza, que puede llevar al rechazo por parte del consumidor.

Cuadro 27. Pérdida de peso (%) de las salchichas cocidas durante 30 días de almacenamiento en refrigeración

Tiempo (días)	T1	T2	T3	T4	T5
0	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 c
3	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,46 ab	0,52 bc
6	0,30 ab	0,53 ab	0,27 ab	0,46 ab	1,04 abc
9	1,21 ab	1,59 ab	1,37 ab	0,93 ab	2,59 abc
12	1,51 ab	2,12 ab	1,37 ab	1,39 ab	2,59 abc
15	1,81 ab	2,65 ab	1,92 ab	1,39 ab	2,59 abc
18	2,42 ab	3,17 ab	2,20 ab	1,85 ab	3,11 abc
21	2,72 ab	3,70 ab	2,20 ab	2,31 ab	4,15 abc
24	2,72 ab	3,70 ab	2,20 ab	2,31 ab	4,66 abc
27	3,32 ab	4,23 ab	2,47 ab	2,78 a	5,18 ab
30	3,63 a	4,76 a	3,02 a	3,24 a	5,70 a

Para cada columna (Tratamiento) valores con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

-T1: salchichas de pollo (0% de reemplazo); T2: salchichas de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: salchichas de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: salchichas de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: salchichas de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

La pérdida de peso de las salchichas se realizó bajo condiciones de refrigeración dado que los fabricantes suelen establecer en el empaque temperaturas entre 0 y 4 °C para su almacenamiento, y la vida útil de las salchichas está basada en estas condiciones. Sin embargo, muchos consumidores suelen congelar las salchichas una vez que son compradas (Pacheco-Delahaye y Vivas, 2003), para garantizar la vida útil de las mismas o bien para contar con un período de consumo mayor al establecido. Es por esto que se efectuó, paralelamente, la evaluación de la pérdida de peso de las salchichas a -18 °C durante 30 días, observándose en la Figura 4 que las mermas fueron menores a las reportadas en refrigeración, ubicándose al final del almacenamiento valores entre 1,03 y 1,93%, que corresponden a menos de la mitad de las cifras finales reportadas en el almacenamiento refrigerado.

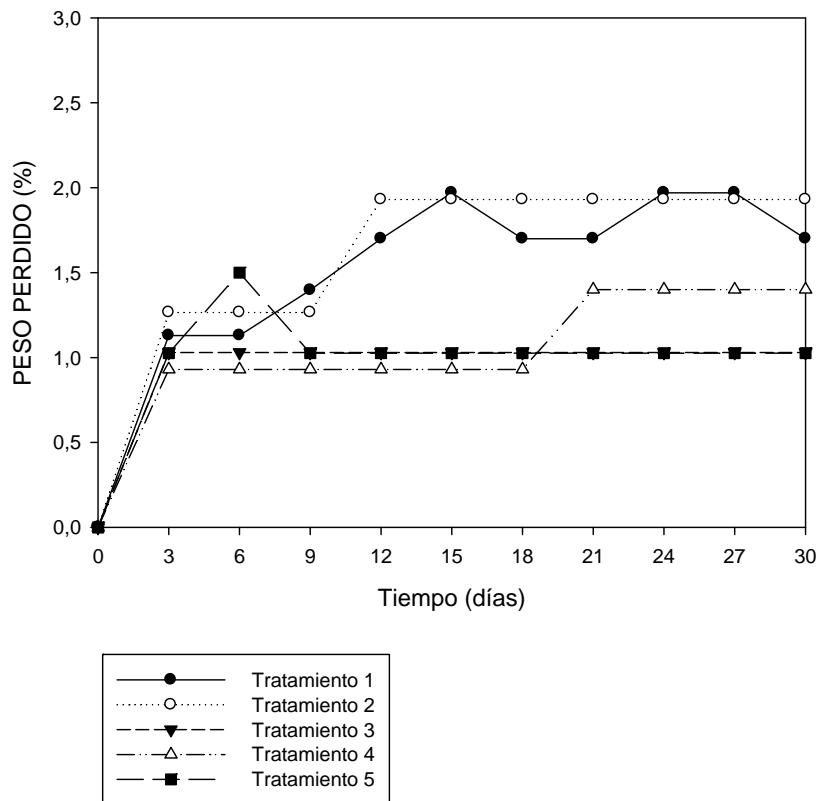


Figura 4. Pérdida de peso de las salchichas cocidas de los cinco tratamientos durante 30 días de almacenamiento en congelación

El análisis de la Figura 4 revela que la pérdida de peso fue inferior en todos los casos a 2%, mientras que el Cuadro 28 permite apreciar que no hubo diferencias significativas en la pérdida de peso de las salchichas correspondientes a cada tratamiento.

Pacheco-Delahaye y Vivas (2003) encontraron en las salchichas elaboradas resultados similares, al sustituir la harina de trigo por harina desgrasada de germen de maíz o por harina de salvado de arroz, ya que no hallaron variación en el contenido de humedad después de 60 días en congelación a -16 °C.

Cuadro 28. Pérdida de peso (%) de las salchichas cocidas durante 30 días de almacenamiento en congelación

Tiempo (días)	T1	T2	T3	T4	T5
0	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b
3	1,13 a	1,27 a	1,03 a	0,93 a	1,03 ab
6	1,13 a	1,27 a	1,03 a	0,93 a	1,50 a
9	1,40 a	1,27 a	1,03 a	0,93 a	1,03 ab
12	1,70 a	1,93 a	1,03 a	0,93 a	1,03 ab
15	1,97 a	1,93 a	1,03 a	0,93 a	1,03 ab
18	1,70 a	1,93 a	1,03 a	0,93 a	1,03 ab
21	1,70 a	1,93 a	1,03 a	1,40 a	1,03 ab
24	1,97 a	1,93 a	1,03 a	1,40 a	1,03 ab
27	1,97 a	1,93 a	1,03 a	1,40 a	1,03 ab
30	1,70 a	1,93 a	1,03 a	1,40 a	1,03 ab

Para cada columna (Tratamiento) valores con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

-T1: salchichas de pollo (0% de reemplazo); T2: salchichas de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: salchichas de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: salchichas de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: salchichas de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Es lógico que las mermas de peso en congelación hayan resultado inferiores a las de refrigeración, tomando en cuenta que en ambos casos el producto estuvo en un empaque plástico con cierre hermético, y no fue sometido a las diferentes velocidades del aire frío, o a las distintas humedades relativas del aire en uno u otro caso, variando solo la temperatura, la cual al ser superior en el caso de la refrigeración permitió la salida de una mayor cantidad de agua del producto.

Las salchichas elaboradas presentaron 46 g como peso promedio. En relación al rendimiento por cocción en cada tratamiento, los resultados fueron: 98,39% para T1, 98,01% para T2, 97,81% para T3, 97,77% para T4 y 98,48% para T5, no presentándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Estos resultados son muy similares a los obtenidos por Isaza *et al.* (2010) de 97,13% para salchichas con CDM de pollo, por Andrés *et al.* (2009) de 97% para salchichas de carne de pollo y grasa bovina, y por Ramos *et al.* (2004) de aproximadamente 98% para las salchichas control de carne bovina.

En otras investigaciones se han encontrado valores inferiores de rendimiento por cocción, como en el caso de Benítez *et al.* (2000) que reportan 96,12% para las salchichas con 53,97% de CDM de pollo, el trabajo de Leyva-Mayorga *et al.* (2002) con 95,88% para salchichas de carne bovina, el estudio de Barbut y Somboonpanyakul (2007) del cual se infiere un 94% de rendimiento en las salchichas de CDM de pollo con 0,5% de tripolifosfato de sodio, el trabajo de Jin *et al.* (2007) del que se deduce un 93% de rendimiento en las salchichas con 41,27% de surimi de gallina, el estudio de Nardin *et al.* (1999) con 94,63% de rendimiento en salchichas de pollo y aceite de maíz y el trabajo de Jiménez *et al.* (1996) del que se infiere un rendimiento de 93,64% para las salchichas con 8,5% de grasa y con una temperatura final de la emulsión de 8 °C al final de la refinación.

Las diferencias encontradas en el rendimiento por cocción entre el presente trabajo y otros, pueden ser debidas a un conjunto de factores, entre los cuales se pueden mencionar la materia prima cárnica así como los ingredientes no cárnicos y aditivos usados que influyan en la retención de agua; la tripa empleada y la humedad relativa del medio de cocción podrían ejercer un efecto importante en aquellos casos en los cuales las condiciones permitieran una mayor salida de humedad. La formulación empleada puede afectar a su vez el pH de la mezcla, lo cual podría influir en el rendimiento en la cocción.

En el caso del presente estudio, a pesar de haber diferencias en la materia prima cárnica usada y el pH de las emulsiones de los cinco tratamientos, el rendimiento no se vio afectado, lo cual indica que

algunas características relacionadas con la pérdida de peso, pueden estar más afectadas que otras por estos factores.

Con respecto al Perfil de Textura (TPA), se presentaron diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros evaluados (Cuadro 29).

La salchicha de T5 resultó ser menos dura que la correspondiente a T1 ($P < 0,05$), observándose una tendencia a la disminución de la dureza con el incremento en el contenido de CDM de codorniz.

Este comportamiento lo encontraron también Harding y Zeuthen (1988) al incorporar CDM de cerdo a la mezcla de ingredientes para elaborar salchichas, ya que después de cierta proporción de CDM era menor la fuerza necesaria para la fractura de las piezas, y al efectuar un corte transversal a las muestras, encontraron que las que contenían CDM tenían aparentemente más aire que las que no contenían CDM, lo cual pudiera contribuir a explicar este comportamiento en el trabajo de Harding y Zeuthen (1988).

Algunos de los valores encontrados en el presente trabajo son cercanos a los reportados por Leyva-Mayorga *et al.* (2002) de 5,22 kgf para salchichas de carne bovina y grasa porcina, al señalado por Xiong *et al.* (1999) de 3,24 kgf para salchichas de carne bovina con 3,8% de grasa y 2,5% de sal, al encontrado por Gimeno *et al.* (2000) de 5.170 gf (5,17 kgf) para una marca de Chorizo de Pamplona y al reportado por Sotelo *et al.* (2008) de 4,7 kgf para Kamaboko de pescado. Sin embargo, las cifras del Cuadro 29 son ligeramente inferiores al valor de 7,92 kgf señaladas por Isaza *et al.* (2010) para salchichas de CDM de pollo, y superan con un amplio margen el valor aproximado de 8,5 N (0,87 kgf) encontrado por Andrés *et al.* (2009) para salchichas de pollo con grasa bovina.

En relación a la elasticidad, los tratamientos T4 y T5 presentaron valores inferiores ($P < 0,05$) a los de T1 y T2, presentándose así una tendencia a la disminución de la elasticidad con mayores niveles de CDM de codorniz en la salchicha cocida. Harding y Zeuthen (1988) sustituyeron parcialmente carne de cerdo obtenida manualmente por CDM porcino (de 0 al 11,6% del total), encontrando que los valores de elasticidad aumentaban hasta una cierta proporción de CDM añadido y luego disminuían.

Cuadro 29. Valores obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de las salchichas cocidas de pollo y codorniz

TRAT.	Dureza (kgf)	Elasticidad (mm)	Masticabilidad (kgf.mm)	Cohesividad
T1	5,66±0,44 a	5,67±0,52 a	20,02±3,07 a	0,68±0,03 a
T2	4,75±0,47 ab	5,59±0,38 a	18,37±1,31 ab	0,66±0,03 ab
T3	4,03±0,18 ab	5,25±0,18 ab	13,53±3,61 abc	0,64±0,03 ab
T4	4,12±0,29 ab	4,47±0,29 b	12,16±2,74 bc	0,66±0,01 ab
T5	3,48±0,09 b	4,65±0,09 b	9,98±0,71 c	0,62±0,03 b

-Los resultados corresponden a media ± desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey.

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: salchichas de pollo (0% de reemplazo); T2: salchichas de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: salchichas de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: salchichas de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: salchichas de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Los valores de elasticidad encontrados para las salchichas de pollo y codorniz superan los valores reportados por Gimeno *et al.* (2000) de 0,51 a 0,61 mm para distintas marcas de Chorizo de Pamplona, pero son inferiores al valor reportado por Sotelo *et al.* (2008) de 16,88 mm para Kamaboko de pescado. En el caso de otros trabajos, la elasticidad es calculada y reportada de un modo diferente lo cual dificulta la comparación con los valores de la presente investigación.

Con respecto a la cohesividad, aunque los valores son muy próximos, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre T1 y T5, presentándose una tendencia a la disminución de la cohesividad con el incremento en el contenido de CDM de codorniz en la salchicha elaborada, es decir que las fuerzas entre los enlaces internos en el alimento tienden a disminuir con el CDM añadido.

Los valores encontrados en el presente trabajo para cohesividad son cercanos al reportado por Andrés *et al.* (2009) de 0,57 para salchicha de pollo con grasa bovina, al señalado por Leyva-

Mayorga *et al.* (2002) de 0,574 para salchichas de carne bovina y grasa de cerdo y al hallado por Ríos (2004) de 0,61 para una salchicha de pollo comercial elaborada en Venezuela, superando el encontrado por Barbut y Somboonpanyakul (2007) de 0,31 para salchichas de CDM de pollo y 0,5% de tripolifosfato de sodio, y al hallado por Isaza *et al.* (2010) de 0,197 para salchichas de CDM de pollo, y a la vez siendo inferiores al valor señalado por Xiong *et al.* (1999) de 0,79 para salchicha de carne bovina con 3,8% de grasa y 2,5% de sal.

La masticabilidad disminuyó con el incremento en la proporción de carne de pollo sustituida por CDM de codorniz, observándose diferencias estadísticamente significativas de T1 y T2 con respecto a T5.

Esta tendencia es lógica si se considera que la masticabilidad es una propiedad derivada de las propiedades anteriores (dureza, elasticidad y cohesividad), las cuales disminuyeron con el incremento en la proporción de CDM en la fórmula. Este mismo argumento permite comprender la dificultad existente para comparar los resultados de la presente investigación con los de otros estudios, ya que la unidades de la masticabilidad dependerán de las unidades de la dureza y la elasticidad, siendo la segunda donde se presenta mayor variación en las unidades; sin embargo, se puede mencionar el trabajo de Gimeno *et al.* (2000) quienes reportan valores entre 1.436,62 y 2.072,89 gf.mm (1,44 y 2,07 kgf.mm), los cuales son inferiores a los encontrados en el presente estudio.

Es pertinente reiterar lo comentado para el caso de los nuggets, relativo a que algunos investigadores (Chacón y Pineda, 2009 y Tunick, 2000) han hecho referencia a la imposibilidad de realizar comparaciones entre trabajos donde se ha realizado una evaluación instrumental de la textura, debido a las diferentes condiciones bajo las cuales se efectúa la evaluación.

En el Cuadro 30 se observan los resultados microbiológicos de las salchichas cocidas, donde se aprecia que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos para aerobios mesófilos, *S. aureus* ni levaduras, siendo en todos los tratamientos el conteo menor a 10 ufc/g para mohos y para *E. coli* y comprobándose además la ausencia de *Salmonella*.

Cuadro 30. Resultados microbiológicos de las salchichas cocidas de pollo y codorniz

TRAT.	Aerobios mesófilos		<i>S. aureus</i>		Mohos	Levaduras		<i>E. coli</i> (ufc/g)	Salmonella
	Media (ufc/g)	Rango (ufg/g)	Media (ufg/g)	Rango (ufg/g)	Media (ufg/g)	Media (ufg/g)	Rango (ufg/g)		
T1	1,97x10 ³ a	1x10 ² - 4x10 ³	2,98x10 ³ a	2,9x10 ² -8x10 ³	<10	<10 a	N.A.	<10	Ausente
T2	5,50x10 ³ a	1,9x10 ³ - 9,8x10 ³	2,40x10 ² a	2x10 ² - 6x10 ²	<10	<10 a	N.A.	<10	Ausente
T3	2,53x10 ³ a	2x10 ² - 7,2x10 ³	1,15x10 ³ a	4x10 ¹ - 1,8x10 ³	<10	6,5x10 a	5- 1,9x10 ²	<10	Ausente
T4	8,67x10 ² a	1x10 ² - 1,3x10 ³	2,53x10 ² a	5x10 ¹ - 6,5x10 ³	<10	5,2x10 a	5- 1,5x10 ²	<10	Ausente
T5	2,08x10 ³ a	1,4x10 ³ - 3,3x10 ³	1,55x10 ³ a	6x10 ³ - 4x10 ³	<10	1,25x10 ² a	5- 2,5x10 ²	<10	Ausente

-N.A.= No aplica

-Para cada variable (columna) las letras corresponden a diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) en los rangos obtenidos en la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: salchichas de pollo (0% de reemplazo); T2: salchichas de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: salchichas de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: salchichas de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: salchichas de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

El conteo de aerobios mesófilos encontrado en las salchichas elaboradas no supera el límite inferior de 1×10^4 ufc/g establecido en la Norma Venezolana COVENIN 412:2005 correspondiente a Salchichas cocidas, lo cual es altamente ventajoso dado que las bacterias mesófilas aerobias son indicadores de calidad higiénico-sanitaria, siendo un riesgo potencial para el consumidor por la posible presencia de agentes patógenos (Zea y Ríos, 2004).

Los resultados obtenidos en el conteo de aerobios mesófilos para las salchichas cocidas de pollo y codorniz son ligeramente inferiores a los obtenidos por Benítez *et al.* (2000) de $3,99 \log_{10}$ ufc/g (equivalente a $9,8 \times 10^3$ ufc/g) para salchichas cocidas empleando CDM de pollo como materia prima cárnica, pero superan la cifra encontradas por Andrés *et al.* (2009) de aproximadamente $2,8 \log_{10}$ ufc/g (equivalente a $6,3 \times 10^2$ ufc/g) para salchichas de pollo con grasa bovina, y la reportada por Isaza *et al.* (2010) de 7×10^2 ufc/g para salchichas de CDM de pollo. Es necesario señalar que en el presente trabajo, después de la cocción y enfriamiento de las salchichas, la tripa de celulosa fue

retirada manualmente y las salchichas fueron empacadas en bolsitas de cierre hermético, mientras que en el caso de Benítez *et al.* (2000), Andrés *et al.* (2009) e Isaza *et al.* (2010) no se reporta una remoción de las tripa empleada antes del almacenamiento de las salchichas, lo cual sumado al empaque al vacío adicional o al uso de tripas de PVC (cloruro de polivinilo) en algunos de estos casos podría explicar, al menos en parte, los bajos contajes obtenidos, dado que hubo menos posibilidades de contaminación de las salchichas. Es por esto que los resultados obtenidos en el presente trabajo se consideran muy satisfactorios, pues los contajes cumplieron con lo referido en la Norma COVENIN a pesar de los procesos manuales involucrados.

En relación a *E. coli* los resultados obtenidos son altamente satisfactorios, no superando el valor de 10 ufc/g establecido en la Norma Venezolana COVENIN 412:2005, y coincidiendo con lo encontrado por Ríos (2004) para una salchicha comercial de pollo. El hecho de que se presentara la situación contraria sería indicativo de una elevada contaminación de origen fecal y por tanto un indicador de la posible existencia de patógenos (Zea y Ríos, 2004).

