



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE CIENCIA DEL AGRO Y DEL AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
MATURÍN**

**EFECTO DE LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES Y DEL
ALMACENAMIENTO EN CONGELACIÓN SOBRE EL COLOR
Y TEXTURA DE SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE
DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA**

**TRABAJO PRESENTADO POR
MARY JOSEFINA. LONGART DE REYES**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA ASCENDER A LA CATEGORÍA DE

PROFESOR ASOCIADO

Abril, 2023

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres.

A mis hijos: Jessica y Harold

A mi esposo

Mary Longart

AGRADECIMIENTO

A mi Dios padre amado que siempre me acompaña y me da la fortaleza para no flaquear en los momentos difíciles de mi vida.

A la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, donde me formé como profesional y hoy es mi segundo hogar donde hago vida académica y cumpla la humilde función de docente.

A los Licenciados: Ana García y, Domingo Elmerida y José Alexander España, quienes colaboraron durante la parte experimental de esta investigación.

Al Profesor Guillermo Romero y la profesora Roxana Hernández por su valiosa colaboración en la corrida estadística de los datos.

Mary Longart

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS EN APÉNDICE	viii
RESUMEN	x
SUMMARY	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
GENERAL	3
ESPECÍFICOS:	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
CARNE	4
PRODUCTOS CÁRNICOS	7
CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS.....	7
EMBUTIDOS.....	8
SALCHICHA	9
PROCESO DE ELABORACIÓN DE SALCHICHA.....	9
SALCHICHA COCIDA DE AVES	11
CLASIFICACIÓN DE LAS SALCHICHAS COCIDAS DE AVES	12
INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS	12
Materias primas	13
Condimentos	16
Aditivos	18
Auyama.....	24
PROPIEDADES FÍSICAS DE IMPORTANCIA EN LA PERCEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS	25
El color en los productos cárnicos	26
Métodos para medir el color en los alimentos	28
La textura en los productos cárnicos	29
Métodos para medir la textura en productos cárnicos	29
Análisis de perfiles de textura (TPA)	31
EFECTO DE LA CONGELACIÓN SOBRE LA CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS.....	33
MODIFICACIONES DE LA CALIDAD DE LA CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO CONGELADO	34
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	35

MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	40
FORMULACIÓN DE LAS SALCHICHAS.....	40
ELABORACIÓN DE LAS SALCHICHAS LIGERAS A BASE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA	41
OBTENCIÓN DE LA PULPA DE AUYAMA COCIDA.....	41
ELABORACIÓN DE LAS SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA	43
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	46
DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS DE COLOR (L^* , a^* , b^*) EN SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA CON LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES (ALMIDÓN DE YUCA, ALMIDÓN DE MAÍZ, CLARA DE HUEVO Y GELATINA EN POLO SIN SABOR) SIN CONGELAR Y DESCONGELADAS.....	46
DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURAL (DUREZA, ADHESIVIDAD, COHESIVIDAD, ELASTICIDAD Y MASTICABILIDAD) EN SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA CON LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES (ALMIDÓN DE YUCA, ALMIDÓN DE MAÍZ, CLARA DE HUEVO Y GELATINA EN POLVO SIN SABOR) SIN CONGELAR Y DESCONGELADAS.....	47
DISEÑO ESTADÍSTICO.....	48
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS DE COLOR (L^* , a^* , b^*) EN SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA CON LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES (ALMIDÓN DE YUCA, ALMIDÓN DE MAÍZ, CLARA DE HUEVO Y GELATINA EN POLVO SIN SABOR) SIN CONGELAR Y DESCONGELADAS.....	49
DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURAL (DUREZA, ADHESIVIDAD, COHESIVIDAD, ELASTICIDAD Y MASTICABILIDAD) EN SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA CON LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES (ALMIDÓN DE YUCA, ALMIDÓN DE MAÍZ, CLARA DE HUEVO Y GELATINA EN POLVO SIN SABOR) SIN CONGELAR Y DESCONGELADAS.....	55
CONCLUSIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
APÉNDICES.....	77
ANEXOS	87
HOJAS METADATOS.....	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de diferentes tipos de cortes cárnicos.	6
Cuadro 2. Clasificación de los hidrocoloides.....	22
Cuadro 3. Formulación de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama.....	41
Cuadro 4. Valores promedios y desviación estándar de la coordenada de color L* en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongeladas.	50
Cuadro 5. Valores promedios y desviación estándar de la coordenada de color a* en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongeladas.	52
Cuadro 6. Valores promedio y desviación estándar de la coordenada de color b* en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongeladas.	54
Cuadro 7. Valores promedios y desviación estándar obtenidos en el análisis de perfil de textura del parámetro dureza (N) de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongeladas.....	56
Cuadro 8. Valores promedios y desviación estándar obtenidos en el análisis de perfil de textura del parámetro adhesividad (Nm) de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongeladas.....	58
Cuadro 9. Valores promedios y desviación estándar del parámetro cohesividad del TPA de salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongelada.....	60
Cuadro 10. Valores promedios y desviación estándar del parámetro elasticidad del TPA de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongelada.....	62
Cuadro 11. Valores promedios y desviación estándar del parámetro masticabilidad del TPA de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongeladas.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los hidrocoloides.	27
Figura 2. Curva típica de análisis de perfil de textura lograda en un texturómetro. ...	32
Figura 3. Esquema tecnológico de obtención de la pulpa de auyama cocida.	42
Figura 4. Esquema tecnológico de la elaboración de salchichas ligeras de pollo y auyama.	44