La ausencia de *Salmonella* en las salchichas elaboradas coincide con lo exigido en la Norma Venezolana COVENIN 412:2005, y con los resultados de Benítez *et al.* (2000) para salchichas con CDM de pollo, con García *et al.* (2005) para salchichas con carne de bovino y de atún y con Izquierdo *et al.* (2007) para salchichas con carne de cachama y de bovino.

Los resultados obtenidos en todos los tratamientos para el contaje de mohos (<10 ufc/g) es altamente conveniente, y no supera el límite inferior de 1×10^2 ufc/g establecido por la Norma Venezolana COVENIN 412:2005, coincidiendo con los resultados encontrados por García *et al.* (2005) para salchichas con carne de bovino y de atún, y por Isaza *et al.* (2010) para salchichas de CDM de pollo.

En cuanto al contaje de levaduras, en todos los tratamientos el valor no superó el límite inferior de 1×10^3 ufc/g establecido en la Norma Venezolana COVENIN para Salchicha cocida, coincidiendo en el caso de algunos tratamientos con lo obtenido por García *et al.* (2005) para salchichas con carne de bovino y de atún (<10 ufc/g) y por Isaza *et al.* (2010) para salchichas de CDM de pollo (<10 ufc/g).

Los contajes de *S. aureus* se encuentran entre los límites inferior (1×10^2 ufc/g) y superior (1×10^3 ufc/g) establecidos por la Norma Venezolana COVENIN 412:2005, aunque las medias aritméticas de los tratamientos T1, T3 y T5 sobrepasan ligeramente el límite superior.

En cuanto al contaje de *S. aureus*, Benítez *et al.* (2000) encontraron $<1 \log_{10}$ ufc/g (equivalente a <10 ufc/g), mientras que García *et al.* (2005) e Isaza *et al.* (2010) reportaron $<1 \times 10^2$ ufc/g para las salchichas por ellos elaboradas, valores todos inferiores a los encontrados en el presente trabajo, lo cual pudiera explicarse si se toma en consideración que en dichos estudios no se efectuó un retiro de la tripa sino hasta el momento del análisis, mientras que en el presente estudio se ejecutó esta operación y de forma manual, pudiendo así estar expuestas las salchichas a dicho microorganismo.

Los resultados obtenidos en todos los tratamientos revelan que se obtuvieron productos cárnicos con una calidad microbiológica aceptable, a pesar de haberse realizado a través de una metodología artesanal, y en los casos donde los resultados del presente trabajo superan los contajes obtenidos en otras investigaciones, se puede encontrar justificación al considerar no solo una posible mayor manipulación, sino también la carga microbiana de la materia prima, los aditivos empleados como conservantes, las concentraciones de dichos aditivos, y otros aspectos de este trabajo que no necesariamente coinciden con las condiciones empleadas en otras investigaciones.

En el Cuadro 31 se observan los resultados de la evaluación sensorial de las salchichas cocidas, donde se aprecia en primer lugar que no hay diferencias significativas ($P > 0,05$) en el nivel de agrado que genera en el panelista el olor de los productos.

Considerando según la escala utilizada que mayores puntuaciones indican un mayor nivel de agrado, el color interno de T4 gustó más que T5 ($P < 0,05$), y éste a su vez más que T1, T2 y T3, tratamientos estos últimos entre los cuales no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas.

Con respecto al sabor, T4 generó el mayor nivel de agrado de todas las salchichas elaboradas, con diferencias estadísticamente significativas con respecto a los demás tratamientos.

En relación a la sensación al masticar, parámetro que evalúa la textura de los productos, T4 obtuvo la mayor puntuación, presentando diferencias significativas ($P < 0,05$) con respecto a T3 y T5, tratamientos que tuvieron el menor nivel de agrado.

Cuadro 31. Evaluación sensorial de las salchichas cocidas de pollo y codorniz

TRAT.	Olor	Color interno	Sabor	Sensación al masticar
T1	4,69 a	4,13 c	4,72 b	4,76 ab
T2	4,35 a	4,35 c	4,17 bc	4,54 ab
T3	4,24 a	4,17 c	3,91 c	3,74 b
T4	4,83 a	5,17 a	5,50 a	5,15 a
T5	4,91 a	5,04 b	4,65 b	4,41 b

-Media aritmética de los puntajes logrados por los tratamientos para cada atributo

- Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Media no paramétrica.

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: salchichas de pollo (0% de reemplazo); T2: salchichas de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: salchichas de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: salchichas de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: salchichas de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Considerando que según la escala utilizada, a la calificación “Me gusta extremadamente” le corresponde el valor de 7, a la de “Me es indiferente” la de 4 y a la de “Me disgusta extremadamente” la de 1, se puede observar que los tratamientos obtuvieron en general calificaciones que están entre la indiferencia y gustar ligeramente, pero en ninguno de los casos hubo evidencia de desagrado.

Estos resultados revelan en primer lugar, el nivel de agrado uniforme del olor en todos los tratamientos, lo que se puede explicar al considerar que cualquier diferencia que pudieran aportar las distintas proporciones de las dos materias primas cárnicas, pudo haber sido enmascarada por los condimentos empleados. En segundo lugar, la mayor proporción de CDM favoreció el color interno de las salchichas, posiblemente debido al incremento en el color rojo que le aporta la mioglobina y hemoglobina, pigmentos contenidos en mayor proporción en la CDM de codorniz, tal y como se evidenció en el Experimento 1. Este resultado coincide con lo hallado por Nardin *et al.* (1999), quienes obtuvieron un mayor nivel de agrado del color en las salchichas elaboradas con carne de

gallina en comparación con las de carne de pollo, posiblemente debido a una coloración más oscura dada la mayor concentración de mioglobina en la carne de gallina.

Por otro lado, es interesante observar el comportamiento del atributo “Sensación al masticar” según la escala hedónica empleada, ya que la textura de T4 fue catalogada con un mayor puntaje en la escala en comparación con T5, lo cual indica que la inclusión de la CDM sustituyendo hasta el 30% la carne de pollo (T4) le otorgó a la salchicha unas características de textura que la hicieron sobresalir. Trindade *et al.* (2004) señalan que las salchichas que son elaboradas hasta con un 20% de CDM de gallina son en algunos casos inclusive más aceptadas por resultar más suaves y jugosas. En el caso del presente trabajo, se evidenció que si se incrementa a un 40% este nivel de sustitución, el nivel de agrado disminuye significativamente. Este comportamiento podría explicarse posiblemente, al observar que según el Análisis del Perfil de Textura (TPA) con la inclusión de CDM los valores de dureza, elasticidad, cohesividad y masticabilidad disminuyeron, pero como las salchichas de textura muy suave al masticarse, es decir, que presentan poca resistencia, no suelen ser muy aceptadas (Baker *et al.*, 1970), probablemente la inclusión de CDM a niveles de T5 y mayores no sea conveniente desde el punto de vista organoléptico.

El sabor presentó una tendencia similar a la de la textura de las salchichas, y a pesar de los condimentos empleados, sí se diferenciaron niveles de agrado entre los tratamientos evaluados. Baker *et al.* (1970) encontraron que las salchichas de pollo con mayores niveles de pH, presentaron mayores niveles de agrado en cuanto al sabor, lo cual señalan que se debe a que el sabor se alejó del típico a pollo. Es posible que en el caso del presente trabajo, T4 haya sido el tratamiento más gustado por una combinación de factores entre los que se encuentran un alto pH, e inclusive la textura, que por ser la más gustada permitió apreciar mejor el sabor de la salchicha en cuestión.

Froning *et al.* (1970) encontraron que salchichas con un contenido (con base en la materia prima cárnica) de 42,5% de carne bovina, 42,5% de recortes de cerdo y 15% de CDM de pavo eran comparables sensorialmente a salchichas de carne roja si se usaba CDM fresco (7 días en congelación), pero usando CDM con un mayor tiempo de almacenamiento (90 días) las salchichas elaboradas presentaron sabores indeseables.

Tal y como se mencionó en la sección correspondiente a la metodología utilizada, a partir de estos resultados se decidió comparar la salchicha cuyo tratamiento obtuvo los mayores niveles de agrado en los distintos atributos con una salchicha comercial, siendo T4 la seleccionada, la cual se comparó con una salchicha comercial de igual diámetro, aspecto, aroma y elaborada también con carne de aves.

El Cuadro 32 presenta los resultados de la evaluación de T4 y la salchicha comercial, donde se aprecia que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos productos ($P > 0,05$) en ninguno de los atributos, y no se observaron evidencias de desagrado para ninguna de las salchichas en ninguno de los atributos evaluados.

Cuadro 32. Evaluación sensorial de una salchicha cocida de pollo y codorniz y una salchicha comercial de aves

TRAT.	Olor	Color interno	Sabor	Sensación al masticar
Salchicha de pollo y codorniz	5,47 a	4,87 a	5,29 a	5,31 a
Salchicha comercial	5,16 a	5,16 a	5,27 a	5,24 a

-Media aritmética de los puntajes logrados por los tratamientos para cada atributo.

- Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Signos de Wilcoxon.

-TRAT.: Tratamiento.

-Salchicha de pollo y codorniz : T4.

-Salchicha comercial: salchicha de pollo y pavo.

Estos resultados demuestran que la salchicha de pollo y codorniz con una alta proporción de CDM, puede ser aceptada sensorialmente de igual forma que una salchicha comercial, por parte del consumidor habitual de salchichas, siendo otros los factores que determinen su compra, tales como: precio, presentación, publicidad, ventajas nutricionales, etc.

Cálculo de costos

Determinación de producción mensual

Para poder calcular la producción de salchichas de una unidad de producción artesanal, se consideraron el tiempo y el número de personas involucradas en las siguientes actividades: obtención de la CDM, preparación de carne de pollo, pesaje de ingredientes y aditivos, refinación de

ingredientes y aditivos, embutido, cocción, enfriamiento, eliminación de tripa y empaçado, tal y como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 33. Distribución del tiempo y del personal en la producción de salchichas

ACTIVIDAD	PERSONAL ASIGNADO	TIEMPO INVERTIDO (h)
Obtención de CDM	La CDM viene de otra línea	
Preparación de carne de pollo	A, B	2
Pesaje de ingredientes y aditivos	C	
Refinación de ingredientes y aditivos	A,B	1
Embutido	A,B	2
Cocción	C	2
Enfriamiento	A,B,C	
Eliminación de tripa	A,B	0,5
Empacado	A,B	0,5

A, B y C corresponden a la identificación del personal (mano de obra directa) encargado de la actividad

Asumiendo un rendimiento en la cocción del 98%, cargas de 1 kg en el cutter, 8 kg/día y 21 días laborados/mes, se obtiene lo siguiente:

$$8 \text{ kg emulsión/día} \times 21 \text{ día/mes} \times 98 \text{ kg cocidos/100 kg emulsión} = 164,64 \text{ kg cocidos/mes}$$

Es decir, que se producirían, bajo estas condiciones, 164,64 kg de salchicha/mes. Si se aumenta la capacidad de los equipos empleados, obviamente se incrementará el volumen de producción; sin embargo, para efectos del este ejercicio de cálculo de costos, se decidió considerar los equipos empleados en la ejecución experimental del presente trabajo.

Es necesario señalar que se han reflejado en el cuadro las principales actividades que realizarían las personas (identificadas como A, B y C) en la línea de producción; sin embargo, cuando para una actividad no aparezcan uno o más de los operadores ya identificados, se asume que éstos están apoyando a los operadores principales, o bien en actividades de organización y limpieza de su área de trabajo, antes y/o después de su labor, o en la actividad que le corresponde, la cual puede que sea realizada de manera simultánea con otra actividad.

Determinación de costos

En el Cuadro 34 se presenta un resumen de los costos totales de fabricación de las salchichas cocidas de pollo y codorniz para las cinco formulaciones establecidas.

Tal y como se puede observar, las diferencias entre los costos de los tratamientos están ubicadas en los Costos de Materia Prima, y en las Reparaciones; sin embargo, para una mejor comprensión de las cifras presentadas en dicho cuadro, a continuación se explicará brevemente el origen de las mismas.

Cuadro 34. Cálculo de costo total de fabricación de las salchichas cocidas de pollo y codorniz para los cinco tratamientos (20/01/2011)

	T1	T2	T3	T4	T5
COSTO DE PRODUCCIÓN O COSTO PRIMO (Bs/kg)					
Costo de materia prima (ingred, aditivos y empaque)	13,79	15,65	17,51	19,37	21,24
Costo de mano de obra directa	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	46,95	48,81	50,67	52,53	54,40
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN O GASTOS GENERALES (Bs/kg)					
Depreciación equipos	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Material de limpieza y desinfección	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37
Reparaciones	0,41	0,47	0,53	0,58	0,64
Gastos generales (papelería, dotación, electricidad, gas, teléfono)	8,78	8,78	8,78	8,78	8,78
Agua para calentamiento y enfriamiento	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN (Bs/kg)	24,56	24,62	24,68	24,73	24,79
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN (Bs/kg)	71,51	73,43	75,35	77,26	79,19

Costo de producción

-Costo de materia prima.- Se incluyeron los costos directos de los materiales que van a ser parte del producto, es decir: la materia prima cárnica, materia prima no cárnica y empaques.

- o Materia prima cárnica.- Se consideró el precio de la carne de pierna+muslo de pollo en 11 Bs/kg, mientras que la CDM de codorniz en 39,07 Bs/kg, tal y como se dedujo anteriormente al realizarse la explicación de los costos de los nuggets.

- Materia prima no cárnica.- La materia prima no cárnica está conformada por los aditivos (fosfatos, eritorbato, sal curante de nitrito) e ingredientes incorporados (sal, azúcar, almidón, concentrado de soya, condimentos, agua, aceite, etc.). La tripa de celulosa empleada durante el proceso de cocción de la emulsión se incluyó en estos ítems, a pesar de que no es un ingrediente que formará parte del producto final.

Al considerar la proporción de cada uno de estos ítems, la cantidad necesaria para obtener 1 kg de producto, un rendimiento del 98% por efectos de la cocción y el costo de cada uno de los artículos, se obtiene el costo para producir 1 kg de salchicha cocida, el cual fue de 11,66 Bs para T1, 13,52 Bs para T2, 15,38 Bs para T3, 17,24 Bs para T4 y 19,11 Bs para T5.

- Material de empaque.- Se consideró el uso de un empaque plástico a ser utilizado con la selladora al vacío y una caja de cartón adicional que contendrá 20 paquetes de salchichas.

Tomando en cuenta paquetes de 10 salchichas cada uno, con salchichas de peso promedio 46 g, un precio de 0,30 Bs para la bolsa plástica, 0,28 Bs para la pequeña etiqueta que identificará cada empaque plástico y 8 Bs para el costo de la caja de cartón (lo cual resultaría en 0,40 Bs/empaque de 10 salchichas), el costo por kg de salchicha se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Costo material empaque} = (0,30+0,28+0,40)\text{Bs}/460 \text{ g} \times 1000 \text{ g}/1 \text{ kg} = 2,13 \text{ Bs}/\text{kg}$$

-Costo de mano de obra directa.- Tal y como se señaló anteriormente, para la producción de salchichas se consideró un total de 3 personas, dedicadas durante todo el mes a la elaboración de este producto, cada una con los mismos beneficios ya indicados para la fabricación de los nuggets. Dichos beneficios suman en total 1.820,05 Bs/mes para una persona, de lo que se deduce que para tres son 5.460,15 Bs/mes, cifra que dividida entre la producción mensual estimada de 164,64 kg/mes da como resultado 33,16 Bs/kg.

-Depreciación de equipos.- Se calculó la depreciación de los equipos, asumiendo una vida estimada de servicio de 5 años para los mismos. Los equipos considerados fueron:

- Cutter: Bs 5.700
- Molino de carne: Bs 5.250

- Equipo para cocción con vapor: Bs 400
- Bandejas plásticas: Bs 100
- Cucharas y cuchillos: Bs 500
- Termómetro digital para altas temperaturas: Bs 150
- Balanza de 2000 g de capacidad (2 en total, Bs 2.250 cada una): Bs 2.250
- Cocina: Bs 6.700
- Embutidora manual: Bs 4.400
- Recipiente de enfriamiento: Bs 200
- Congelador (para materia prima): Bs 5.000
- Refrigerador tipo vitrina: Bs 10.000
- Empacadora al vacío: Bs 1.100
- Acondicionadores de aire 12000 BTU 110 V (2 en total): Bs 5.400

La sumatoria del costo de los equipos fue de Bs 49.400, por lo que para obtener la depreciación por kg de CDM producido se toma en cuenta el tiempo de vida de servicio (60 meses) y el total de CDM a ser producido como mínimo (164,64 kg/mes) a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Depreciación} = 49.400 \text{ Bs} / 60 \text{ meses} \times 1 \text{ mes} / 164,64 \text{ kg} = 5 \text{ Bs/kg}$$

-Material de limpieza y desinfección.- Este costo se calculó tomando en cuenta el costo reportado por una empresa de la industria cárnica, en el que se tiene un programa de limpieza y desinfección cuyo costo es de 3.900 Bs/mes. Si se considera la décima parte de ese costo (dada la diferencia en las proporciones entre la empresa en cuestión y la empresa artesanal que se está asumiendo), y se divide el mismo entre la cantidad de salchicha (kg) a ser producida mensualmente resulta:

$$\text{Costo limpieza y desinf.} = 390 \text{ Bs/mes} \times 1 \text{ mes} / 164,64 \text{ kg} = 2,37 \text{ Bs/kg}$$

-Reparaciones.- Se consideró el mismo criterio empleado en el Experimento 2, es decir, el 3% de la sumatoria del costo de la materia prima y el material de empaque.

-Gastos generales (papelería, dotación, electricidad, agua, teléfono).- Se consideraron los mismos montos mencionados para la fabricación de los nuggets, resultando un total de 1.446 Bs/mes, que dividido entre los 164,64 kg/mes de salchichas producidas como mínimo resulta en 8,78 Bs/kg.

-Agua para calentamiento y enfriamiento.- Se consideró que por cada kg de salchichas producidas se consumían 2 L de agua (potable), con un costo de 4 Bs/L, lo cual resulta en 8 Bs/kg de salchicha producida.

A partir de la sumatoria de los costos de producción y de los costos indirectos de fabricación se obtiene el costo total de fabricación para cada uno de los tratamientos, observándose que éste oscila entre 71,51 (T1) y 79,19 Bs/kg (T5).

El costo directo de producción constituye la mayor parte del costo total de fabricación, ya que representa desde 65,66% para T1 hasta 68,69% para T5, lo cual indica un leve ascenso con el incremento en la inclusión de la CDM en la formulación. Por su parte, la proporción que representa el costo indirecto va desde 34,34% (T1) hasta 31,31% (T5), observándose un ligero decremento, debido a que la mayor parte de los costos indirectos son valores constantes en los cinco tratamientos y el costo total de fabricación se incrementa, solo variando las reparaciones que se estimaron como un porcentaje del costo de la materia prima, aumentando el costo de reparaciones con la inclusión de CDM en la mezcla de los nuggets pero no de manera significativa como para generar incrementos importantes en los costos indirectos.

Con respecto al costo de la CDM en relación al costo total de fabricación, representa valores que van desde 0% (T1) hasta 12,83% (T5), mientras que la carne de pollo osciló desde 9,99% (T1) hasta 5,42% (T5). Para reducir el costo de la CDM se podrían considerar los diferentes aspectos señalados anteriormente cuando se hizo la discusión de costos de los nuggets.

En relación al costo de la mano de obra, éste pasa a representar el 46,37% en T1 hasta el 41,87% en T5, apreciándose una disminución en la proporción con la inclusión de la CDM debido a que el monto de la mano de obra es un valor constante y el costo total de fabricación se incrementa en la medida en que se añade más CDM a la mezcla.

Una vez evaluados los costos de fabricación, sería lógica la inquietud de conocer, al igual que ocurrió en el caso de los nuggets, si este tipo de producto podría competir con otros productos análogos ya existentes comercialmente en Venezuela, por lo cual se van a estimar algunas cifras a

objeto de intentar responder esta interrogante, a pesar de que este aspecto no es uno de los objetivos de la presente investigación.

En primer lugar se estimará que el costo de venta y los gastos generales de administración corresponden juntos al 10% del costo total de fabricación, y que la ganancia el fabricante la ha estimado en un 20% del costo total o costo final del producto (equivalente al 16,67% del precio de venta del producto), por lo tanto, los precios de venta oscilarían entre 94,40 Bs/kg (T1) y 104,53 Bs/kg (T5) sin el Impuesto al Valor Agregado (IVA), o bien entre 105,73 Bs/kg (T1) y 117,07 Bs/kg (T5) con IVA; sin embargo, para los siguientes planteamientos se considerarán los precios con IVA de los productos comprendidos entre los tratamientos T2 (108,56 Bs/kg) y T5 (117,07 Bs/kg), ya que la idea es evaluar la posible situación en el mercado de las salchichas con CDM de codorniz, y como bien se sabe, T1 no la incluye.

En segundo lugar se considerarán cinco marcas comerciales de salchichas con carne de aves, que en lo sucesivo se denominarán D, E, F, G y H, las cuales presentan empaques con un peso neto de 450 g, a excepción de la marca F que tiene un peso neto de 400 g, siendo los precios de venta al público en un supermercado para las cinco marcas señaladas 40,63 Bs, 49,20 Bs, 53,87 Bs, 28,46 Bs, y 39,83 Bs, respectivamente. En cuanto al peso de cada salchicha en estas cinco marcas, hay de tres tipos: D, G y H poseen salchichas de 22,5 g cada una, la marca E tiene salchichas de mayor diámetro de 75 g de peso y la marca F presenta salchichas del mismo diámetro de la marca E pero con un peso de 67 g. Vale la pena mencionar en este punto, que el diámetro de las salchichas de las marcas E y F coincide con el de las salchichas elaboradas en la presente investigación.

Al evaluar la información anterior, se puede obtener un estimado del precio que tendría cada kg de salchichas de las marcas D, E, F, G y H, es decir, 90,29, 109,33, 134,68, 63,24 y 88,51 Bs/kg, respectivamente. Al compararlos con los correspondientes a T2 (108,56 Bs/kg) y a T5 (117,07 Bs/kg) se puede apreciar que solo la marca F supera el precio de venta de las salchichas con CDM de codorniz, que la marca E se aproxima al precio de venta de la salchicha de T2 y que la marca con menor precio es G con una cifra que corresponde casi al 50% del precio de T5, lo que indica que si se refiere a los precios de venta, las salchichas con CDM de codorniz podrían competir contra la marca F ofreciendo por un menor precio un producto con un ingrediente adicional y poco común, como lo es la carne de codorniz, con una composición química que resalta en cuanto al bajo

contenido graso, un contenido proteico similar al de otras marcas comerciales, con unos contenidos de hierro y de calcio que pudieran ser superiores a otras salchichas existentes en el mercado, y con unas características microbiológicas y sensoriales adecuadas.

Con respecto a la estrategia de mercadeo para competir favorablemente con las otras marcas, que posiblemente tengan más tiempo en el mercado, se destaca la información que se le puede ofrecer al consumidor sobre las ventajas nutricionales con base en la composición química del nuevo producto. Se puede citar como ejemplo el alto contenido graso declarado en el empaque de todas las marcas señaladas (a excepción de G que no indica la grasa total), siendo de 22,22% para las marcas D y H, y del 16% para las marcas E y F, mientras que las salchichas de pollo y codorniz elaboradas en el presente trabajo presentan contenidos de grasa alrededor de 5%, por lo cual los demás productos no serían tan apropiados para una persona que esté por alguna razón bajo un régimen dietético en el cual se requiera una baja ingesta de grasa.

Por otro lado, al calcular el precio de venta correspondiente a 460 g de salchichas, que es la presentación concebida originalmente para este producto, se obtiene un precio estimado de 49,94 Bs para T2 y 53,85 Bs para T5, cifras que comparadas con las de las diferentes marcas señaladas permiten inferir una vez más que la marca E tendría un precio muy cercano a la salchicha de T2, y que solo la marca F estaría por encima de T2 y T5, ya que hay que considerar que la marca F contiene 6 salchichas para un peso neto total de 400 g, mientras que las salchichas de pollo y codorniz serían 10 salchichas con un peso neto de 460 g.

Todas las salchichas comerciales con las que se ha efectuado este ejercicio son de pollo, excepto las correspondientes a las marcas E y F que son de pollo y pavo. De hecho, la marca E fue la seleccionada para ser efectuada la evaluación sensorial de la salchicha experimental elegida (T4) contra una comercial, debiéndose su selección no solo a que la marca E es ampliamente conocida a nivel nacional, sino también a que es del mismo diámetro, es elaborada con carne de aves y con un sabor y aroma similar al de las salchichas del presente trabajo, y tal y como se demostró anteriormente, no se encontraron diferencias en los niveles de agrado de los diferentes atributos. Esto podría indicar que dado que los precios de venta al público son muy similares, con una campaña publicitaria adecuada resaltando toda la información nutricional que favorece a la salchicha de pollo

y codorniz, esta última podría ser adquirida y posteriormente el consumidor tendría la oportunidad de evaluarla y aceptarla sensorialmente.

Es necesario mencionar, lo ya indicado en el caso de los nuggets, en relación a que los costos de fabricación calculados en este ejercicio podrían ser inferiores si se toman una o varias medidas, como la disminución del costo de la CDM de codorniz, el incremento de los volúmenes de producción de salchichas, etc., todo esto con el mismo costo de mano de obra y sin aumentos importantes en los equipos utilizados, lo cual permitiría disminuir los precios de venta y competir así con otras marcas comerciales.

Conclusiones del Experimento 3

Con respecto a la composición química de los cinco tratamientos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, salvo en el contenido de humedad donde la salchicha sin CDM fue inferior al resto de los tratamientos, y en la proporción de cenizas donde se apreció una tendencia al incremento de la fracción mineral en la medida en que la proporción de CDM es mayor.

Los niveles de oxidación lipídica se consideran bajos, observándose una tendencia al incremento de las cifras con la inclusión de CDM en la fórmula.

El contenido de hierro y calcio se incrementó con el aumento en la proporción de CDM en las salchichas elaboradas, al igual que los valores de pH.

En el almacenamiento en refrigeración, hubo un incremento continuo en la pérdida de peso de todas las salchichas elaboradas, pero no se encontró una relación clara entre el comportamiento de los cinco tratamientos y la proporción de CDM.

En el almacenamiento en congelación, la pérdida de peso se mantuvo constante durante el período considerado.

En el rendimiento por cocción no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

En relación al Análisis del Perfil de Textura (TPA), con el incremento de la CDM en la fórmula se observó una tendencia a la disminución en la dureza, elasticidad, cohesividad y masticabilidad.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos para aerobios mesófilos, *S. aureus* ni levaduras, siendo en todos los tratamientos el contaje menor a 10 ufc/g para mohos y para *E. coli* y comprobándose además la ausencia de *Salmonella*.

La evaluación sensorial reveló que en cuanto al olor de las salchichas todos los tratamientos gustaron y lo hicieron en el mismo nivel de agrado, mientras que al considerar en conjunto el color, el sabor y la textura de las salchichas, T4 resultó ser el tratamiento con mayor nivel de agrado.

La evaluación sensorial también reveló que, al comparar T4 con una salchicha comercial análoga, no hubo diferencias en el nivel de agrado para el olor, color interno, sabor ni sensación al masticar, obteniéndose puntuaciones que indican que ambas salchichas gustaron.

El costo de fabricación de las salchichas estuvo en rango comprendido entre 71,51 (T1) y 79,19 Bs/kg (T5), pero pudieran ser inferiores si se generan mayores volúmenes de producción y/o estrategias que permitan disminuir el costo de la CDM de codorniz, lo cual contribuiría a competir con otros productos comerciales análogos.

Con base en los resultados físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales de los productos elaborados, se concluye que las salchichas correspondientes a T4 pueden satisfacer las exigencias organolépticas del consumidor, sin poner en riesgo su salud por contaminación microbiológica, siendo además una fuente adicional de hierro y calcio, una fuente de proteína (especialmente animal), y proporcionando un bajo consumo de grasa para aquellos consumidores que requieran que se cumpla con esta condición adicional.

V.2.3. Desarrollo, caracterización y comparación de fiambres (Experimento 4)

En el Cuadro 35 se presenta la composición química de los fiambres de pollo y codorniz correspondiente a los cinco tratamientos.

Se aprecia que los valores de humedad para T1 y T2 fueron significativamente menores a la de los demás productos elaborados ($P < 0,05$), lo cual puede ser debido a que la carne de pollo, con un menor contenido de humedad que la CDM de codorniz, ejerció una mayor influencia en estos tratamientos, en los que la CDM no estaba presente (T1) o lo estaba en una proporción muy baja (T2).

Cuadro 35. Composición química de los fiambres de pollo y codorniz

TRAT.	Humedad (%)	Proteína cruda (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)
T1	74,71±0,07 b	12,68±0,16 a	1,21±0,18 a	3,27±0,01 c
T2	75,17±0,17 b	12,86±0,09 a	1,31±0,21 a	3,33±0,02 b
T3	75,73±0,03 a	12,59±0,16 a	1,19±0,16 a	3,34±0,01 ab
T4	75,83±0,34 a	12,52±0,38 a	1,43±0,15 a	3,37±0,03 ab
T5	76,28±0,26 a	12,48±0,26 a	1,33±0,26 a	3,38±0,01 a

-Los resultados corresponden a media \pm desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey.

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: fiambre de pollo (0% de reemplazo); T2: fiambre de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: fiambre de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: fiambre de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: fiambre de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Al igual que en los productos cárnicos tipo emulsión, la humedad tiene una gran influencia en la textura de jamones y fiambres, siendo la principal responsable de la terneza y jugosidad que el consumidor percibe en este tipo de productos (Desmond *et al.*, 2000).

El contenido de humedad de los fiambres elaborados en el presente trabajo es muy cercano al encontrado por Márquez *et al.* (2006) de 74,63% para el fiambre de pollo usado como control, al reportado por Rodas *et al.* (1998) de 75,80% para jamón de cerdo (control) y a las mezclas para fiambre empleadas por Uebersax *et al.* (1978) que fueron de 73,6, 73,2 y 73% para las formulaciones

con 0, 10 y 20% de sustitución de carne de pechuga de pavo por CDM de dicha ave, respectivamente.

Se puede apreciar también que los valores de humedad encontrados en la presente investigación (Cuadro 35) son ligeramente superiores al reportado por Márquez *et al.* (2006) de 72,61% para un fiambre de pollo con agregado de piel de dicha ave, al señalado por Márquez y Salazar (1991) de 72,25% para jamón de pollo, al encontrado por Graner (1992) de 71,03% para fiambre de muslo de pollo, al reportado por Desmond *et al.* (2000) para jamón enfriado rápidamente (de carne de cerdo) y al señalado por Ramos (2004) de 65,38% para una espalda cocida de una marca comercial del país, sometida a ahumado tradicional.

Uebersax *et al.* (1978) encontraron que con una mayor sustitución de CDM de pavo, el contenido de humedad de la mezcla para elaborar los fiambres era menor, lo cual se explica al tomar en cuenta que la humedad de la CDM de pavo era menor (67,7%) que la de pechuga de pavo (73,7%), situación contraria a la reportada en el presente trabajo, lo cual justifica que la tendencia entre los resultados de Uebersax *et al.* (1978) y la presente investigación hayan sido inversas.

La Norma Venezolana COVENIN 3124:2005 correspondiente a Fiambre no señala un valor máximo de humedad en dicho producto, pero tal y como se pudo apreciar al comparar los productos elaborados con productos comerciales similares y con resultados de investigación en productos cárnicos análogos, el contenido de humedad se encuentra en el rango de valores esperados.

Con respecto al contenido proteico, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$), comportamiento esperado ya que las proporciones de proteína de las dos materias primas cárnicas objeto de evaluación no fueron estadísticamente diferentes.

Las cifras encontradas en el presente trabajo son cercanas a la reportada por Márquez *et al.* (2006) de 12,99% para fiambre de pollo con agregado de piel, a la señalada por Ramos (2004) de 13,44% para espalda cocida de una marca comercial del país, sometida a ahumado tradicional, y al valor de 13% de un jamón cocido de pollo de una marca comercial venezolana, pero se aleja de los valores encontrados: por Márquez *et al.* (2006) de 14,08% para un fiambre de pollo usado como control, por Graner (1992) de 20,16% para fiambre de muslo de pollo, por Rodas *et al.* (1998) de 18,46% para el

jamón de cerdo usado como control, por Desmond *et al.* (2000) de 19,8% para jamón de cerdo enfriado rápidamente, y por Uebersax *et al.* (1978) de 21,6, 22,9 y 22,4% en las mezclas para fiambre con 0, 10 y 20% de sustitución de carne de pechuga de pavo por CDM de dicha ave, respectivamente.

La Norma Venezolana COVENIN 3124:2005 establece un mínimo de 11% de proteína para este producto, y un máximo de 4% de proteínas aportadas por materias primas no cárnicas, requisitos que los productos elaborados en el presente trabajo cumplen satisfactoriamente.

Latham (2002) señala las recomendaciones de la OMS (1985), a partir de las cuales se puede inferir que una de ellas es el consumo diario de 0,74 g de proteína/kg de peso corporal para hombres (activos, de 18 a 60 años), y 0,75 g de proteína/kg de peso corporal para mujeres (activas, no embarazadas o amamantando), por lo que para un hombre de 80 kg de peso, el consumo de un trozo de 100 g de fiambre de cualquiera de las formulaciones empleadas (tomando un promedio de 12,63% de proteína) correspondería al 21,33% de sus requerimientos proteicos diarios, mientras que para una mujer de 60 kg de peso dicho consumo equivaldría al 28,07% de los requerimientos.

En relación al contenido graso (Cuadro 35), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P>0,05$), lo cual es lógico ya que los contenidos de grasa de las materias primas cárnicas utilizadas eran bastante cercanos.

Los valores de grasa encontrados en la presente investigación son inferiores a los reportados por: Márquez *et al.* (2006) de 7,38% y 10,30% para fiambre de pollo sin y con agregado de piel de pollo, respectivamente, Graner (1992) de 4,50% para Fiambre de muslo de pollo, Desmond *et al.* (2000) de 3,7% para jamón de cerdo sometido a enfriamiento rápido, Ramos (2004) de 7,56% para espalda cocida de una marca comercial del país, sometida a ahumado tradicional, Uebersax *et al.* (1978) de 2,80 y 4,53% en mezclas para fiambre con 20 y 30% de sustitución de carne de pechuga de pavo por CDM de dicha ave, respectivamente, y al valor de 3% de un jamón cocido de pollo de una marca comercial venezolana. El contenido graso solo fue semejante al valor señalado por Uebersax *et al.* (1978) de 1,59% para la sustitución ya indicada en un 10%, mientras que superó la cifra reportada por dichos autores de 0,36% para la mezcla del fiambre sin dicha sustitución.

La Norma Venezolana COVENIN 3124:2005 indica un máximo de 12% para el contenido de grasa en el fiambre, por lo que los resultados obtenidos en los cinco tratamientos indican claramente el cumplimiento de este importante requisito.

Con base en los resultados del contenido de grasa, es evidente que para los fiambres elaborados es válido el planteamiento efectuado anteriormente en las salchichas, donde se hizo referencia a Vandendriessche (2008), en relación a que serían una buena opción para el consumidor que no busca un aporte calórico ni alta ingesta de lípidos con este tipo de productos cárnicos.

Con respecto al contenido de cenizas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre T1 y el resto de los tratamientos; igualmente se observaron diferencias significativas entre T1 y T2 con respecto a T5, apreciándose una tendencia al incremento en el contenido mineral de los productos cárnicos elaborados en la medida en que la proporción de CDM es mayor, lo cual se explica por el mayor contenido de cenizas de la CDM de codorniz en comparación con la carne de pollo (Cuadro 10).

El aporte de la materia prima cárnica a la fracción de cenizas es bajo, y es la unión de sal (cloruro de sodio), nitrito, eritorbato y fosfato, los que conforman la mayor proporción de dicha fracción, especialmente el cloruro de sodio.

Los valores de cenizas obtenidos en el presente trabajo son inferiores al encontrado por Ramos (2004) de 4,38% para espalda cocida de una marca comercial del país, sometida a ahumado tradicional pero superiores a los señalados por Uebersax *et al.* (1978) de 2,07, 1,96, 2,06 y 2,07% en las mezclas para fiambre con 0, 10, 20 y 30% de sustitución de carne de pechuga de pavo por CDM de dicha ave, respectivamente.

Las diferencias encontradas en la composición química de los fiambres del presente trabajo con la de otras investigaciones, se debe a las diferencias en las características de las materias primas cárnicas empleadas, su proporción en la fórmula, la proporción de agua y grasa añadida, de la proporción de ingredientes no cárnicos (como la proteína de soya), de la adición y proporción empleada de aditivos que pudieran contribuir a la retención de agua y de las características del proceso de cocción y enfriamiento.

En el Cuadro 36 se observan diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos ($P < 0,05$), apreciándose un incremento en las cifras de TBARS con el aumento de la proporción de CDM en la fórmula de los fiambres.

Cuadro 36. Valores de TBARS y contenido de hierro y calcio para las salchichas cocidas de pollo y codorniz y pH de la mezcla

TRAT.	TBARS (mg malonaldehído/kg muestra)	Calcio (mg/100 g)	Hierro (mg/kg)	pH
T1	0,0014±0,0005 e	27,5±2 e	10,69±0,72 d	6,25±0,08 c
T2	0,0357±0,0034 d	44,7±3,2 d	11,62±0,50 cd	6,27±0,06 bc
T3	0,0447±0,0035 c	55,1±3 c	13,01±0,75 bc	6,41±0,04 ab
T4	0,0543±0,0048 b	71,3±3,5 b	14,15±0,45 ab	6,42±0,03 a
T5	0,0635±0,0023 a	83,2±1,6 a	15,41±0,39 a	6,51±0,04 a

-Los resultados corresponden a media \pm desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey.

-TBARS: sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico.