ÍNDICE DE CUADROS EN APÉNDICE

	Pág.
Cuadro A 1 Análisis de varianza (ANAVA) de la coordenada de color luminosidad (L*) de las salchichas ligeras a bases carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloide sin congelar y descongelada.	78
Cuadro A 2 Pruebas de Duncan para el factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloide de la coordenada de color luminosidad (L*).....	78
Cuadro A 3 Análisis de varianza (ANAVA) de la coordenada de color cromática (a*) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.	79
Cuadro A 4 Pruebas Duncan para el factor fórmula de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la coordenada de color a*.	79
Cuadro A 5 . Pruebas Duncan para el factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la coordenada de color a*.	80
Cuadro A 6 Análisis de varianza (ANAVA) de la coordenada de color cromática (b*) de las salchichas ligera a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.	80
Cuadro A 7 Pruebas Duncan para el factor fórmula de las salchichas ligera a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la coordenada de color b*.	81
Cuadro A 8 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del perfil de textura (dureza) de las salchichas ligera a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.	81
Cuadro A 9 Pruebas Duncan del factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la dureza.....	82
Cuadro A 10 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del análisis del perfil de textura (adhesividad) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.....	82
Cuadro A 11 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del análisis del perfil de textura (cohesividad) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.....	83

Cuadro A 12 Pruebas Duncan del factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la cohesividad.	83
Cuadro A 13 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del perfil de textura (elasticidad) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.	84
Cuadro A 14 Pruebas Duncan para el factor fórmula de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la elasticidad.	84
Cuadro A 15 Pruebas de Duncan del factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la elasticidad.	85
Cuadro A 16 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del perfil de textura (masticabilidad) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.	85
Cuadro A 17 Pruebas de Duncan para el factor fórmula de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la masticabilidad.	86
Cuadro A 18 Pruebas Duncan del factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la masticabilidad.	86

RESUMEN

La presente investigación se realizó en los laboratorios de Tecnología de Alimentos de la Escuela de Ciencia del Agro y del ambiente. Ésta consistió en evaluar el efecto de la adición de hidrocoloides y el almacenamiento en congelación sobre las coordenadas de color (L^* , a^* , b^*) y el Análisis del Perfil de Textura (TPA) (dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad) en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama (SLPA). Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4×2 , cuyos factores fueron: los hidrocoloides adicionados en la formulación (almidón de yuca, almidón de maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor) y la condición física (sin congelar y descongelada). Se realizaron tres repeticiones por tratamiento para un total de 24 observaciones. Los resultados obtenidos en las coordenadas de color fueron: L^* (69,77 a 73,41); a^* (-2,75 a -3,06) y b^* (27,75 a 30,95), de acuerdo a estos valores las SLPA son de color claro con una coloración amarillo verdosa debido al contenido de pulpa de auyama en las formulaciones. El ANAVA determinó que la adición de los hidrocoloides en la formulación no afectó con ($p < 0,05$) la coordenada L^* , pero si afectó las coordenadas a^* y b^* , por la adición de gelatina, en cambio, la descongelación si afectó las coordenadas L^* y a^* , pero no afectó con ($p < 0,05$) la coordenada b^* . Con respecto al TPA, los valores fueron: dureza (1,09 a 2,05 N), adhesividad (0,01 a 0,04 Nm). Cohesividad (0,20 a 0,37), elasticidad (0,47 a 0,70) y masticabilidad (0,68 a 3,28). La adición de hidrocoloides no afectó con ($p < 0,05$) la dureza, pero si fue afectado por la condición física, encontrándose que ésta disminuye en las SLPA después de ser descongeladas obteniendo una consistencia blanda. La adición de hidrocoloides no afectó con ($p < 0,05$) la adhesividad ni la cohesividad de las SLPA, sin embargo, en las SLPA descongeladas disminuyó su cohesividad. La elasticidad y masticabilidad fueron afectadas con ($p < 0,05$) por la adición de hidrocoloides y la condición física encontrándose que aumentaron en las SLPA descongeladas.