-pH de la mezcla

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: fiambre de pollo (0% de reemplazo); T2: fiambre de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: fiambre de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: fiambre de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: fiambre de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Tal y como se mencionó para en el caso de los nuggets y de las salchichas elaboradas, el mayor contenido de mioglobina y hemoglobina de la CDM en comparación con la carne de pollo facilita la oxidación de los lípidos, explicando la tendencia observada según la cual los tratamientos que poseen una mayor proporción de CDM en la formulación presentan un mayor índice de oxidación lipídica, además del hecho de que la carne de codorniz pudiera tener una mayor facilidad para ser oxidada debido a una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, lo cual es igualmente válido en el caso de los fiambres.

Los resultados encontrados en el presente trabajo son inferiores a los reportados por Uebersax *et al.* (1978), quienes sustituyeron parcialmente carne de pechuga de pavo por CDM de dicha ave en 0, 10, 20 y 30% en la elaboración de fiambres, obteniendo después de ser almacenados en congelación (-18 °C) durante 6 meses valores aproximados de TBARS de 1,65, 1,82, 1,52 y 1,60 para los fiambres envueltos en papel de aluminio, respectivamente, y de 0,84, 0,90, 0,83 y 1,32 para los fiambres empacados al vacío en polietileno, respectivamente.

Las diferencias entre los valores de TBARS obtenidos en el presente trabajo y los de Uebersax *et al.* (1978), pueden ser debidas a diversos factores como por ejemplo el perfil de ácidos grasos de la carne, el tiempo de almacenamiento de la materia prima cárnica y el método de determinación de TBARS.

Con respecto a los ácidos grasos, aparte del perfil de los mismos, propio de la especie cuya carne se esté utilizando, ya se mencionó la importancia que tiene en las aves una dieta rica en ácidos grasos insaturados y la inclusión o no de antioxidantes, aspectos que pueden tener influencia en la susceptibilidad de una carne a sufrir deterioro por rancidez. Tanto el perfil de ácidos grasos como la dieta de las aves se desconoce para el caso de Uebersax *et al.* (1978), pero pudiera estar afectando los resultados por ellos obtenidos.

En el trabajo de Uebersax *et al.* (1978), tampoco se conoce el tiempo de almacenamiento de la materia prima cárnica antes del procesamiento, la cual pudiera haber ya sufrido oxidación lipídica antes de su procesamiento. Lo que sí se conoce es el tipo de empaque que se aplicó, apreciándose que cuando éste fue al vacío los niveles de oxidación de lípidos fueron mucho menores que cuando no se aplicó vacío, y que cuando se aplicó vacío fue más evidente el incremento de los valores de TBARS con el nivel de incorporación de la CDM, lo cual coincide con los resultados del presente trabajo.

Sin embargo, una vez más podría ser el método de determinación de TBARS el factor que posiblemente tiene mayor peso en explicar las diferencias encontradas entre dicho estudio y el presente trabajo, ya que Uebersax *et al.* (1978) emplearon el método basado en un proceso de destilación, el cual implica el calentamiento de la muestra, lo cual promueve oxidación adicional que puede provocar la formación de malonaldehído y otras sustancias que reaccionan con el TBA

(TBARS), sobreestimándose así la oxidación lipídica (Raharjo y Sofos, 1993), mientras que en la presente investigación se empleó un método que, como se explicó previamente, tiene la ventaja de eliminar sustancias que interfieren con el análisis, pero puede llegar a subestimar el nivel de TBARS.

Con respecto al contenido de calcio (Cuadro 36), se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos ($P < 0,05$), observándose un aumento del mismo con el incremento de los niveles de CDM en los productos elaborados, tendencia que se esperaba dado el mayor contenido de calcio en la CDM de codorniz en comparación con la carne de pollo.

Uebersax *et al.* (1978) evaluaron el contenido de calcio de las mezclas para fiambre con diferentes niveles de sustitución de pechuga de pavo por CDM de dicha ave, encontrando valores entre 0,02 y 0,04% de calcio, observándose que algunas de las cifras de la presente investigación superan a las señaladas por dichos autores.

En relación al contenido de hierro, las diferencias significativas entre algunos de los tratamientos ($P < 0,05$) indica un incremento del mismo con el aumento en la proporción de CDM en la fórmula, lo cual era de esperarse dado el mayor contenido de hierro en la CDM en comparación con la carne de pollo. Uebersax *et al.* (1978) encontraron en las mezclas para fiambre con diferentes niveles de sustitución de pechuga de pavo por CDM de dicha ave, valores entre 10,8 y 13,2 mg/kg, los cuales están dentro del rango obtenido para los fiambres en el presente trabajo.

Ya se ha hecho referencia a la importancia del consumo de calcio y de hierro para el buen funcionamiento del cuerpo humano, por lo que la elaboración de fiambres de pollo y codorniz que ofrezcan al público consumidor un contenido superior al usual de dichos minerales, debido a la incorporación de CDM de codorniz, podría ser altamente beneficiosa para el consumidor.

Con respecto al pH de la mezcla para fiambre, se observa un incremento en el pH con el aumento de los niveles de CDM en la fórmula, resaltando las diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) de T1 con respecto a T3, T4 y T5, comportamiento lógico al considerar que el pH de la CDM obtuvo un valor mayor que el de la carne de pollo. Tal y como se ha señalado anteriormente, el mayor pH de

la mezcla tiene como consecuencia una mayor retención de agua en los productos cárnicos, lo cual puede afectar la textura, el rendimiento y la presentación de los mismos.

Ramos (2004) reportó un pH de 6,47 para una espalda cocida comercial ahumada tradicionalmente, valor cercano a los obtenidos en el presente trabajo, especialmente a T4 y a T5, mientras que Uebersax *et al.* (1978) obtuvieron valores que oscilaron entre 5,74 y 5,86 en las mezclas para fiambre donde sustituyó carne de pechuga de pavo por CDM de dicha ave entre 0 y 30%, respectivamente. Estos últimos autores encontraron incrementos significativos en el pH de la mezcla para los fiambres con la mayor incorporación de CDM, lo cual era de esperarse en ese caso también dado que el pH de la CDM resultó significativamente superior al de la carne de pechuga.

En la Figura 5 se presentan los resultados de la pérdida de peso que experimentaron los fiambres almacenados en refrigeración durante 24 días, observándose que al final del período de almacenamiento las pérdidas de peso estuvieron en el rango entre 2,05 y 3,64%, y un comportamiento ascendente de la pérdida de peso, aunque sin relación clara entre los tratamientos y dicha variable. Esta tendencia ascendente se evidencia en el Cuadro 37, donde en todos los tratamientos hubo un incremento de la pérdida de peso de los fiambres con el tiempo de almacenamiento bajo refrigeración, debido a la humedad perdida, observándose solo diferencias estadísticamente significativas entre los primeros y los últimos días de la evaluación en todos los tratamientos.

En principio, el objetivo era la evaluación de los fiambres rebanados durante 30 días en almacenamiento refrigerado; sin embargo, debido a la manipulación y gran superficie de contacto expuesta por las muestras, éstas sufrieron un deterioro considerable dada la contaminación microbiana, lo que las hacía no comestibles después de los 20 días, por lo que se decidió efectuar las mediciones hasta el día 24, después del cual el deterioro de los productos era muy evidente (mal olor y mal aspecto). Este tipo de producto cárnico, en su presentación bajo la forma rebanada, no debería ser ofrecido sino solo durante unos pocos días, que pudieran estar alrededor de los 6, para garantizar una textura y una calidad microbiológica adecuada; no obstante, esta evaluación se efectuó con la finalidad de observar la existencia o no de una tendencia en cuanto a la capacidad de retención de agua de los diferentes tratamientos en los productos rebanados y a temperaturas de refrigeración.

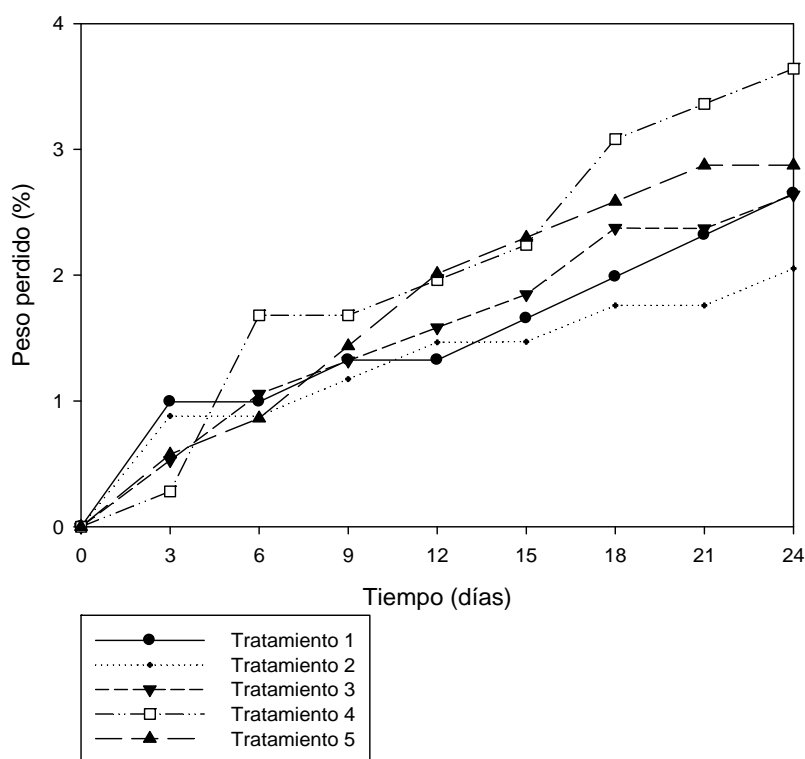


Figura 5. Pérdida de peso de los fiambres de pollo y codorniz de los cinco tratamientos durante 30 días de almacenamiento en refrigeración

Cuadro 37. Pérdida de peso (%) de los fiambres de pollo y codorniz durante 30 días de almacenamiento en refrigeración

Tiempo (días)	T1	T2	T3	T4	T5
0	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 b
3	0,99 ab	0,88 ab	0,53 ab	0,28 bc	0,57 ab
6	0,99 ab	0,88 ab	1,06 ab	1,68 abc	0,86 ab
9	1,32 ab	1,17 ab	1,32 ab	1,68 abc	1,44 ab
12	1,32 ab	1,47 ab	1,58 ab	1,96 abc	2,01 ab
15	1,66 ab	1,47 ab	1,85 ab	2,24 abc	2,30 ab
18	1,99 ab	1,76 ab	2,37 ab	3,08 abc	2,59 ab
21	2,32 a	1,76 ab	2,37 ab	3,36 ab	2,87 a
24	2,65 a	2,05 a	2,64 a	3,64 a	2,87 a

Para cada columna (Tratamiento) valores con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

-T1: fiambre de pollo (0% de reemplazo); T2: fiambre de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: fiambre de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: fiambre de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: fiambre de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Con respecto al rendimiento de los fiambres durante la cocción, no se observaron mermas de peso de los productos durante el proceso térmico en ninguno de los tratamientos, lo cual indica un rendimiento del 100% en las cinco formulaciones establecidas.

Estos rendimientos del 100% coinciden con los encontrados por Márquez *et al.* (2006) para un fiambre de pollo sin y con agregado de piel, y con el obtenido por Guerra *et al.* (1997b) para jamones de cerdo con 15% de CDM de ave. Márquez *et al.* (2006) explican sus resultados por la retención de agua de la proteína miofibrilar de la carne de pollo, por el colágeno de la piel del pollo y por la adición de sustancias aglutinantes, señalando además que una buena extracción de la proteína miofibrilar asegura una alta retención de agua, debido a su capacidad de gelificación.

Sin embargo, en otras investigaciones se han encontrado rendimientos inferiores durante la cocción, como en el caso de Rodas *et al.* (1998) con 91,21% en un jamón de carne de cerdo, el trabajo de Márquez y Salazar (1991) de 97,04% en un jamón de pollo, y Graner (1992) de 88,99% en un fiambre de carne de gallina. En este último trabajo el bajo rendimiento se podría explicar porque el producto, según lo que se explica en el artículo, fue sometido a ahumado y cocción en unas estructuras permeables al vapor de agua, facilitando así la pérdida de humedad.

Con respecto al Análisis de Perfil de Textura (TPA), solo se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en la dureza y la elasticidad de los tratamientos (Cuadro 38).

Se encontró una tendencia a la disminución de la dureza de los fiambres con el aumento de CDM en la fórmula, lo cual coincide con lo observado por Uebersax *et al.* (1978), quienes determinaron una disminución en el trabajo requerido para romper cada rebanada de fiambre de pavo en los que se había sustituido carne de pechuga por una alta proporción de CDM de dicha ave, lo cual indicaba para los autores que el grado de unión entre las piezas de carne era menor mientras que la proporción de CDM era mayor. Es probable que la incorporación de un material con mayor grado de ruptura como la CDM haya afectado la constitución de los fiambres, disminuyendo la dureza de los tratamientos con mayor contenido de CDM, reflexión que efectuaron también Bonato *et al.* (2006b) para los productos reestructurados por ellos elaborados.

Cuadro 38. Valores obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los fiambres de pollo y codorniz

TRAT.	Dureza (kgf)	Elasticidad (mm)	Cohesividad	Masticabilidad (kgf.mm)
T1	3,52±0,14 ab	5,00±0,69 b	0,60±0,01 a	11,09±1,94 a
T2	3,59±0,37 a	6,13±0,35 ab	0,62±0,03 a	12,94±0,29 a
T3	3,29±0,19 ab	6,23±0,46 ab	0,59±0,03 a	12,18±1,77 a
T4	3,04±0,23 ab	5,83±0,38 ab	0,60±0,03 a	10,41±0,77 a
T5	2,91±0,13 b	6,47±0,40 a	0,59±0,01 a	11,23±0,58 a

-Los resultados corresponden a media \pm desviación estándar.

-Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias de Tukey.

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: fiambre de pollo (0% de reemplazo); T2: fiambre de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: fiambre de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: fiambre de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: fiambre de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Al aplicar un TPA, Desmond *et al.* (2000) encontraron una dureza de 92 N (equivalente a 9,39 kgf) para un jamón de cerdo enfriado rápidamente, valor evidentemente superior a los reportados en la presente investigación.

Con respecto a la elasticidad, T5 resultó estadísticamente superior a T1, observándose una tendencia al incremento en la elasticidad de los fiambres en la medida en que la proporción de CDM de codorniz es mayor, siendo los valores encontrados, en especial T5, bastante cercanos a la cifra de 7 mm observada por Desmond *et al.* (2000) en un jamón de cerdo enfriado rápidamente.

Los resultados observados en la elasticidad de las muestras sugieren que mientras mayor es la proporción de CDM en los fiambres elaborados, la tasa a la que el alimento deformado retorna a su condición original después de que se deja de aplicar una fuerza, es superior.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la cohesividad de los fiambre en los diversos tratamientos ($P > 0,05$), cuyos valores fueron ligeramente superiores al reportado por Desmond *et al.* (2000) de 0,42 para jamón de cerdo.

Con respecto a la masticabilidad no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los fiambres elaborados ($P > 0,05$), obteniéndose cifras entre 10,41 y 12,94 kgf.mm, inferiores al señalados por Desmond *et al.* (2000) de 276,4 N.mm (equivalente a 28,2 kgf.mm) para jamón de cerdo.

En el Cuadro 39 se observan los resultados microbiológicos de los fiambres de pollo y codorniz, donde se aprecia que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos para aerobios mesófilos, *S. aureus*, levaduras ni mohos, siendo en todos los tratamientos el conteo menor a 10 ufc/g para *E. coli* y comprobándose además la ausencia de *Salmonella*.

Cuadro 39. Resultados microbiológicos de los fiambres de pollo y codorniz

TRAT.	Aerobios mesófilos		<i>S. aureus</i>		Mohos		Levaduras		<i>E. coli</i> (ufc/g)	Salmonella
	Media (ufc/g)	Rango (ufg/g)	Media (ufg/g)	Rango (ufg/g)	Media (ufg/g)	Rango (ufg/g)	Media (ufg/g)	Rango (ufg/g)		
T1	3,03x10 ⁴ a	2,6x10 ⁴ - 3,4x10 ⁴	1,87x10 ² a	1,8x10 ² -2x10 ²	1,17x10 a	5-2x10	6,67 a	5-10	<10	Ausente
T2	2,1x10 ³ a	4,9x10 ² - 3,8x10 ³	1,23x10 ³ a	8x10 ² - 1,7x10 ³	<10 a	N.A.	1,67x10 a	5-4x10	<10	Ausente
T3	3,33x10 ⁴ a	2x10 ³ - 6,8x10 ⁴	3,00x10 ³ a	3x10 ³	1,01x10 ³ a	2x10- 2x10 ³	6,67 a	5-10	<10	Ausente
T4	4,93x10 ⁴ a	7,9x10 ³ - 9x10 ⁴	1,60x10 ² a	3x10- 3x10 ²	1,17x10 a	5-2x10	<10 a	N.A.	<10	Ausente
T5	2,29x10 ⁴ a	3,8x10 ³ - 4,4x10 ⁴	1,80x10 ³ a	1,1x10 ² - 3,5x1,0 ³	1,98x10 ² a	5-4x10 ²	<10 a	N.A.	<10	Ausente

-N.A.= No aplica

-Para cada variable (columna) las letras corresponden a diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) en los rangos obtenidos en la Prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas.

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: fiambre de pollo (0% de reemplazo); T2: fiambre de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: fiambre de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: fiambre de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: fiambre de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

El conteo de aerobios mesófilos encontrado en los fiambres elaborados se encuentra entre los límites inferior (1×10^4 ufc/g) y superior (1×10^5 ufc/g) establecidos en la Norma Venezolana COVENIN

3124:2005 correspondiente a Fiambre. Tal y como se ha indicado anteriormente, es conveniente un bajo conteo de estos microorganismos dado el carácter indicador de las bacterias mesófilas aerobias con respecto a la calidad higiénico-sanitaria del alimento, siendo los altos conteos un riesgo potencial para el consumidor por la posible presencia de agentes patógenos (Zea y Ríos, 2004).

Los resultados obtenidos en el conteo de aerobios mesófilos para los fiambres de pollo y codorniz superan los valores encontrados por Márquez *et al.* (2006) de $2,52 \log_{10}$ ufc/g (equivalente a $3,31 \times 10^2$ ufc/g) para un producto tipo fiambre de pollo sin piel en la fórmula, y de $2,61 \log_{10}$ ufc/g (equivalente a $4,1 \times 10^2$ ufc/g) para el fiambre de pollo con piel añadida. También supera el valor reportado por Llovera (2004) de $1,7 \times 10$ ufc/g para un jamón cocido comercial recién salido del molde y al señalado por Ramos (2004) de 10 ufc/g para una espalda cocida con ahumado tradicional.

Los bajos conteos mencionados en otras investigaciones en comparación con los del presente trabajo podrían explicarse si se considera que el sistema de empaque fue en esos tres casos de modo automático y con aplicación de vacío, mientras que en el caso de los fiambres de pollo y codorniz el llenado de las mangas o tripas, aunque tomando todas las medidas de asepsia del caso, fue manual y sin la aplicación de vacío, todo lo cual genera condiciones para el desarrollo de los microorganismos sobrevivientes a la pasteurización. Sin embargo, a pesar de los procesos manuales involucrados, los resultados de los conteos de aerobios mesófilos no son excesivamente altos.

En relación a *E. coli* los resultados obtenidos son altamente satisfactorios, no superando el valor de 10 ufc/g establecido en la Norma Venezolana COVENIN 3124:2005, y coincidiendo con lo encontrado por Márquez *et al.* (2006) para el fiambre de pollo sin adición de piel y para el fiambre con la piel añadida, lo cual indica que no hay peligro de contaminación de origen fecal (Zea y Ríos, 2004).

La ausencia de *Salmonella* en los fiambres de pollo y codorniz coincide con lo exigido en la Norma Venezolana COVENIN 3124:2005, lo cual refleja, tal y como se ha señalado con anterioridad, prácticas adecuadas que van desde el manejo de los animales en la granja hasta la manufactura como tal de los fiambres.

Los resultados obtenidos para el conteo de mohos van desde valores inferiores a 10 ufc/g hasta el límite superior establecido por la Norma Venezolana COVENIN 3124:2005 de 1×10^3 ufc/g, siendo en la mayoría de los tratamientos valores superiores al encontrado por Ramos (2004) de menos de 10 ufc/g, pero explicándose este comportamiento por las mismas razones señaladas anteriormente en relación al método manual de empaquetado.

En cuanto al conteo de levaduras, en todos los tratamientos el valor no superó el límite inferior de 1×10^3 ufc/g establecido en la Norma Venezolana COVENIN para Fiambre, coincidiendo en el caso de algunos tratamientos con lo obtenido por Ramos (2004) para espalda cocida ahumada (<10 ufc/g).

Los conteos de *S. aureus* se encuentran entre los límites inferior (1×10^2 ufc/g) y superior (1×10^3 ufc/g) establecidos por la Norma Venezolana COVENIN 412:2005, aunque las medias aritméticas de algunos tratamientos superan ligeramente el límite superior.

Es importante mencionar que la microflora que se manifiesta en los análisis microbiológicos, es producto de una gran cantidad de factores entre los cuales se encuentra la manipulación del alimento, aspecto en el cual se ha hecho especial énfasis en la presente discusión. Este sería el principal factor a tomar en cuenta si con respecto a algunos trabajos mencionados se consideraran como constantes otros factores, como por ejemplo la carga microbiana de la materia prima, los aditivos empleados como conservantes y las concentraciones de los aditivos empleados como conservantes.

Los resultados obtenidos en todos los tratamientos revelan que se obtuvieron productos cárnicos con una calidad microbiológica aceptable, a pesar de haberse realizado a través de una metodología artesanal.

En el Cuadro 40 se observan los resultados de la evaluación sensorial de los fiambres, donde se aprecia en primer lugar que no hay diferencias significativas ($P > 0,05$) en el nivel de agrado que genera en el panelista el color de los productos. Esta falta de diferencias en el nivel de agrado de dicho atributo no significa necesariamente que al panelista le parecieran iguales entre sí, sino que aunque fueran diferentes, las muestras de fiambre gustaron por igual. Este mismo comportamiento lo observó Graner (1992) cuando elaboró fiambre de pechuga de pollo y fiambre de muslo de pollo,

encontrando que a pesar de la diferencia evidente en el color de ambos, el puntaje de la evaluación sensorial correspondiente al nivel de agrado fue el mismo en las dos muestras.

Cuadro 40. Evaluación sensorial de los fiambres de pollo y codorniz

TRATAM.	Olor	Color	Sabor	Sensación al masticar
T1	5,18 a	5,22 a	5,20 bc	5,13 ab
T2	4,78 b	5,02 a	4,84 c	5,07 ab
T3	5,18 a	5,31 a	5,64 a	5,42 a
T4	5,44 a	5,20 a	5,36 ab	5,31 a
T5	4,93 ab	4,67 a	4,76 c	4,73 b

-Media aritmética de los puntajes logrados por los tratamientos para cada atributo.

- Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Medias no paramétrica.

-TRAT.: Tratamiento.

-T1: fiambre de pollo (0% de reemplazo); T2: fiambre de pollo y codorniz 10% de reemplazo; T3: fiambre de pollo y codorniz 20% de reemplazo; T4: fiambre de pollo y codorniz 30% de reemplazo; T5: fiambre de pollo y codorniz 40% de reemplazo.

Considerando que según la escala utilizada mayores puntuaciones indican un mayor nivel de agrado, el análisis estadístico del olor, sabor y sensación al masticar parecen indicar una tendencia a un mayor nivel de agrado en los tratamientos T3 y T4, tendencia, sin embargo, que no es muy marcada.

Considerando que según la escala utilizada, a la calificación “Me gusta extremadamente” le corresponde el valor de 7, a la de “Me es indiferente” la de 4 y a la de “Me disgusta extremadamente” la de 1, se puede concluir que todos los tratamientos gustaron, y fue el calificativo de “Me gusta ligeramente” el que mejor logró expresar el nivel de agrado de los mismos.

Tal y como se mencionó en la sección correspondiente a la metodología utilizada, a partir de estos resultados se decidió comparar el fiambre cuyo tratamiento obtuvo los mayores niveles de agrado en los distintos atributos con un producto análogo comercial, siendo T3 el tratamiento seleccionado, el cual se comparó con un jamón de pollo de igual diámetro. Se empleó un jamón de pollo dado que actualmente en el mercado no suelen encontrarse fiambres de carne de aves.

Los resultados de la comparación entre el fiambre seleccionado y el producto comercial se encuentran en el Cuadro 41, donde se aprecia que no hubo diferencias en el nivel de agrado para ninguno de los atributos evaluados.

Cuadro 41. Evaluación sensorial de un fiambre de pollo y codorniz y un producto comercial

TRAT.	Olor	Color	Sabor	Sensación al masticar
Fiambre de pollo y codorniz	5,33 a	5,80 a	5,73 a	5,47 a
Producto comercial	5,76 a	5,40 a	5,80 a	5,36 a

-Media aritmética de los puntajes logrados por los tratamientos para cada atributo

- Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) de acuerdo a la Prueba de Signos de Wilcoxon

-TRAT.: Tratamiento.

-Fiambre de pollo y codorniz: T3

-Producto comercial: jamón de pollo

Estos resultados demuestran que un fiambre de pollo y codorniz con una alta proporción de CDM, puede ser aceptado sensorialmente por el consumidor de igual forma que un producto análogo comercial, siendo otros los factores que determinen su compra, tales como: precio, presentación, publicidad, ventajas nutricionales, etc.

Cálculo de costos

Determinación de producción mensual

Para poder calcular la producción de fiambres de una unidad de producción artesanal, se consideraron el tiempo y el número de personas involucradas en las siguientes actividades: obtención de la CDM, preparación de carne de pollo, pesaje de ingredientes y aditivos, preparación de salmuera y control de masajes y reposos, embutido, cocción y enfriamiento, tal y como se detalla en el Cuadro 42.

Asumiendo un rendimiento en la cocción del 100%, cargas de 2 kg, 10 kg/día y 21 días laborados/mes, se obtiene lo siguiente:

$$10 \text{ kg mezcla/día} \times 21 \text{ día/mes} \times 100 \text{ kg cocidos/100 kg mezcla} = 210 \text{ kg cocidos/mes}$$

Cuadro 42. Distribución del tiempo y del personal en la producción de fiambres

ACTIVIDAD	PERSONAL ASIGNADO	TIEMPO INVERTIDO (h)
Obtención de CDM	La CDM viene de otra línea	
Preparación de carne de pollo	A, B	2
Pesaje de ingredientes y aditivos	A	1
Preparación de salmuera y control de masajes y reposos	B	4
Embutido	A,B	1
Cocción	A	1
Enfriamiento	B	1

A y B corresponden a la identificación del personal (mano de obra directa) encargado de la actividad

Lo anterior indica que se producirían, bajo estas condiciones, 210 kg de fiambre/mes. Si se aumenta la capacidad de los equipos empleados, obviamente se incrementará el volumen de producción; sin embargo, para efectos del este ejercicio de cálculo de costos, se decidió considerar los equipos empleados en la ejecución experimental del presente trabajo.

Es necesario señalar que se han reflejado en el cuadro las principales actividades que realizarían las personas (identificadas como A y B) en la línea de producción; sin embargo, cuando para una actividad no aparezca uno de los operadores ya identificados, se asume que éste está apoyando al operador principal, o bien en actividades de organización y limpieza de su área de trabajo, antes y/o después de su labor, o en la actividad que le corresponde, la cual puede que sea realizada de manera simultánea con otra actividad.

Determinación de costos

En el Cuadro 43 se presenta un resumen de los costos totales de fabricación de los fiambres de pollo y codorniz para las cinco formulaciones establecidas.

Tal y como se puede observar, las diferencias entre los costos de los tratamientos están ubicadas en los Costos de Materia Prima, y en las Reparaciones; sin embargo, para una mejor comprensión de las cifras presentadas en dicho cuadro, a continuación se explicará brevemente el origen de las mismas.

Cuadro 43. Cálculo de costo total de fabricación de los fiambres de pollo y codorniz para los cinco tratamientos (20/01/2011)

	T1	T2	T3	T4	T5
COSTO DE PRODUCCIÓN O COSTO PRIMO (Bs/kg)					
Costo de materia prima (ingred, aditivos y empaque)	12,78	14,33	15,87	17,41	18,96
Costo de mano de obra directa	17,33	17,33	17,33	17,33	17,33
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	30,11	31,66	33,20	34,74	36,29
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN O GASTOS GENERALES (Bs/kg)					
Depreciación equipos	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29
Material de limpieza y desinfección	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86
Reparaciones	0,38	0,43	0,48	0,52	0,57
Gastos generales (papelería, dotación, electricidad, gas, teléfono)	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21
Agua para calentamiento y enfriamiento	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN (Bs/kg)	15,74	15,79	15,84	15,88	15,93
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN (Bs/kg)	45,85	47,45	49,04	50,62	52,22

Costo de producción

-Costo de materia prima.- Se incluyeron los costos directos de los materiales que van a ser parte del producto, es decir: la materia prima cárnica, materia prima no cárnica y empaques.

- o Materia prima cárnica.- Se consideró el precio de la carne de pierna+muslo de pollo en 11 Bs/kg, mientras que la CDM de codorniz en 39,07 Bs/kg, tal y como se dedujo anteriormente al realizarse la explicación de los costos de los nuggets.
- o Materia prima no cárnica.- La materia prima no cárnica está conformada por los aditivos (fosfatos, eritorbato, sal curante de nitrito) e ingredientes incorporados (sal, azúcar, almidón, concentrado de soya, carragenina y agua).

Al considerar la proporción de cada uno de estos ítems, la cantidad necesaria para obtener 1 kg de producto, un rendimiento del 100% durante la cocción y el costo de cada uno de los ítems, se obtiene el costo para producir 1 kg de fiambre, el cual fue de 9,14 Bs para T1, 10,69 Bs para T2, 12,23 Bs para T3, 13,77 Bs para T4 y 15,32 Bs para T5.

- o Material de empaque.- Se consideró el uso de una manga o tripa impermeable (cero merma) y una caja de cartón adicional que contendrá 20 fiambres de 1 kg cada uno.

Tomando en cuenta un precio de 1,76 Bs para la porción de empaque plástico correspondiente a 1 kg de producto, 0,03 Bs para cada uno de los dos sujetadores plásticos que se colocan a cada extremo de la pieza, 1,02 Bs para la etiqueta que se colocaría en el exterior de la tripa, 16 Bs para el costo de la caja de cartón (lo cual resultaría en 0,80 Bs/kg), el costo por kg de fiambre se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Costo material empaque} = (1,76+0,06+1,02+0,80) = 3,64 \text{ Bs/kg}$$

-Costo de mano de obra directa.- Tal y como se señaló anteriormente, para la producción de fiambres se consideró un total de 2 personas, dedicadas durante todo el mes a la elaboración de este producto, cada una con los mismos beneficios descritos para la producción de nuggets y de salchichas. De la sumatoria de dichos beneficios se obtiene un total de 1.820,05 Bs/mes para una persona, de lo que se deduce que para dos son 3.640,1 Bs/mes, cifra que dividida entre la producción mensual estimada de 210 kg/mes da como resultado 17,33 Bs/kg.

-Depreciación de equipos.- Se calculó la depreciación de los equipos, asumiendo una vida estimada de servicio de 5 años para los mismos. Los equipos considerados fueron:

- o Batidora eléctrica: Bs 700
- o Bandejas plásticas: Bs 100
- o Cucharas y cuchillos: Bs 500
- o Termómetro digital para altas temperaturas: Bs 150
- o Balanza (capac 200 g): Bs 900
- o Balanza (capac 2.000 g): Bs 200
- o Cocina: Bs 6.700
- o Recipiente de enfriamiento: Bs 200
- o Olla grande: Bs 2.000

- Molino de carne: Bs 5.250
- Embutidora: Bs 4.400
- Congelador (para materia prima): Bs 5.000
- Refrigerador (tipo vitrina): Bs 10.000
- Acondicionadores de aire 12.000 BTU 110 V (2 en total): Bs 5.400

La sumatoria del costo de los equipos fue de Bs 41.500, por lo que para obtener la depreciación por kg de CDM producido se toma en cuenta el tiempo de vida de servicio (60 meses) y el total de fiambre a ser producido como mínimo (210 kg/mes) a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Depreciación} = 41.500 \text{ Bs} / 60 \text{ meses} \times 1 \text{ mes} / 210 \text{ kg} = 3,29 \text{ Bs/kg}$$

-Material de limpieza y desinfección.- Este costo se calculó tomando en cuenta el costo reportado por una empresa de la industria cárnica, en el que se tiene un programa de limpieza y desinfección cuyo costo es de 3.900 Bs/mes. Si se considera la décima parte de ese costo (dada la diferencia en las proporciones entre la empresa en cuestión y la empresa artesanal que se está asumiendo), y se divide el mismo entre la cantidad de fiambre (kg) a ser producida mensualmente resulta:

$$\text{Costo limpieza y desinf.} = 390 \text{ Bs/mes} \times 1 \text{ mes} / 210 \text{ kg} = 1,86 \text{ Bs/kg.}$$

-Reparaciones.- Se consideró el mismo criterio empleado en el Experimento 2 y 3, es decir, el 3% de la sumatoria del costo de la materia prima y el material de empaque.

-Gastos generales (papelería, dotación, electricidad, agua, teléfono).- Estos gastos incluyen valores estimados mensuales de 300 Bs para papel, lápices y bolígrafos, 284 Bs de dotación de bata, gorro, tapaboca y botas, 400 Bs para electricidad, 100 Bs para agua de lavado, 200 Bs para servicio telefónico, y 20 Bs para gas, todo lo cual suma 1.304 Bs/mes, que dividido entre los 210 kg/mes de fiambre producido como mínimo resulta en 6,21 Bs/kg.

-Agua para calentamiento y enfriamiento.- Considerando que se emplee la misma porción de agua (potable) durante todo un día para calentar y para enfriar (ya que se usan tripas cero merma y la suciedad externa es reducida), utilizarían 5 L de agua para calentamiento (olla) y 5 L de agua para enfriamiento, lo cual resulta en 10 L de agua. Como se producen 10 kg de fiambre/día la equivalencia es de 1 L agua/kg fiambre, y con un costo de 4 Bs/L, resulta en 4 Bs/kg de fiambre producido.

A partir de la sumatoria de los costos de producción y de los costos indirectos de fabricación se obtiene el costo total de fabricación para cada uno de los tratamientos, observándose que éste oscila entre 45,85 (T1) y 52,22 Bs/kg (T5).

El costo de producción constituye la mayor parte del costo total de fabricación, ya que representa desde 65,67% para T1 hasta 69,49% para T5, lo cual indica un leve ascenso con el incremento en la inclusión de la CDM en la formulación. Por su parte, la proporción que representa los costos indirectos va desde 34,33% (T1) hasta 30,51% (T5), observándose un ligero decremento, debido a que la mayor parte de los costos indirectos son valores constantes en los cinco tratamientos y el costo total de fabricación se incrementa, variando solo las reparaciones que se estimaron como un porcentaje de la materia prima, aumentando el costo de reparaciones con la inclusión de CDM en la mezcla de los fiambres pero no de manera significativa como para generar incrementos importantes en los costos indirectos.

En relación al costo de la CDM con respecto al costo total de fabricación, representa valores que van desde 0% (T1) hasta 16,45% (T5), mientras que la carne de pollo osciló entre 13,19% (T1) y 6,95% (T5). Para reducir el costo de la CDM se podrían considerar los diferentes aspectos señalados anteriormente cuando se hizo la discusión de costos de los nuggets.

Con respecto al costo de la mano de obra, éste pasa a representar el 37,79% en T1 hasta el 33,19% en T5, apreciándose una disminución en la proporción con la inclusión de la CDM debido a que el monto de la mano de obra es un valor constante y el costo total de fabricación se incrementa en la medida en que se añade más CDM a la mezcla.

Al igual que se hizo con los nuggets y las salchichas, se efectuará un ejercicio teórico para evaluar si este tipo de producto podría competir con otros productos análogos ya existentes comercialmente en Venezuela, por lo cual se van a estimar algunas cifras a objeto de intentar responder esta interrogante, a pesar de que este aspecto no es uno de los objetivos de la presente investigación.

En primer lugar se estimará que el costo de venta y los gastos generales de administración corresponden juntos al 10% del costo total de fabricación, y que la ganancia el fabricante la ha

estimado en un 20% del costo total o costo final del producto (equivalente al 16,67% del precio de venta del producto), por lo tanto, los precios de venta oscilarían entre 60,52 Bs/kg (T1) y 68,93 Bs/kg (T5) sin el Impuesto al Valor Agregado (IVA), o bien entre 67,78 Bs/kg (T1) y 77,21 Bs/kg (T5) con IVA; sin embargo, para los siguientes cálculos se considerarán los precios con IVA de los productos comprendidos entre los tratamientos T2 (70,16 Bs/kg) y T5 (77,21 Bs/kg), ya que la idea es evaluar la posible situación en el mercado de los fiambres con CDM de codorniz, y como bien se sabe, T1 no la incluye.

En segundo lugar se considerarán tres marcas comerciales de productos análogos, como lo son los jamones cocidos de pollo. Actualmente en el país el fiambre que se comercialmente principalmente es el de cerdo, en una presentación de más de 3 kg, el cual se vende rebanado, mientras que los productos cárnicos de aves, más similares a los fiambres, en presentaciones de 500 g o de 1 kg de un diámetro similar al empleado en el presente trabajo, son los jamones de pollo, razones que explican la selección de este tipo de producto. Las tres marcas, que en lo sucesivo se denominarán Q, R y S, presentan un peso neto de 500 g, y precios de venta al público de 27,25, 35,9 y 25,5 Bs, respectivamente.