Palabras clave: Salchicha de pollo, hidrocoloide, congelación, color, textura.

SUMMARY

This research was carried out in the Food Technology laboratories of the School of Agricultural and Environmental Sciences. This consisted of evaluating the effect of the addition of hydrocolloids and frozen storage on the color coordinates (L^* , a^* , b^*) and the Texture Profile Analysis (TPA) (hardness, adhesiveness, cohesiveness, elasticity and chewiness) in light sausages based on chicken meat and pumpkin pulp (SLPA). A randomized block design was used with a 4 x 2 factorial arrangement, whose factors were: the hydrocolloids added in the formulation (cassava starch, corn starch, egg white and unflavored powdered gelatin) and physical condition (without frozen and thawed). Three replicates per treatment were performed for a total of 24 observations. The results obtained in the color coordinates were: L^* (69.77 to 73.41); a^* (-2.75 to -3.06) and b^* (27.75 to 30.95), according to these values, the SLPA are light in color with a greenish-yellow coloration due to the content of pumpkin pulp in the formulations. The ANOVA determined that the addition of hydrocolloids in the formulation did not affect ($p < 0.05$) the L^* coordinate, but it did affect the a^* and b^* coordinates, due to the addition of gelatin, on the other hand, thawing did affect the L^* and a^* coordinates, but did not affect ($p < 0.05$) the b^* coordinate. Regarding TPA, the values were: hardness (1.09 to 2.05 N), adhesiveness (0.01 to 0.04 Nm). Cohesiveness (0.20 to 0.37), elasticity (0.47 to 0.70) and chewiness (0.68 to 3.28). The addition of hydrocolloids did not affect ($p < 0.05$) the hardness, but it was affected by the physical condition, finding that it decreases in the SLPA after being thawed, obtaining a soft consistency. The addition of hydrocolloids did not affect ($p < 0.05$) the adhesiveness or cohesiveness of the SLPA, however, in the thawed SLPA their cohesiveness decreased. The elasticity and chewiness were affected with ($p < 0.05$) by the addition of hydrocolloids and the physical condition, being found to increase in the thawed SLPA.

Keywords: chicken sausage, hydrocolloid, freezing, color, textura.

INTRODUCCIÓN

La carne es un alimento esencial en la dieta humana por proporcionar los nutrientes básicos, como proteínas, grasa, vitaminas y minerales. Su composición la hace ser un alimento muy perecedero por lo que su conservación ha dado origen a una gran variedad de productos cárnicos dependiendo de la formulación y de las características del proceso. Dentro de estos productos tenemos la salchicha, que es un embutido cocido y en su elaboración se pueden usar carnes de muy diverso origen (cerdo, res, aves, entre otras).

Tradicionalmente este tipo de productos se elabora con diversas sustancias que, en determinadas circunstancias y en proporciones inadecuadas, pueden afectar negativamente la salud. Entre estas sustancias tenemos: el contenido de grasa de aproximadamente entre un 20 a 30 %, lo que aumenta el riesgo de obesidad y la grasa saturada está estrechamente relacionada con el colesterol alto y las enfermedades coronarias; el contenido de sodio a la hipertensión arterial y los aditivos químicos como los nitratos y nitritos que se utiliza como conservante y para obtener el color rosa en este tipo de producto, se ha demostrado que está vinculado con tumores que en muchos casos llegan a ser cancerígenos. Debido a ello la tendencia actual está enfocada en desarrollar productos cárnicos más saludables. Para ello se deben hacer cambios en los ingredientes tanto cárnicos como no cárnicos que se emplean en la elaboración de estos productos.