Al evaluar la información anterior, se puede obtener un estimado del precio que tendría cada kg de producto de las marcas Q, R y S, es decir, 54,5, 71,8 y 51 Bs/kg, respectivamente. Al compararlos con los correspondientes a T2 (70,16 Bs/kg) y a T5 (77,21 Bs/kg) se puede apreciar que solo la marca R supera el precio de venta de los fiambres con CDM de codorniz correspondientes a T2, y que la marca con menor precio es S, lo que indica que los fiambres de pollo y codorniz podrían competir contra las tres marcas basándose en la inclusión de un ingrediente adicional y poco común, como lo es la carne de codorniz, con una composición química que resalta en cuanto al bajo contenido graso, un contenido proteico similar al de otras marcas comerciales, con unas proporciones de hierro y de calcio que pudieran ser superiores a otros productos análogos existentes en el mercado, y con unas características microbiológicas y sensoriales adecuadas.

Con respecto a la proporción de grasa, la cual toman en cuenta muchos consumidores con un régimen alimenticio en el cual no pueden incluir grandes cantidades de la misma, en experiencias previas a este trabajo se analizó un fiambre de cerdo de una marca comercial venezolana, y se encontró que tenía 5,5% de grasa y 10,07% de proteína, el cual si se compara con los valores

correspondientes a T5 (1,33% de grasa y 12,48% de proteína) es evidente que el fiambre de pollo y codorniz ofrece menos grasa y más proteína, con las ventajas nutricionales que esto conlleva.

Por otro lado, al calcular el precio de venta correspondiente a 500 g de fiambre, se obtiene un precio estimado de 35,08 Bs para T2 y 38,61 Bs para T5, cifras que comparadas con las de las diferentes marcas señaladas permiten llegar a las mismas conclusiones anteriores.

Es necesario mencionar que la marca Q fue la seleccionada para ser realizada la evaluación sensorial del fiambre experimental elegido (T3) contra un producto análogo comercial, debiéndose su selección a que era del mismo diámetro, era con carne de pollo y con un sabor y aroma similar al del fiambre del presente trabajo, y tal y como se demostró anteriormente, no se encontraron diferencias en los niveles de agrado de los diferentes atributos, lo cual indica que a pesar de ser más costoso que la marca Q, el fiambre experimental sería sensorialmente aceptado si el público lo adquiere, gracias a una campaña publicitaria donde se resalte toda la información nutricional que lo favorezca en comparación con otros productos análogos.

Es importante destacar lo ya indicado en el caso de los nuggets y salchichas, en relación a que los costos de fabricación calculados en este ejercicio podrían ser inferiores si se toman una o varias medidas, como la disminución del costo de la CDM de codorniz, el incremento de los volúmenes de producción de fiambres, etc., todo esto con el mismo costo de mano de obra y sin aumentos importantes en los equipos utilizados, lo cual permitiría disminuir los precios de venta y competir así con otras marcas comerciales.

Conclusiones del Experimento 4

En relación a la composición química de los fiambres elaborados, no se encontraron diferencias entre los tratamientos en los contenidos de grasa y proteína, pero sí en el contenido de humedad y de cenizas, los cuales aumentaron con el incremento en los niveles de CDM de codorniz.

Los niveles de oxidación lipídica se consideran bajos, observándose una tendencia al incremento de las cifras con la inclusión de CDM en la fórmula.

El contenido de hierro y calcio se incrementó con el aumento en la proporción de CDM en los fiambres elaborados, al igual que los valores de pH.

En el almacenamiento refrigerado de los fiambres rebanados, hubo un incremento continuo en la pérdida de peso de todos los tratamientos.

El rendimiento por cocción para todos los tratamientos fue de 100%.

En relación al Análisis del Perfil de Textura (TPA), con el incremento de la CDM en la fórmula se observó una tendencia a la disminución en la dureza, y un aumento en la elasticidad.

Con respecto a los resultados microbiológicos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos para aerobios mesófilos, *S. aureus*, levaduras ni mohos, siendo en todos los tratamientos el contaje menor a 10 ufc/g para *E. coli* y comprobándose además la ausencia de *Salmonella*.

La evaluación sensorial reveló que en cuanto al color de los fiambres todos los tratamientos gustaron y lo hicieron en el mismo nivel de agrado, mientras que en cuanto al olor, sabor y textura T3 y T4 se destacaron, resaltando la puntuación obtenida por T3 para el sabor.

La evaluación sensorial también reveló que, al comparar T3 con un producto comercial análogo, no hubo diferencias en el nivel de agrado para el color, olor, sabor ni sensación al masticar, obteniéndose puntuaciones que indican que ambos productos gustaron.

El costo de fabricación de los fiambres estuvo en rango comprendido entre 45,85 (T1) y 52,22 Bs/kg (T5), sin embargo si se generan mayores volúmenes de producción y/o estrategias que permitan disminuir el costo de la CDM de codorniz, estas cifras pudieran ser inferiores, lo cual contribuiría a competir con otros productos comerciales análogos.

Con base en los resultados físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales de los productos elaborados, se concluye que los fiambres correspondientes a T3 pueden satisfacer las exigencias organolépticas del consumidor, sin poner en riesgo su salud por contaminación microbiológica,

siendo además una fuente adicional de hierro y calcio, una fuente de proteína (especialmente animal), y proporcionando un bajo consumo de grasa para aquellas personas que requieran que se cumpla con esta condición adicional.

VI. DISCUSIÓN GENERAL

En esta investigación se ha dejado claro desde los primeros planteamientos la razón por la que se usó carne de codorniz deshuesada mecánicamente y no manualmente. Ante la posible inquietud de conocer la razón del uso de carne de pollo (pierna+muslo) obtenida manualmente, y no CDM de pollo para el estudio de las sustituciones propuestas, se plantean principalmente dos razones: la primera es que la carne de muslo y pierna de pollo es una materia prima muy usada por la industria cárnica para la elaboración de diversos productos, y la segunda es que, si se hubiera optado por la CDM de pollo, se estaría elaborando un producto a base de CDM como materia prima cárnica exclusiva, lo cual no está previsto aún en la normativa venezolana para los productos planteados en la presente investigación, lo cual no quiere decir que a futuro no se pueda generar un planteamiento que permita su legalización. A estas dos razones hay que añadir lo encontrado en un estudio previo por Cori (2009a), donde se comparó la extracción de proteínas miofibrilares de carne de pechuga y de pierna+muslo de pollo, gallina y codorniz, determinándose que los valores de extracción de la pierna +muslo del pollo superan los valores de la pierna+muslo de codorniz y de gallina, mientras que no hay diferencias importantes entre la proteína extraída de la pechuga de las tres aves, cuyos valores fueron inferiores a los de la pierna+muslo en los tres casos. Realmente no se podrían predecir todas las características de nuggets, salchichas y fiambres elaborados con una mezcla de CDM de pollo y CDM de codorniz, por lo cual se tendrían que llevar a cabo nuevos experimentos que permitan responder a estas interrogantes.

En relación al procedimiento de elaboración de los productos desde el punto de vista artesanal se pudo observar que el que presenta mayor sencillez es el de los fiambres y de mayor complejidad es el de los nuggets, quedando el de salchicha en un nivel intermedio. Los criterios seguidos para dicha calificación fueron el número de pasos, el tiempo que toma cada paso, la variedad de controles de tiempo y temperatura, el número de ingredientes y aditivos usados, y la cantidad de equipos requeridos, recomendándose en principio la elaboración de fiambres si se quieren obtener productos el mismo día, con un bajo nivel de complejidad y con el menor número de personas encargadas. En el caso de los nuggets hay que añadir los riesgos involucrados en la labor de cocción en aceite, paso donde se requieren precauciones especiales, sobre todo cuando es necesario el cambio del volumen de aceite que se está empleado; sin embargo, en el caso de los nuggets una de las ventajas sería el

uso de condimentos sin la incorporación de aditivos de delicada manipulación como el caso de la sal curante de nitrito.

La sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz no generó cambios en las características microbiológicas de ninguno de los productos elaborados con base en los contajes de aerobios mesófilos, *S. aureus*, mohos, levaduras, *E. coli* y Salmonella, lo cual puede ser debido a varios factores: similitud de contajes entre las dos materias primas cárnicas, (los cuales además fueron relativamente bajos), las medidas de higiene tomadas para la manipulación de cada materia prima y para la ejecución de cada uno de los pasos de la fabricación, los tratamientos térmicos y posterior almacenamiento a baja temperatura de los productos y la influencia de los diversos ingredientes y aditivos no cárnicos.

En los nuggets, salchichas y fiambres elaborados, hubo un incremento significativo en los contenidos de hierro y calcio con el incremento de la proporción de CDM en la fórmula, lo cual pudiera constituir una ventaja nutricional de estos nuevos productos en comparación con otros existentes en el mercado.

Con respecto a los niveles de oxidación lipídica, fue evidente su incremento en los tres productos elaborados en la medida en que el contenido de CDM fue mayor. Al comparar las cifras con los de otros trabajos, se observó que los valores de la presente investigación eran mucho más bajos, lo cual se atribuyó a diversas razones entre las que se encuentran el perfil de ácidos grasos de la carne, la formulación de los productos y el método empleado para la determinación de TBARS.

En el caso de las salchichas y de los fiambres, en la medida en que se incorporó la CDM de codorniz a la fórmula, aumentaron los contenidos de humedad y cenizas, y permanecieron constantes los niveles de proteína y grasa, lo cual es lógico dada la similitud en los valores de proteína y grasa de la carne de pollo y la CDM de codorniz. Sin embargo, en el caso de los nuggets precocinados, no hubo cambios significativos en los contenidos de humedad, cenizas ni proteína, y en el caso de la grasa no se evidenció una tendencia concreta, todo lo cual puede ser debido al complejo intercambio de materia que se lleva a cabo cuando se coloca el nugget formado, rebozado y empanado en el aceite caliente durante 30 segundos.

El análisis de perfil de textura reveló tendencias diferentes para los tres productos evaluados, ya que mientras que en los nuggets el único cambio con la incorporación de CDM fue en la elasticidad (que se incrementó), en las salchichas hubo una disminución en los cuatro parámetros evaluados y en los

fiambres los únicos cambios fueron una disminución en la dureza y un aumento en la elasticidad, todo lo cual revela que la interacción de la materia prima cárnica con los distintos ingredientes y aditivos empleados en cada uno de los productos, bajo las diferentes circunstancias de procesamiento, generaron esta variedad de respuestas ante los mismos niveles de sustitución. No obstante, en el caso del fiambre es necesario señalar que se utilizó una proporción de carne inferior a la empleada en los casos de los nuggets y de las salchichas, con el fin de utilizar proporciones más cercanas a algunas fórmulas comerciales y generar productos con características de textura similares a los existentes en el mercado.

En el caso de los tres productos elaborados se observó un incremento en el pH de la mezcla antes de los procesos térmicos, con el incremento de los niveles de sustitución planteados; sin embargo, esta diferencia de pH no generó cambios evidentes en la pérdida de agua durante el proceso de cocción de las salchichas y los fiambres.

La pérdida de peso de los productos durante el almacenamiento fue muy evidente en el caso de las salchichas refrigeradas y los fiambres, observándose en las salchichas congeladas mermas de peso de menor magnitud, mientras que en el caso de los nuggets no se encontró una tendencia concreta.

En relación a la evaluación sensorial, las respuestas generadas por los panelistas fueron diferentes para los tres productos. En el caso de los nuggets no hubo diferencias en el nivel de agrado para todos los atributos; en las salchichas solo en el olor de las mismas no hubo diferencias en el nivel de agrado, mientras que en el color, sabor y sensación al masticar se generaron respuestas que llevaron a que T4 se destacara y fuera comparado luego con una salchicha comercial, con la cual no hubo diferencia en la respuesta del panel en los atributos evaluados. En relación a los fiambres, en el color no hubo diferencias en el nivel de agrado, pero las respuestas generadas para el olor, el sabor y la sensación al masticar permitieron seleccionar a T3 para su comparación con un producto cárnico análogo, donde no hubo diferencias en cuanto al nivel de agrado en ninguno de los atributos. Vale la pena resaltar en este punto, que la escasa dureza de la salchicha y del fiambre de T5 parece haber conducido al panel de catación a manifestar un bajo nivel de agrado en dicho tratamiento.

El bajo contenido de mioglobina de la carne de pollo explica que la mayoría de los productos comerciales sean de color pálido, por lo que la adición de una materia prima que incorpore una mayor proporción de mioglobina y de hemoglobina (CDM) pudiera favorecer el color, cuando la

palidez sea una característica indeseable, además de aumentar su valor nutricional debido al hierro y calcio que se está incorporando. En el caso de las salchichas (comparación entre los cinco tratamientos) se hizo muy evidente la preferencia por las muestras con color más rojo y oscuro.

La evaluación de las propiedades funcionales de las materias primas cárnicas estudiadas permitió su caracterización, y tener una posible idea de su comportamiento en un producto cárnico, lo cual generó cierta seguridad en la elaboración de las salchichas cuando se determinó que no había diferencias en la capacidad emulsificante de las dos carnes. De igual manera, la mayor capacidad de la CDM de codorniz de retener agua (en carne no sometida a cocción) permitió pensar en la garantía de que la CDM se mezclaría adecuadamente con agua o con soluciones salinas durante el procesamiento de los productos. Con respecto a la capacidad gelificante, la mayor facilidad de penetración del cono en el gel de CDM, permitió comprender posteriormente la disminución de la dureza observada en dos geles elaborados: la salchicha y el fiambre, mientras que en el caso del nugget no hubo efecto de la inclusión de la CDM en dicho parámetro, con lo cual se concluye que no se puede predecir el comportamiento de una materia prima tan solo con la evaluación de una propiedad, ya que en un producto cárnico dicha materia prima tendrá interacciones con ingredientes y aditivos y se verá además sometida a procesos que pueden ser diferentes a los del ensayo donde se evalúa la propiedad funcional.

En el caso de los tres productos elaborados, el análisis de costo arrojó como resultado en primer lugar que el costo de fabricación se incrementa con el aumento de la CDM de codorniz en la fórmula, y en segundo lugar que el costo de producción representa la mayor parte del costo de fabricación, teniendo la mano de obra un peso importante, debido a que los volúmenes de producción mensuales no son muy elevados; sin embargo, con el uso de equipos de mayor capacidad, y/o empleando codornices seleccionadas para la producción de carne (y no el macho de la codorniz ponedora) el costo de fabricación podría disminuir, pudiendo así competir los productos de pollo y codorniz más favorablemente con productos análogos de marcas comerciales existentes en el país. Por otro lado, si se calculan los rendimientos de cada producto con respecto a 100 g de materia prima cárnica, se obtienen valores de 177,9% para los nuggets, 150,9% para las salchichas y 181,8% para los fiambres, evidenciándose así que hubo una ganancia de peso con respecto a la carne como materia prima, lo cual es de interés para el procesador de alimentos que busca ofrecer productos que le permitan generar ganancias para fortalecer su actividad productiva.

VII- CONCLUSIONES

Se obtuvo carne de codorniz deshuesada mecánicamente, con un rendimiento de 50,25% con respecto a las canales que le dieron origen, y al compararla con carne de pollo se observaron mayores contenidos de humedad, cenizas, hierro y calcio, sin diferencias en los niveles proteico y lipídico, presentando la CDM un color más rojo y oscuro, de mayor pH, siendo superior sus contenidos de mioglobina, hemoglobina y la solubilidad de sus proteínas sarcoplasmáticas. Su calidad microbiológica fue aceptable siendo inclusive inferior el contaje de aerobios mesófilos a la carne de pollo.

La CDM de codorniz tiene una mayor capacidad de retención de agua, una menor capacidad gelificante y no tiene diferencias con la capacidad emulsificante con respecto a la carne de pollo.

Se logró el uso de un subproducto de la coturnicultura en Venezuela, como lo es la canal de la codorniz macho, generándose diversos productos cárnicos que pueden ser elaborados tanto a nivel artesanal como industrial, y obteniéndose también información científica y tecnológica en relación a éstos.

En el caso de las salchichas y de los fiambres, en la medida en que se incorporó la CDM de codorniz a la fórmula, aumentaron los contenidos de humedad y cenizas, y permanecieron constantes los niveles de proteína y grasa; en el caso de los nuggets precocinados, no hubo cambios significativos en los contenidos de humedad, cenizas ni proteína, mientras que en el caso de la grasa no se evidenció una tendencia concreta.

En los nuggets, salchichas y fiambres elaborados, hubo un incremento significativo en los contenidos de hierro y calcio con el aumento de la proporción de CDM en la fórmula, lo cual pudiera constituir una ventaja nutricional de estos nuevos productos.

Los niveles de oxidación lipídica se incrementaron ligeramente en la medida en que el contenido de CDM fue mayor, y en general las cifras no fueron elevadas.

El análisis de perfil de textura reveló tendencias diferentes para los tres productos evaluados.

La sustitución de carne de pollo por CDM de codorniz no generó cambios en las características microbiológicas de ninguno de los productos elaborados con base en los contajes de aerobios mesófilos, *S. aureus*, mohos, levaduras, *E. coli* y Salmonella.

El análisis sensorial indicó respuestas distintas para los tres productos, ya que en el caso de los nuggets no hubo diferencias en el nivel de agrado de los cinco tratamientos para todos los atributos, en el caso de las salchichas las diferencias en la respuesta de los panelistas llevaron a que se destacara T4, mientras que el nivel de agrado generado en los fiambres condujeron a que se destacara T3.

La evaluación sensorial de la salchicha y el fiambre experimental seleccionados para ser comparados con productos comerciales análogos, no reveló diferencias en el nivel de agrado.

El costo de fabricación se incrementa con el aumento de la CDM de codorniz en la fórmula, sin embargo si se logra reducir el costo de la CDM y se producen mayores volúmenes de cada producto se podrían lograr precios de venta para competir en el mercado contra productos análogos, los cuales pueden tener, tal y como se observó, precios de venta inferiores o superiores a los estimados en el presente trabajo.

VIII- RECOMENDACIONES

Evaluar la capacidad de gelificación de la CDM con equipos y técnicas más apropiadas que permitan su comparación con la carne de pollo y con otros trabajos de investigación.

Efectuar estudios de vida útil de estos y otros productos elaborados a partir de carne de codorniz.

Realizar investigaciones donde se elaboren y evalúen productos cárnicos con mayores niveles de incorporación de CDM de codorniz.

Evaluar productos con incorporación de CDM de pollo, de pavo o de codorniz, usando la misma proporción de materia prima cárnica, para poder verificar las ventajas de la CDM de codorniz con respecto a otras existentes comercialmente en el país.

Generar análisis de costos ajustados a los volúmenes de producción que cada empresa pretenda asumir, y a las nuevas realidades en cuanto a precios y salarios en el país.

Dar a conocer a pequeños y grandes productores de codornices, así como a la industria del procesamiento de la carne de aves, las opciones y ventajas que existen con el procesamiento de la canal de codorniz.

Promover entre los productores la adquisición o la fabricación de equipos para obtener CDM de codorniz.

Estudiar los posibles usos del residuo óseo obtenido con la generación de la CDM tomando en cuenta su uso en alimentos destinados al consumo humano o animal.