Las nuevas formulaciones deben estar dirigidas en la búsqueda de reducir los niveles de sal, grasa y sin aditivos artificiales con la incorporación de ciertos vegetales que aportan además de sus nutrientes como la fibra, la pigmentación que ayuda de manera natural al color de estos productos. Para compensar los efectos perjudiciales de la reducción de ingredientes como la grasa, la sal, y los procesos

tecnológicos de conservación como la congelación y la consecuente descongelación se emplean ingredientes no cárnicos como los hidrocoloides que funcionan como sustitutos de la grasa, y tienen propiedades estabilizantes, espesantes y/o gelificantes, mejorando la textura al proporcionar una mejor viscosidad a la formación del gel.

Debido a todo lo antes expuesto el presente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar el efecto de la adición de hidrocoloides y el almacenamiento en congelación sobre los parámetros de color y el perfil de textura de salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el efecto de la adición de hidrocoloides y el almacenamiento en congelación sobre las coordenadas de color y el análisis de perfil de textura (TPA) de salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama.

ESPECÍFICOS:

- Determinar las coordenadas de color (L^* , a^* , b^*) en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama con la adición de hidrocoloides (almidón de yuca, almidón de maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor) sin congelar y descongeladas.
- Determinar el análisis del perfil de textural (dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad) en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama con la adición de hidrocoloides (almidón de yuca, almidón de maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor) sin congelar y descongeladas.

REVISIÓN DE LITERATURA

CARNE

Según la Norma COVENIN 794-86, se define carne apta para el consumo humano al tejido muscular de fibra estriada, procedente de ganado aparentemente sano, acompañada o no de porciones variables de tejido conjuntivo, adiposo, vasos sanguíneos y ganglios. Obtenida en condiciones higiénicas deseables, sin alteraciones y/o adulteraciones, que ha sido sometida a procesos de refrigeración y /o congelación y aprobada por la autoridad sanitaria competente (COVENIN 1986). El *Codex Alimentarius* y la FAO, la definen como todas las partes de un animal (los ungulados domésticos, solípedos domésticos, aves domésticas (aves de corral), lagomorfos, animales de caza de cría, aves de caza de cría, animales de caza silvestre y otros animales) que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin (González 2019).

La carne se encuentra entre uno de los productos alimenticios naturales más importantes, nutritivos y ricos en energía, utilizado por los seres humanos para satisfacer sus necesidades corporales regulares. Se considera muy importante en el mantenimiento de una dieta sana y equilibrada, que es esencial para lograr un óptimo crecimiento y desarrollo humano (Rabia *et al.* 2018). Su composición nutricional está conformada entre un 60-80 % de agua, un 20-25 % de proteína de alto valor biológico, por el perfil proteico de aminoácidos que han sido descritos como excelentes debido a la presencia de todos los aminoácidos esenciales requeridos por el cuerpo, de 1-30 % de grasa cuya cantidad como calidad depende de factores como la edad, el sexo, la alimentación y la zona de la canal. Es una excelente fuente natural de hierro y de zinc, así como también de vitaminas del grupo B, como la B₁ (tiamina),

B₃ (niacina), B₆, B₁₂ y vitamina A, en forma de retinol, la cual se encuentra especialmente en el hígado (Dorado *et al.* 1999, Allwyn *et al.* 2013, Valero-Gaspar *et al.* 2010 citado por Carda 2014, Rabia *et al.* 2018).

Una ingesta diaria de 100 g de carne e hígado puede suministrar hasta el 50 % de la cantidad diaria recomendada de hierro, zinc, selenio, vitaminas B₁, B₂, B₆, B₁₂ y 100 % de vitamina A (Biesalski y Nohr 2009 citado por Allwyn *et al.* 2013). La ingesta diaria de carne no debe superar los niveles recomendados debido a la composición del perfil de grasas y ácidos grasos con presencia de grasas saturadas, que causan enfermedades coronarias y niveles elevados de colesterol (Rabia *et al.* 2018). En el Cuadro 1, se muestra los valores de la composición nutricional de diferentes tipos de cortes cárnicos.

Entre las carnes procedentes de animales apto para el consumo humano se destaca la carne de pollo, que es considerada la más saludables por su alto valor proteico (22 %) y bajo contenido en lípidos (4 a 5 %), debido a que, más del 70 % del tejido adiposo de las canales es de fácil remoción (piel, grasa subcutánea, y abdominal), ventaja que no está presente del todo con los cortes de otros animales (Rodríguez 2011). Además, aporta bajos contenidos de ácidos grasos saturados, altos valores de ácidos grasos monoinsaturados y una adecuada cantidad de ácidos grasos de las familias omega 6 y omega 3 (Fernández y Marsó 2003). Otras de las ventajas de la carne de pollo son en relación con su digestibilidad, debido a que tiene menor tejido conectivo que las carnes rojas y mucho de éste se elimina al quitar la piel. Además, la carne de pollo presenta fibras musculares más finas, es decir de menor diámetro, lo cual reduce la dureza y mejora la textura, tiene un sabor muy suavidad y una versatilidad en la cocina (Nuñez 2013).

Cuadro 1. Composición nutricional de diferentes tipos de cortes cárnicos.

Corte de carne	Proteína (g)	Grasa Sat.(g)	Grasa (g)	Energía (kcal)	Vit. B₁₂ (mcg)	Na (mg)	Zn (mg)	P (mg)	Fe (mg)
Pechuga de pollo cruda	24,2	0,2	8,5	178	0,39	71	0,9	199	1,2
Cortes de carne de res crudos	21	1,9	4,5	123	1,9	59	1,7	167	1,3
Pollo crudo	22,8	0,6	1,9	113	0,70	78	1,4	202	0,7
Ternera, lomo crudo	20,9	1,5	3,2	115	2	59	3,7	142	1,6
Chuleta de cerdo cruda	18,1	10,8	31,7	353	1	60	1,8	190	1,4
Lomo de cerdo crudo	21,9	1,7	4,9	134	1,1	55	1,9	220	0,7
Pierna de cerdo cruda	20,8	2,8	7,8	155	1,2	84	2,6	164	0,8
Pavo sin piel crudo	19,9	1,8	7,1	136	1,9	42	1,5	209	2,1
Carne de pato sin piel crudo	19,4	1,8	6,6	130	2,8	90	1,8	201	2,5
Pechuga de pavo sin piel crudo	23,6	0,5	1,6	106	1	62	0,5	208	0,6
Pechuga de pollo sin piel cruda	23,8	0,4	1,28	109	0,40	59	0,7	218	0,4
Cordero chuleta o carne cruda	20	2,4	4,8	122	2	63	3,6	221	1,9

Fuente: Rabia *et al.* (2018).

Las proporciones relativas de todos estos constituyentes dan a la carne su estructura particular, textura, sabor, color y valor nutritivo en consecuencia de esto, la vida útil de la carne fresca es muy corta por lo que se requiere ser procesada con el fin primordial de conservarla por un período mayor de tiempo generando una gran variedad de productos cárnicos.

PRODUCTOS CÁRNICOS

Los productos cárnicos procesados son definidos por Gil (2009), como aquellos en los que se han modificado las propiedades de la carne fresca mediante el empleo de una o más técnicas, tales como: picado o trituración, adición de condimentos, modificación del color, o tratamiento térmico. Por otra parte, Rodríguez (2008) los define, como aquellos preparados total o parcialmente con carnes o despojos de las especies autorizadas para tal fin, y sometidos a operaciones específicas para su conservación antes de ser ofrecido para el consumo.

La calidad final de los productos cárnicos será el resultado de la interacción de una serie de factores o parámetros de los cuales se podrían destacar las características y calidad de las materias primas (carne, grasa), la idoneidad de la formulación utilizada (condimentos y especias, aditivos, uso de cultivos iniciadores), y las modificaciones físico-químicas y bioquímicas como consecuencia de las condiciones tecnológicas del proceso de elaboración (fermentación, desecación, reducción de nitratos/ o nitritos, proteólisis, lipólisis) (Rodríguez 2008).

CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

Existe una gran variedad de productos cárnicos originados como consecuencia de las diferentes tradiciones de cada cultura. Esta gran diversidad de productos plantea grandes problemas en lo referente a su ordenamiento alimentario, que

comprende su adecuada clasificación (Flores 1977 citado por Amerling 2001). Las clasificaciones de los productos cárnicos son diversas y se basan en criterios tales como los tipos de materias primas que los componen, la estructura de su masa, si están o no embutidos, si se someten o no a la acción del calor o algún otro proceso característico en su tecnología de elaboración, la forma del producto terminado, su durabilidad o cualquier otro criterio o nombres derivados de usos y costumbres tradicionales (Venegas y Valladares 1999). Desde el punto de vista tecnológico los productos cárnicos se pueden clasificar según Rodríguez (2008) en tres grandes bloques:

- Productos cárnicos frescos.
- Productos cárnicos crudos curados.
- Productos cárnicos tratados por calor.

Este último bloque son los obtenidos por tratamiento térmico de pasteurización a temperaturas entre 60 - 80 °C, siendo sus principales objetivos además de asegurar la conservación, conseguir la gelificación de las proteínas y asegurar la forma nitosa correspondiente de la mioglobina. Entre los productos cárnicos tratado por calor se encuentran los embutidos (Rodríguez 2008).

EMBUTIDOS

Los embutidos son derivados cárnicos preparados a partir de una mezcla de carne picada, grasas, vísceras, despojos, condimentos, especias y aditivos de uso permitido e introducidos en tripas naturales o artificiales para proporcionar forma simétrica y, aumentar la consistencia, pueden ser cocidos o no para su comercialización. Estos se clasifican de acuerdo con los ingredientes y proceso utilizados en: embutidos crudos, escaldados y cocidos. Son embutidos cocidos los

siguientes: mortadela, salami cocido y salchicha, entre otros (Jiménez y Caraballo 1989, Amerling 2001, Pulla 2010).

SALCHICHA

Es un embutido cocido y en su elaboración se pueden usar carnes de muy diverso origen, lo que determina su calidad y precio. Se prefiere carne recién sacrificada de novillos, terneras y cerdos jóvenes y magros, en vista que este tipo de carne posee fibra tierna y se aglutina fácilmente. Además, carece de grasa interna y es capaz de fijar gran cantidad de agua (FAO 2006). De acuerdo con Icontec (2008) citado por Carrillo y Tobito (2019), es un producto cárnico procesado, cocido, embutido, elaborado a base de carne, con la adición de sustancias de uso permitido, introducido en tripas naturales o artificiales aprobadas, de diámetro máximo de 45 mm y sometido a tratamiento térmico ahumado o no ahumado. La composición básica de la salchicha consiste en carne, grasa, agua, sal, nitritos, condimentos, sustancias de relleno y sustancias ligantes, además de otros componentes que en algunos casos incluyen como fosfatos, los antioxidantes y los fijadores de color (Bolaños *et al.* 2003 citado por Vivas y Morrillo 2017).

PROCESO DE ELABORACIÓN DE SALCHICHA

Según la FAO (2006) y Carrillo y Tobito (2019), el proceso de elaboración de la salchicha es el siguiente:

- **Recepción y selección de la materia prima:** es la operación mediante la cual se clasifica la carne de acuerdo con su calidad, la misma que depende de la categoría en la cual el animal ha sido clasificado al momento de su recepción en el matadero. Se usa carne de res y carne magra de cerdos jóvenes con poco tejido conectivo, las cuales deben estar refrigeradas.

- **Troceado:** las piezas de carne seleccionadas se cortan en trozos pequeños de aproximadamente 7 x 7 centímetros, se lavan con agua limpia. y seguidamente se congelan por 24 horas para reducir la contaminación y facilitar la operación de molienda.
- **Molienda:** los trozos de la carne y la grasa se muelen, cada uno por separado. Para la carne se usa un disco de 3 mm de diámetro y para la grasa el disco de 8 mm de diámetro. El objetivo primordial de esta operación es disminuir el diámetro de partícula de la materia prima cárnica. La molienda se realiza en una cutter agregando los tozos de carne y una parte de hielo picado.
- **Mezclado:** esta operación se realiza en un cutter por un tiempo de 5 a 8 min. Esto permite obtener una masa homogénea que ayuda a la obtención de la emulsión. El mezclado debe cumplir el orden de adición de los ingredientes de la siguiente manera:
 - 1) Carne magra de cerdo o res, sal y fosfatos, a velocidad lenta hasta obtener una masa gruesa pero homogénea.
 - 2) Se aumenta la velocidad y se incorpora el hielo; se bate hasta obtener una masa fina y bien ligada.
 - 3) Se incorpora la lonja o la carne de cerdo grasosa.
 - 4) Se agregan los condimentos y el ascorbato. La temperatura de la pasta no debe exceder de 15 °C. El proceso se suspende cuando la emulsión se muestre homogénea.
- **Embutido:** se introduce la pasta mezclada y amasada en el cilindro de la embutidora. Se conecta la tripa a las boquillas del embudo y se efectúa el relleno, de esta manera se mete la pasta dentro de la tripa sintética de calibre entre 18 y 20 mm. En esta etapa del proceso las variables a controlar son la temperatura, el aire en el producto (que está dentro de la salchicha), la longitud, el diámetro de la salchicha y el calibre de la tripa a utilizar depende del tipo de salchicha a realizar.