IX- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abugoch, L., A. Guarda, L. Pérez y M. Donghi. 2000. Caracterización funcional y bioquímica de la carne de manto de jibia (*Dosidicus gigas*). Arch. Latin. Nutr. 50(4): 380-386.
- Adams, M. y M. Moss. 1997. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. España. 464 pp.
- Almeida, M., E. Oliveira, P. Ramos, N. Veiga y K. Dias. 2002. Growth performance of meat male quails (*Coturnix sp.*) of two lines under two nutritional environments. Arch. Vet. Sci. 7(2): 103-108.
- Al-Najdawi, R. y B. Abdullah. 2002. Proximate composition, selected minerals, cholesterol content and lipid oxidation of mechanically and hand-deboned chickens from the Jordanian market. Meat Sci. 61(3): 243-247. [Abstract].
- Alvarado, C. y A. Sams. 2004. Turkey carcass chilling and protein denaturation in the development of pale, soft, and exudative meat. Poult. Sci. 83: 1039-1046.
- Álvarez, D., M. Castillo, M. Garrido, S. Bañón, G. Nieto, P. Díaz y F. Payne. 2007. Efecto de la composición y el tiempo de procesado sobre las propiedades tecnológicas y ópticas de las emulsiones cárnicas. An. Vet. 23: 25-34.
- American Oil Chemists' Society. 2009. AOCS Official Method Cd 19-90.
- Andrés, A. y J. Ruiz. 2001. Tecnología del salazonado del jamón ibérico. Cap. 8. En: Tecnología del Jamón Ibérico. Ventanas, J. (Ed.). Ediciones Mundi-Prensa, España. pp. 227-253.
- Andrés, S., N. Zaritzky y A. Califano. 2009. Innovations in the development of healthier chicken sausages formulated with different lipid sources. Poult. Sci. 88: 1755-1764.
- Ang, C. y D. Hamm. 1982. Proximate analyses, selected vitamins and minerals and cholesterol content of mechanically deboned and hand-deboned broiler parts. J. Food Sci. 47: 885-888.
- Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. España. pp. 47-48.
- Archile, A., Y. Barboza, P. Izquierdo y E. Márquez. 1999. Composición química y microbiológica de la carne de pollo deshuesada mecánicamente. Rev. Cient., FCV-LUZ. 9(4): 276-281.
- Arocha, P. 1996. Introducción a la evaluación sensorial de los alimentos. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Universidad de Oriente. 201 pp.
- Babji, A., G. Froning y L. Satterlee. 1980. The protein nutritional quality of mechanically deboned poultry meat as predicted by C-PER assay. J. Food Sci. 45: 441-443.
- Badui, S. Lípidos. Cap. 4. En: Badui, S. (Ed.). 2006. Química de los alimentos. Cuarta edición. Pearson Educación, México. pp. 245-300.
- Baker, R., J. Darfler y D. Vadehra. 1970. Effect of pH on the quality of chicken frankfurters. J. Food Sci. 35(5): 693-695.

- Ballarín, E. y J. Rosanas. 1992. Los costes en la toma de decisiones. En: Plaza & Janés Editores, S.A. La Empresa. Dirección y Administración. Curso de contabilidad y finanzas. Vol III. Sistema de costes y control. España. 300 pp.
- Barbut, S. 1993. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Res. Intern.* 26: 39-43.
- Barbut, S. y P. Somboonpanyakul. 2007. Effect of crude malva nut gum and phosphate on yield, texture, color and microstructure of emulsified chicken meat batter. *Poult. Sci.* 86: 1440-1444.
- Benítez, B., E. Márquez, Y. Barboza, P. Izquierdo y B. Arias-Muñoz. 2000. Formulación y características de productos cárnicos elaborados con subproductos de la industria animal. *Rev. Cient., FCV-LUZ.* 10(4): 321-327.
- Bianchi, M., M. Petracci y C. Cavani. 2006. The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. *Poult. Sci.* 85: 123-128.
- Bonato, P.; Perlo F.; Teira, G.; Fabre, R. y Kueider S. 2006a. Nuggets formulados con carne de ave mecánicamente recuperada y lavada: estabilidad durante el almacenamiento en congelación. *Ciencia y Tecnología Alimentaria.* 5(2): 112-117.
- Bonato, P.; Perlo F.; Teira, G.; Fabre, R. y Kueider S. 2006b. Características texturales de nuggets de pollo elaborados con carne de ave mecánicamente recuperada en reemplazo de carne manualmente deshuesada. *Ciencia, Docencia y Tecnología.* XVII (32): 219-239.
- Bregendahl, K., J. Sell y D. Zimmerman. 2002. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. *Poult. Sci.* 81: 1156-1167.
- Caron, N., F. Minvielle, M. Desmarais y L. Poste. 1990. Mass selection for 45-day body weight in japanese quail : selection response, carcass composition, cooking properties, and sensory characteristics. *Poult. Sci.* 69: 1037-1045.
- Chacón, A. y M. Pineda. 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "Crottin de Chavignol". *Agronomía Mesoamericana.* 20(2) 297-309.
- Cheftel, J. y Cuq, J. Aminoácidos, péptidos y proteínas. Cap 5. En: Fennema, O. (Ed.) 1993. *Química de los alimentos.* Editorial Acribia, S.A.España. pp. 275-410 .
- Cheftel, J., J. Cuq y D. Lorient. 1989. *Proteínas alimentarias.* Editorial Acribia. España. 346 pp.
- Cherian, G., R. Selvaraj, M. Goeger y P. Stitt. 2002. Muscle fatty acid composition and thiobarbituric acid-reactive substances of broilers fed different cultivars of sorghum. *Poult. Sci.* 81: 1415-1420.
- Chinprahast, N., D. Kuakpetoon y P. Aunarat. 1997. Utilization of mechanically deboned chicken meat in the development of chicken nuggets. *Food processing and preservation.* 30(2): 255-268. [Abstract].
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 743: 2002. Aceite de maíz. Cuarta revisión. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 5 pp.

- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1292-04. Aislamiento e identificación de *Staphylococcus aureus* en alimentos. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 13 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 902-87. Alimentos. Método para recuento de colonias bacterias aerobias en placas de petri. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 5 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 3276-97. Alimentos. Recuento de coliformes y de *Escherichia coli*. Método en placa con películas secas rehidratables (Petrifilm). Segunda revisión. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 6 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1291-88: Alimentos. Aislamiento e identificación de *Salmonella*. Primera revisión. Ministerio de Fomento. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 33 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 2407-86. Aves. Definiciones e identificación de las piezas de una canal. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 4 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). NVF 3762:2007. Carne deshuesada mecánicamente. Requisitos. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 4 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1218-80. Carne y productos cárnicos. Determinación de nitrógeno. Primera Revisión. Ministerio de Fomento. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 12 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 3124: 2005. Fiambre. Tercera revisión. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 9 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). NVF 2127:2007. Hamburguesa. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 5 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1337-90. Método para recuento de Mohos y Levaduras. Caracas-Venezuela. 6 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1944: 2005. Mortadela. Tercera revisión. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 9 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 2343-86: Pollo beneficiado. Ministerio de Fomento. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 6 pp.
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 412: 2005. Salchicha cocida. Tercera revisión. Publicaciones de Fondonorma. Caracas-Venezuela. 10 pp.
- Cori, M., V. De Basilio, R. Figueroa, C. Michelangeli, R. Galíndez y J. García. 2009. Efecto de la edad de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) y del aturdimiento eléctrico al momento del beneficio sobre las características de la canal. *Zoot. Trop.* 27(2): 175-185.

- Cori, M. 2008a. Efecto de la edad de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) y del aturdimiento eléctrico al momento del beneficio sobre las características fisicoquímicas de la carne. Trabajo de grado presentado para optar el título de Magíster Scientiarum en Producción Animal. Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. 81 pp.
- Cori, M. 2008b. Caracterización de algunos procesos y productos en la empresa ALFRIO. Informe de Pasantía. Doctorado en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía, UCV. 68 pp.
- Cori, M. 2009a. Evaluación de la solubilidad proteica y del contenido de hemoproteínas de la carne de algunas aves. Informe de Problema Especial. Doctorado en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía, UCV. 35 pp.
- Cori, M. 2009b. Efecto de la incorporación de carne deshuesada mecánicamente de diferente origen en la formulación de nuggets de pollo sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas. Informe de Problema Especial. Doctorado en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía, UCV. 33 pp.
- Cortinas, L., A. Barroeta, C. Villaverde, J. Galobarat, F. Guardiola y M. Baucells. 2005. Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: lipid oxidation. *Poult. Sci.* 84: 48-55.
- Crawford, D., D. Law y J. Babbitt. 1972. Nutritional characteristics of marine food fish carcass waste and machine-separated flesh. *J. Agr. Food Chem.* 20(5): 1048-1051.
- De Basilio, V. 1989. Efectos de los aceites crudo y semi refinado de palma, palmiste, maíz y grasa de cerdo sobre el comportamiento productivo, composición de la canal y lípidos sanguíneos en pollos de engorde. Trabajo de grado presentado para optar el título de Magíster Scientiarum en Producción Animal. Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. 81 pp.
- De Basilio V., M. Romero y R. Galíndez. 2005. Manejo teórico-práctico sobre producción de codorniz a nivel de granjas integrales. Material de apoyo del curso. Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía, UCV. 31 pp.
- De Campos, H. 1983. Estadística Experimenta No Paramétrica. Cuarta Edición. Piracicaba. Sao Paulo-Brasil. pp 234-333.
- Delgado, M. y C. Valbuena. 2006. Estudio de la vida útil de salchichas de pollo tipo superior y tipo económica producidas por una empresa del Estado Aragua. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 136 pp.
- Demos, B. y R. Mandigo. 1995. Composition and chemistry of mechanically recovered beef neck-bone lean. *J. Food Sci.* 60(3): 576-579.
- Desmond, E., T. Kenny, P. Ward y D. Sun. 2000. Effect of rapid and convetional cooling methods on the quality of cooked ham joints. *Meat Sci.* 56: 271-277.

- Diccionario de la Real Academia Española. 2001. Vigésima Segunda Edición. [En línea]: <http://www.rae.es/> [08/01/2011].
- Dogan, S., S. Sahin y G. Sumnu. 2005. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. *J. Food Engineering*. 71: 127-132.
- Doyle, M. y M. Erickson. 2006. Reducing the carriage of foodborne pathogens in livestock and poultry. *Poult. Sci.* 85: 960-973.
- Farouk, M., K. Wieliczko, R. Lim, S. Turnwald y G. MacDonald. 2002. Cooked sausage batter cohesiveness as affected by sarcoplasmic proteins. *Meat. Sci.* 61: 85-90
- FENAVI (Federación Nacional de Avicultura de Venezuela). Boletín N° 18. Alavista N° 4, Año 16. Marzo/Abril 2006. Población Semoviente Avícola Nacional 2.005. [En línea]: http://www.avicolatina.org/boletin/ala22/popup22/estad_vene.htm. [3/11/2006].
- Fennema, O. 1993. Química de los alimentos. Editorial Acribia, S.A., España, pp. 315-349.
- Fernández, J., J. Pérez-Álvarez y J. Fernández-López. 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chem.*59(3): 345-353.
- Field, R. 1981. Mechanically deboned red meat. *Adv. Food Res.* 27: 23-107.
- Fleming, B., G. Froning y T. Yang. 1991. Heme pigment levels in chicken broilers chilled in ice slush and air. *Poult. Sci.* 70: 2197-2200.
- Fletcher, D., M. Qiao y D. Smith. 2000. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poult. Sci.* 79: 784-788.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2002. Human vitamin and mineral requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand. [En línea]: <http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.HTM> [18/11/2010].
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2005. Proposed draft recommended international code of practice for the processing and handling of quick frozen foods. [En línea]: ftp://ftp.fao.org/codex/Circular_letters/CXcl2005/cl05_39e.pdf [14/11/2008].
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2011. Food Consumption Pattern of Main Food Items. Última actualización 13/09/2011. [En línea]: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/fs-data/ess-fadata/en/> [17/07/2011].
- Forrest, J., E. Aberig, H. Hedrick, M. Judge y R. Merkel. 1979. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Editorial ACRIBIA. España. 355 pp.
- Fox, B. y A. Cameron. 2004. Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. México. 457 pp.
- Frey, W. Fabricación fiable de embutidos. 1983. Editorial Acribia S.A. pp. 66-101.
- Froning, G. 1970. Poultry meat sources and their emulsifying characteristics as related to processing variables. *Poult. Sci.* 49: 1625-1631.

- Froning, G. 1979. Characteristics of bone particles from various poultry meat products. *Poult. Sci.* 58: 1001-1003.
- Froning, G. 1981. Mechanical deboning of poultry and fish. *Adv. Food Res.* 27: 109-147.
- Froning, G. 1995. Color of poultry meat. *Poult. and Avian Biol. Rev.* 6(2): 83-93.
- Froning, G., G. Arnold, R. Mandigo, C. Neth y T. Hartung. 1971. Quality and storage stability of frankfurters containing 15% mechanically deboned turkey meat. *J. Food Technol.* 36: 974-978.
- Gall, K., W. Otwell, J. Koburger y H. Appledorf. 1983. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. *J. Food Sci.* 48: 1068-1074.
- Gálvez, A., I. Flores y A. Farrés González. 2006. Proteínas. Cap. 3. En: *Química de los alimentos*. Badui, S. (Ed.). Cuarta Edición. Pearson Educación de México. pp. 119-244.
- García, A., P. Izquierdo, S. Uzcátegui-Bracho, J. Faría, M. Allara y A. García. 2005. Formulación de salchichas con atún y carne: vida útil y aceptabilidad. *Rev. Cient., FCV-LUZ* 15(3): 272-278.
- Genchev, A., S. Ribarski, G. Afanasjev y G. Blohin. 2005. Fattening capacities and meat quality of japanese quails of faraón and white english breeds. *J. Cent. Europ. Agric.* 6(4): 495-500.
- Gimeno, O., D. Ansorena, I. Astiasarán y J. Bello. 2000. Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture. *Food Chem.* 69: 195-200.
- González, M., H. Suárez y O. Martínez. 2009. Relación entre las características fisicoquímicas y sensoriales em jamón de cerdo durante el proceso de cocción y temperatura de almacenamiento. *Vitae.* 16(2): 183-189.
- Gordon, V. 2009. Efecto del tipo de alimento terminador sobre las características fisicoquímicas de la carne de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 31 pp.
- Graner, M. 1992. Elaboracao de fiambres com as carnes branca e escura de frango. *Scient. Agric.* 49(1): 167-172.
- Grau, A., F. Guardiola, S. Grimpa, A. Barroeta y R. Codony. 2001. Oxidative stability of dark chicken meat frozen storage: influence of dietary fat and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Poult. Sci.* 80: 1630-1642.
- Grossklaus, D. 1979. Inspección Sanitaria de la carne de ave. Editorial Acribia. España. 354 pp.
- Grunden, L. y J. Mac Neil. 1973. Examination of bone content in mechanically deboned poultry meat by EDTA and atomic absorption spectrophotometric methods. *J. Food Sci.* 38(4): 712-713.
- Grunden, L., J. Mac Neil y P. Dimick. 1972. Poultry product quality: chemical and physical characteristics of mechanically deboned poultry meat. *J. Food Sci.* 37: 247-249.
- Guerra, M., G. Andújar, R. Santos y M. Martín. 2003. Carnes de aves y cerdo deshuesadas mecánicamente: obtención, características y utilización. Editorial Universitaria. Cuba. 138 pp.

- Guerra, M., M. Martín, C. Valladares, R. De Hombre y E. Berrero. 1997a. Algunas características de los nuggets de pollo. *Alimentaria*. 282: 89-91. [Abstract].
- Guerra, M., M. Martín, C. Valladares, M. García, C. Fernández, C. Casals y Z. Frometa. 1997b. Uso de la carne recuperada mecánicamente de ave en jamón cocido: influencia en la calidad sensorial y textura. *Alimentaria*. 288: 95-97 [Abstract].
- Hamm, D. y C. Ang. 1982. Nutrient composition of quail meat from three sources. *J. Food Sci.* (47): 1613-1617.
- Harding, H. y P. Zeuthen. 1988. The influence of mechanically deboned meat and pH on the water-holding capacity and texture of emulsion type meat products. *Meat Sci.* 22: 189-201.
- Isaza, J., L. Londoño, D. Restrepo, M. Cortes y H. Suárez. 2010. Producción y propiedades funcionales de plasma de bovino hidratado en embutido tipo salchichón. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 23(2): 199-206.
- Izquierdo, P., A. García, M. Allara, E. Rojas, G. Torres y P. González. 2007. Análisis proximal, microbiológico y evaluación sensorial de salchichas elaboradas a base de cachama negra (*Colossoma macropomum*). *Rev. Cient., FCV-LUZ*. 17(3): 294-300.
- Jiménez, F., A. Carrascosa, G. Barreto, P. Fernández y J. Carballo. 1996. Chopping temperature effects on the characteristics and chilled storage of low- and high-fat pork bologna sausages. *Meat Sci.* 44(1-2): 1-9.
- Jin, S., I. Kim, H. Jung, D. Kim, Y. Choi y S. Hur. 2007. The development of sausage including meat from spent laying hen surimi. *Poult. Sci.* 86: 2676-2684.
- Juárez, M., M. Alfaro y N. Sammán. 2004. Nutrients retention factors of deep-fried milanesas. *J. Food Composition and Analysis*. 17: 119-124.
- Karakaya, M., C. Saricoban y M. Yilmaz. 2004. The effect of various types of poultry pre- and post-rigor meats on emulsification capacity, water-holding capacity and cooking loss. *Eur. Food Res. Tech.* 220 (3-4): 283-286 [Abstract].
- Karakaya, M., C. Saricoban y M. Yilmaz. 2006. The effect of mutton, goat, beef and rabbit-meat species and state of rigor on some technological parameters. *J. Muscle Food*. 17(1): 56-64.
- Khan, A., L. Van Den Berg y C. Lentz. 1963. Effects of frozen storage on chicken muscle proteins. *J. Food Sci.* 28(4): 425-430.
- Kiessling, K. 1977. Muscle structure and function in the goose, quail, pheasant, guinea hen and chicken. *Comp. Biochem. Physiol.* 57B: 287-292.
- Kirkpinar, F. e I. Oguz. 1995. Influence of various dietary protein levels on carcass composition in the male Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *British Poult. Sci.* 36: 605-610.
- Koolmees, P., P. Bijeker, J. Van Logtestijn y J. Tuinstra-Melgers. 1986. Histometrical and chemical analysis of mechanically deboned pork, poultry and veal. *J. Animal Sci.* 63: 1830-1837.

- Kranen, R., T. Van Kuppevelt, H. Goedhart, C. Veerkamp, E. Lambió y J. Veerkamp. 1999. Hemoglobin and mioglobin content in muscles of broiler chickens. *Poult. Sci.* 78: 467-476.
- Kumar, S., J. Wismer-Pedersen y C. Caspersen. 1986. Effect of raw materials, deboning methods and chemical additives on microbial quality of mechanically deboned poultry meat during frozen storage. *J. Food Sci. Tech.* 23: 217-220.
- Lambooi, E., C. Pieterse, S. Hillebrand y G. Dijksterrhuis. 1999. The effects of captive bolt and electrical stunning and restraining methods on broiler meat quality. *Poult. Sci.* 78: 600-607.
- Latham, M. 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y Nutrición N° 29. [En línea]: <http://www.fao.org/DOCREP/006/W0073S/w0073s0e.htm#bm14x> [22/09/2008].
- Lázaro, R., M. Serrano y J. Capdevila. 2005. Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices. En: XXI Curso de Especialización FEDNA. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid, 42 pp. [En línea]: http://www.wpsa-aece.com/img/informacion/24_05_18_CAP_XV.pdf [03/11/2006]
- Lee, Y., G. Aarhus, J. Kirkpatrick, D. Berner y R. Forsythe. 1975. Mechanism of lipid oxidation in mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* 40: 964-967.
- Lee, T., S. Williams, D. Sloan y R. Littell. 1997. Development and evaluation of a chicken breakfast sausage manufactured with mechanically deboned chicken meat. *Poult. Sci.* 76: 415-421.
- Lerena, C. 2001. La elaboración de alimentos empanados supercongelados. 8 pp. [En línea]: http://www.fundacionnuebaymas.org.ar/pdf/2/12/LA_ELABORACION_DE_ALIMENTOS_EMPANADOS_SUPERCONGELADOS.pdf [04/11/2008]
- Leyva -Mayorga, M., J. Ramírez, M. Martín, H. Hernández y M. Vázquez. 2002. Empleo de surimi liofilizado en emulsiones cárnicas con bajo contenido en grasa. *Ciencia y Tecnología Alimentaria.* 3(2): 288-294.
- Llovera, L. 2004. Efecto de las operaciones de curado y tratamiento térmico aplicadas durante la elaboración de jamón cocido estándar, sobre la carga microbiana. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 72 pp.
- López, J. 2002. Desarrollo de un plan de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) para el proceso de deshuesado en una planta beneficiadora de pollos del Estado Aragua. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 150 pp.
- López De Torre, G., B. Carballo y A. Madrid. 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Primera edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 321 pp.
- Lucotte, G. 1990. La codorniz, cría y explotación. Segunda edición. Ediciones MundiPrensa. Madrid. 57 pp.
- Madrid A., J. Vicente y R. Madrid. 1999. El pescado y sus productos derivados. Ediciones Mundi-Prensa. España. Segunda Edición. pp. 157-173.

- Marks, H. 1993. Carcass composition, feed intake and feed efficiency following long-term selection for four week body weight in Japanese quail. *Poult. Sci.*, 72:1005-1011
- Márquez, E. y A. Salazar. 1991. Efecto de diferentes niveles iniciales de nitrito y tipo de fibra en algunas características de productos curados. *Rev. Cient., FCV-LUZ.* 1(1): 35-41.
- Márquez, E., E. Arévalo, Y. Barboza, B. Benítez, L. Rangel y A. Archile. 2006. Formulación de un embutido con agregado de piel de pollo emulsificada con sangre de bovino. *Rev. Cient., FCV-LUZ.* 16(4): 438-444.
- Martínez, C. 1990. Evaluación del potencial productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix*) existente en granjas comerciales del Estado Aragua. Tesis de Pregrado, Facultad de Agronomía, UCV. 118 pp.
- McMahon, E. y L. Dawson. 1976. Effects of SALT and phosphates on some functional characteristics of hand and mechanically deboned turkey meat. *Poult. Sci.* 55: 573-578.
- McNeill, J., Y. Kakuda y C. Findlay. 1988. Influence of carcass parts and food additives on the oxidative stability of frozen mechanically separated and hand-deboned chicken meat. *Poult. Sci.* 67: 270-274.
- McNeal, W., D. Fletcher y R. Buhr. 2003. Effects of stunning and decapitation on broiler activity during bleeding, blood loss, carcass and breast meat quality. *Poult. Sci.*, 82:163-168.
- McCurdy, R., S. Barbut y M. Quinton. 1996. Seasonal effect on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Res. Intern.* 29 (3-4): 363-366.
- Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science & Technology.* 14: 364-373.
- Microsoft® Encarta® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation.
- Mielnik, M., K. Aaby, K. Rolfsen, M. Ellekjaer y A. Nilsson. 2002. Quality of comminuted sausages formulated from mechanically deboned poultry meat. *Meat Sci.* 61: 73-84.
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS). Instituto Nacional de Nutrición. 1999. Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico. Publicación N° 54. Serie Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela. 97 pp.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2009. Argentina. Código Alimentario Argentino. Capítulo III. Normas Generales Alimentos. [En línea]
http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/Marco_Regulatorio/CAA/CAPITULOIII.htm [10/02/2011].
- Molette, C., H. Régnon y R. Babilé. 2003. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE-like meat in turkey. *Meat Sci.* 63: 525-532.
- Montejano, J., D. Hamann y T. Lanier. 1984. Thermally induced gelation of selected comminuted muscle systems-Rheological changes during processing, final strengths and microstructure. *J. Food Sci.* 49: 1496-1505.

- Murphy, E., C. Brewington, B. Willis y M. Nelson. 1979. Health and Safety aspects of the use of mechanically deboned poultry. Food Safety and Quality Service, U.S. Department of agricultura, Washington, D.C. [En línea]:
<http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?u=1&num=6&seq=15&view=image&size=100&id=coo.31924001730328> [30/07/2011]
- Nardin, T., M. Graner y M. Verruma-Bernardi. 1999. Produtos de emulsão (fiambres) elaborados com carne de poedeiras leves (leghorn) de descarte e óleos vegetais. *Sci. agric.* 56 (2): 363-370.
- O'Brien, P., H. Shen, L. Jill, M. O'Grady, P. Byrne, H. Ferguson, M. Mirsalimi, R. Julian, J. Sargeant, R. Tremblay y T. Blackwell. 1992. Rapid, simple and sensitive microassay for skeletal and cardiac muscle myoglobin and hemoglobin: use in various animals indicates functional role of myohemoproteins. *Molecular and Cellular Biochem.* 112: 45-52. [Abstract].
- O'Sullivan, C., A. Lynch, P. Lynch, D. Buckley y J. Kerry. 2004. Use of antioxidants in chicken nuggets manufactured with and without the use of salt and/or sodium tripolyphosphate: effects on product quality and shelf-life stability. *Intern. J. Poult. Sci.* 3(5): 345-353.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1997) 16th Ed. 3rd Revision, A.O.A.C. INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. Method 920.153.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1997) 16th Ed. 3rd Revision, A.O.A.C. INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. Method 950.46.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1997) 16th Ed. 3rd Revision, A.O.A.C. INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. Method 975.03
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1997) 16th Ed. 3rd Revision, A.O.A.C. INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. Method 991.36.
- Oliveira, N., J. Fonseca, R. Soares y K. Ferreira. 2006. Triglicerídeos sanguíneos e composição química da carne de codornas alimentadas com bixina e niacina suplementar. *Pesq. Agropec. Bras.* 41(8): 1227-1233.
- Pacheco, T., M. Trindade, E. Ortega y C. Contreras. 2006. Aceitação sensorial de reestruturados empanados elaborados com filé de peito de calinhas matrizes de corte e poedeiras comerciais. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 26(4): 841-846.
- Pacheco-Delahaye, E. y N. Vivas. 2003. Efecto de la harina desgrasada de germen de maíz y del salvado de arroz en algunas propiedades químicas, físicas y sensoriales de salchichas. *Acta Cient. Venez.* 54: 274-283.
- Pérez y Pérez, F. 1974. Coturnicultura. Editorial Científico-Médica. Barcelona. pp 315-335.
- Perlo, F., P. Bonato, G. Teira y A. Marcuzzi. 2003. Influencia del número de lavados en el procesamiento de carne de ave mecánicamente recuperada. *Ciencia y Tecn. Alim.* 4(1): 55-59.

- Pikul, J., D. Leszczynski y F. Kummerow. 1983. Elimination of simple autoxidation by butylated hydroxytoluene additions before thiobarbituric acid assay for malonaldehyde in fat from chicken meat. *J. Agric. Food Chem.* 31: 1338-1342.
- Pikul, J., A. Niewiarowicz y J. Kupijaj. 1986. The cytochrome c content of various poultry meats. *J. Sci. Food Agric.* 37: 1236-1240.
- Pinto, R., A. Ferreira, L. Albino, P. Gomes y J. Vargas. 2002. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. *R. Bras. Zootec.* 31(4): 1761-1770.
- Pizarro, F., M. Olivares y J. Kain. 2005. Hierro y Zinc en la dieta de la población de Santiago. *Rev. Chil. Nutr.* 32(1). [En línea]: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182005000100002&script=sci_arttext [30/01/2011].
- Pokorny, J. 1998. Substrate influence on the frying process. *Grasas y Aceites.* 49(3-4): 265-270.
- Ponte P., I. Mendes, M. Quaresma, M. Aguiar, J. Lemos, L. Ferreira, M. Soares, C. Alfaia, J. Prates y C. Fontes. 2004. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. *Poult. Sci.* 83: 810-814.
- Powrie, W. y Tung M. 1985. Capítulo 12: Dispersiones Alimenticias. En: Fennema, O. (Ed.) *Introducción a la ciencia de los alimentos.* Editorial Acribia, S.A. España. pp. 629-671.
- Qiao, M., D. Fletcher, D. Smith and J. Northcutt. 2001. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. *Poult. Sci.* 80: 676-680.
- Qiao, M., D. Fletcher, J. Northcutt y D. Smith. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poult. Sci.* 81: 424-427.
- Raharjo, S. y J. Sofos. 1993. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review. *Meat Sci.* 35: 145-169.
- Ramos, L. 2004. Efecto de diferentes tipos de ahumado sobre algunas características fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas y económicas de espalda ahumada tipo shoulder plate. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 149 pp.
- Ramos, N., M. Farias, C. Almada y N. Crivaro. 2004. Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. *Inf. Tecnol.* 15(4): 91-94
- Ranken, M. 1988. "Manual de industrias de los alimentos". 2ª edición. Editorial ACRIBIA, pp 9.
- Rathgeber, B., J. Boles y P. Shand. 1999. Rapid postmortem pH decline and delayed chilling reduce quality of turkey breast meat. *Poult. Sci.* 78: 477-484.
- Real Decreto 3484/2000 de 29 de Diciembre. Córdoba. España. [En línea] http://www.coam.org/pls/portal/docs/PAGE/COAM/COAM_AYUDA_PROFESIONAL/PDF/29-12-2000.pdf Consultado el 27/12/2010 [15/01/2011]

- Remignon, H, A. Mills, D. Guemene, V. Desrosiers, M. Garreau-Mills, M. Marche y G. Marche. 1998. Meat quality traits and muscle characteristics in high or low fear lines of Japanese quails (*Coturnix japonica*) subjected to acute stress. Br. Poult. Sci., 39: 372-378.
- Ríos, K. 2004. Efecto del salvado de arroz sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en salchichas de pollo. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay. 96 pp.
- Rodas, A., M. Leal, B. Muñoz, N. Huerta y E. Márquez. 1998. Adición de plasma y paquete globular en la formulación de jamones cocidos. Rev. Cient., FCV-LUZ. 8(1): 35-39.
- Rosmini, M., F. Perlo, J. Pérez-Alvarez, M. Pagán-Moreno, A. Gago-Gago, F. López-Santoveña y V. Aranda-Catalá. 1996. TBA test by an extractive method applied to Paté. Meat Sci. 42(1): 103-110.
- Saguy, I. y E. Pinthus. 1995. Oil uptake during deep-fat frying: factors and mechanism. Food Tech. 49(4): 42-45.
- Samuelson, P. y W. Nordhaus. 2002. Economía. Decimoséptima edición. M^cGraw Hill. España. 701 pp.
- Sante, V., G. Le Portier, T. Astruc, M. Mouchoniere y X. Fernández. 2000. Effect of stunning current frequency on carcass downgrading and meat quality of turkey. Poult. Sci. 79: 1208-1214.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's guide, Versión 6, Cuarta Edición, Vol 2. Cary, NC: SAS Institute Inc. 846 pp.
- Satterlee, L., G. Froning y D. Janky. 1971. Influence of skin content on composition of mechanically deboned poultry meat. J. Food Sci. 36: 979-981.
- Sayre, R. y E. Briskey. 1963. Protein solubility as influenced by physiological conditions in the muscle. J. Food Sci. 28(6): 675-679.
- Serdaroglu, M., G. Yildiz y N. Bagdatlioglu. 2005. Effects of deboning methods on chemical composition and some properties of beef and turkey meat. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 29: 797-802.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (SENASA Argentina).2004. Resolución 368/2003. [En línea]. <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1033&io=5373>. [13/11/2008].
- Silbersteinin, D. y D. Lillard. 1978. Factors affecting the autoxidation of lipids in mechanically deboned fish. J. Food Sci. 43(3): 764-766.
- Singh, R. y Panda, B. 1985. Studies on the yield and keeping quality of *tandoori* quail. Indian J. Poult. Sci. 20: 145-149.
- Singh, R., Panda, B. y Kulshrestha, S. 1982. Preparation and keeping quality of pickled quail meat. J. Food Sci. Tech. 19: 159-160.
- Sotelo, I., A. Filomena y J. Rodríguez. 2008. Evaluación del Cajaro (*Phractocephalus hemiliopterus*) como potencial para la obtención de surimi y productos derivados. Rev. MVZ Córdoba. 13(3): 1456-1463.
- Stalik, J. 1991. Cap. 16: Cambios post-mortem. En: Carne y avances tecnológicos. Primera edición, Caracas, pp. 144-152.

- Suaterna, A. 2008. La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en los alimentos fritos. *Perspectivas en Nutrición Humana*. 10(1): 77-88.
- Swift, C., C. Lockett y A. Fryar. 1961. Comminuted meat emulsions. The capacity of meats for emulsifying fat. *Food Tech*. 15: 468-473.
- Terry, G. y S. Franklin. 1985. *Principios de Administración*. Cuarta edición. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México. 747 pp.
- Totosaus, A. e I. Guerrero. 2006. Capítulo 8: Propiedades funcionales y textura. En: Hui, Y., I. Guerrero y M. Rosmini (Ed.) *Ciencia y Tecnología de carnes*. Limusa Noriega Editores. pp. 242-247.
- Trindade, M., P. De Felicio y C. Contreras. 2004. Mechanically separated meat of broiler breeder and white layer spent hens. *Sci. Agric*. 61(2): 234-239.
- Trujillo, Y., D. Durán y A. Loturco. 2010. Influencia de la práctica de castración y de la ecoregión en la calidad reológica y sensorial de la carne de ovinos. XXXV Congreso de la SEOC, Valladolid, España: 416-420.
- Tunick, M. 2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch and fracture. *J. Dairy Sci*. 83: 1892-1898.
- Uebersax, M., L. Dawson y K. Uebersax. 1978. Physical and chemical composition of meat loaves containing mechanically deboned turkey meat. *Poult. Sci*. 57:660-669.
- United States Department of Agriculture (USDA) 2001. Commercial item description. Chicken nuggets, fingers, strips, fritters and patties, fully cooked, individually frozen. A-A-20276A January 8, 2001 Superseding. [En línea].
<http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/ams.search.do?q=superseding+nugget+chicken> [13/11/2008]
- Valero, K., S. Al Safadi, A. Bermúdez, Y. Ávila, L. Sandra y A. García. 2008. Comparación de la calidad microbiológica de hamburguesa de pollo elaborada en forma artesanal e industrial. *Rev. Cient., FCV-LUZ*. 18(5): 624-630.
- Van Laack, R., B. Berry y M. Solomon. 1996. Variations in internal color of cooked beef patties. *J. Food Sci*. 61(2): 410-414.
- Van Laack, R., C. Liu, M. Smith y H. Loveday. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poult. Sci*. 79: 1057-1061.
- Vandendriessche, F. 2008. Meat products in the past, today and in the future. *Meat Sci*. 78: 104-113.
- Varnam, A. y J. Sutherland. 1998. *Carne y productos cárnicos*. Editorial Acribia. España. 423 pp.
- Wallace, M. y G. Froning. 1979. Protein quality determination of bone residue from mechanically deboned chicken meat. 58: 333-336.
- Wardlaw, F., L. McCaskill y L. Acton. 1973. Effects of postmortem muscle changes on poultry meat loaf properties. *J. Food Sci*. 38: 421-423.
- Warriss, P. 1979. The extraction of haem pigments from fresh meat. *J. Fd Technol*. 14: 75-80.

- Webb, N., F. Ivey, H. Craig and V. Jones. 1970. The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. *J. Food Sci.* 35: 501-504.
- Webb, N., E. Hardy, G. Giddings y A. Howell. 1976. Influence of mechanical separation upon proximate composition, functional properties and textural characteristics of frozen atlantic croaker muscle tissue. *J. Food Sci.* 41(6): 1277-1281. [Abstract].
- Wuani, M. 1991. Estudio comparativo de algunos productos proteicos en relación a su utilización en la elaboración de carnes de almuerzo enlatadas. Trabajo especial de grado. Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Metropolitana. 216 pp.
- Xiong, Y., D. Noel y W. Moody. 1999. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. *J. Food Sci.* 64(3): 550-554.
- Yaiko, L. 1993. Poultry-derived ground meat substitute and its method of manufacture. Patente de los Estados Unidos N° 5.202.144.
- Yalcin, S., I. Oguz y S. Otles. 1995. Carcase characteristics of quail (*Coturnix coturnix japonica*) slaughtered at different ages. *Br. Poult. Sci.* 36: 393-399.
- Young, L. 1976. Composition and properties of an animal protein isolate prepared from bone residue. 41(3): 606-608.
- Zea, Z. y M. Ríos. 2004. Evaluación de la calidad microbiológica de los productos cárnicos analizados en el Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel" durante el período 1990-2000. *Rev. INHRR.* 35 (1): 17-24.

X. ANEXOS



Anexo 1. Carne de pollo (izquierda) y CDM de codorniz (derecha)

ANEXOS DE LA FABRICACIÓN DE NUGGETS



Anexo 2. Materia prima de tres fabricaciones



Anexo 3. Mezclando ingredientes



Anexo 4. Mezcla cárnica extendida en bandeja



Anexo 5. Mezcla cárnica durante etapa de formado



Anexo 6. Etapas de rebozado, empanado, precocción y escurrido



Anexo 7. Nugget precocinado (izquierda) y nugget cocido (derecha)



Anexo 8. Nuggets cocidos (corte transversal): T2 (izquierda) y T4 (derecha)

ANEXOS DE LA FABRICACIÓN DE SALCHICHAS



Anexo 9. Cutter, ingredientes y aditivos no cárnicos



Anexo 10. Cutter con emulsión antes de embutir



Anexo 11. Emulsión cárnica embutida en tripa de celulosa



Anexo 12. Emulsión cárnica en tripa de celulosa con divisiones de 10 cm



Anexo 13. Cocción de la emulsión cárnica



Anexo 14. Salchichas empacadas (T2 izquierda, T4 derecha)

ANEXOS DE LA FABRICACIÓN DE FIAMBRES



Anexo 15. Batidora, ingredientes y aditivos no cárnicos



Anexo 16. Preparación de la salmuera



Anexo 17. Masajeado de la carne con la salmuera



Anexo 18. Cocción de la mezcla cárnica



Anexo 19. Rebanadas de fiambres de los cinco tratamientos