- **Atado:** las salchichas se amarran, aproximadamente cada 10 centímetros, utilizando hilo de algodón.
- **Tratamiento térmico:** el objetivo de esta operación es el cocimiento de la salchicha. La cocción se realiza con agua a una temperatura de 100 °C, la temperatura interna de la salchicha debe alcanzar los 74 °C a 76 °C. En la cocción se logra un cambio de textura del producto, del color e inhibe el crecimiento microbiano y la acción enzimática.
- **Enfriamiento:** después de la cocción la temperatura debe bajarse bruscamente mediante una ducha fría o con hielo picado hasta una temperatura de 0 a 4°C.
- **Almacenamiento:** las salchichas se cuelgan para que sequen y se almacenan bajo refrigeración. en cámaras frigoríficas que tengan una temperatura aproximada de -1 a 5 °C, con una humedad relativa del 90 %.

Las salchichas tradicionalmente se han elaborado con carne procedente de una o varias especies (fundamentalmente de cerdo y vacuno) pero desde hace algunas décadas se vienen empleando carnes de aves (pollo y pavo) que de acuerdo con Jiménez y Carballo (1989) y Ordoñez y Patiño (2012) se ha evidenciado su potencialidad ya que se obtiene un producto de menor contenido graso, consistencia suave, elevada humedad y duración media. Por otra parte, Petracci y Bianchi (2012), argumentan que la carne de aves de corral es apta para el desarrollo de productos procesados por su suave sabor y textura que permite a los productores impartir los perfiles de sabor deseados (es decir sabor picante vs suave) y texturas de acuerdo con las necesidades del mercado.

SALCHICHA COCIDA DE AVES

Es el producto elaborado a base de carne de aves aprobada por las autoridades sanitarias competente, adicionado o no de grasa de aves, vísceras comestibles, carbohidratos complejos, productos proteínicos, con la adición de condimentos,

especias, y aditivos permitidos por la norma COVENIN 2593: 2002, molidos y mezclados; curados, cocidos, ahumados o no, pasteurizado o esterilizado, embutidos en tripas artificiales, envasado o no en medio líquido (agua, salmuera o salsa) (COVENIN 2002).

CLASIFICACIÓN DE LAS SALCHICHAS COCIDAS DE AVES

Las salchichas cocidas de aves se clasifican según la norma COVENIN 2593: 2002 en:

- **Salchicha superior:** cuyo contenido de proteína mínimo de 11 % (100 % de origen cárnico), sin la adición de vísceras comestibles, carbohidratos complejos y productos proteínicos. Se permite la adición de agentes espesantes solo en las salchichas con contenido de grasa reducido.
- **Salchicha estándar:** cuyo contenido de proteína mínimo de 11 % (80 % de origen cárnico), sin la adición de vísceras comestibles, ni agentes espesantes. Se permite el uso de productos proteínicos y/o carbohidratos complejos en cantidades no mayor de un 3,5 % del producto terminado. Dentro de este 3,5 % se permite 3 % máximo de aislado proteínico vegetal.
- **Salchicha económica:** cuyo contenido de proteína mínimo de 11 % (50 % de origen cárnico), sin la adición agentes espesantes con o sin la adición de vísceras comestibles de aves. Se permite la adición de productos proteínicos y/o carbohidratos complejos, hasta un 7 % del producto terminado. Dentro de este 7 % se permite 3 % de aislado proteínico vegetal.

INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS

En la elaboración de salchichas se utiliza carnes, grasa, y agua como ingredientes principales adicional a éstos se pueden mencionar los ingredientes no cárnicos, y en él se

incluyen la sal, los condimentos, especias y aditivos, que deberán cumplir todas las normas higiénico-sanitarias que sean necesarias para evitar una posible contaminación en el producto final. A continuación, se describen brevemente algunos ingredientes utilizados en la elaboración de salchichas

Materias primas

Los constituyentes principales que conforman las materias primas en la elaboración de salchichas son: carne, grasa y agua.

Carne: las carnes que se utilizan para la elaboración de salchichas proceden de varias especies las más utilizadas son porcino, vacuno y aves de corral (pavo y pollo), entre otras (Oña *et al.* 2012). Ésta antes de ser utilizada en la mezcla con el resto de los ingredientes, se somete a un acondicionamiento previo. De acuerdo con López (1999), este acondicionamiento comprende un conjunto de operaciones que pueden ser: deshuesado, troceado, triturado, picado, descongelación, limpieza y pelado, o una combinación de cualquiera de estas. Estas operaciones se deben realizar con el producto a temperaturas reguladas: no superior a 4 °C en el caso de las aves; no superior a 3 °C en despojos y no superior a 7 °C en la carne. La temperatura ambiente donde se realice estas operaciones debe estar a 12 °C (Oña *et al.* 2012).

También es de gran importancia las características de la carne en cuanto a que condicionan los procesos de elaboración y la calidad del producto final. Uno de los principales factores que determina su aptitud para ser transformada en este tipo de productos es el pH, es decir, el grado de acidez, que influye en las propiedades funcionales de la carne, tales como capacidad de retención de agua, solubilización de las proteínas, en el color y la susceptibilidad de la carne al ataque microbiano (Jiménez y Carballo 1989).

La carne de pollo es un alimento que se caracteriza principalmente por su bajo contenido en grasa, elevada calidad de las proteínas y por el contenido de vitaminas del grupo B y minerales que proporciona. Por ser beneficiado a corta edad (5 a 7 semanas) presenta escaso contenido de tejido conjuntivo en la canal, baja concentración de pigmentos (mioglobina), por lo tanto, se trata de carnes blancas y además se destaca por su ternura. Sin embargo, dependiendo de las diferentes partes del ave, sus cualidades, como la jugosidad, el contenido en grasa, el color y la intensidad de olor y sabor, varían (Martín *et al.* 2006 citado por Carda 2014). La carne, al ser uno de los componentes mayoritarios junto con la grasa, influye en las características de composición, de propiedades fisicoquímicas y de atributos sensoriales del producto (Han *et al.* 2016 citado por Ramos *et al.* 2021).

Grasa: tradicionalmente para la elaboración de salchichas se utiliza tocino. De acuerdo con Pulla (2010), éste debe ser fresco del lomo extraído del cerdo después del sacrificio y refrigerado para su utilización. Ésta debe aportar las características de calidad de los productos cárnicos tales como sabor, jugosidad y textura (Jiménez - Colmenero *et al.* 2010). El contenido normal de grasa en un producto cárnico embutido emulsificado está entre un 15 % a un 30 % del peso final. Es de suma importancia en las emulsiones cárnicas ya que es la grasa la que se mezclará con las proteínas de la carne para formar una pasta (Mencia y Bolaños 2010, Gok *et al.* 2011 citado por Amini *et al.* 2015). Ésta mejora las características sensoriales como: el color dando una apariencia uniforme en la superficie del producto; intensifica y realza el sabor y por último mejora los parámetros de textura como viscosidad, elasticidad y dureza (Tokusoglu y Unal 2003). En resumen, la grasa además de influir en diferentes propiedades sensoriales de los productos cárnicos posee un papel básico en la formación y estabilidad de las emulsiones cárnicas (Rivera 2012).

En la alimentación la grasa sirve como fuente de energía; proporciona ácidos grasos esenciales y transporta vitaminas liposolubles al cuerpo representando una parte esencial de la dieta (Fox y Cameron 1992 citado por Totosaus 2007). Sin embargo, en los últimos años se ha cuestionado el consumo de alimento, especialmente los del sector cárnico debido en gran parte a que lo relacionan con la alta incidencia en el desarrollo de ciertas enfermedades crónicas (cardiovasculares y coronarias, hipertensión, obesidad, cáncer y arteriosclerosis entre las más importante) por los altos contenidos de ácidos grasos y colesterol que suelen tener, especialmente de grasa animal (Ozvural y Vural 2008, Weiss *et al.* 2010, Rivera 2012). En vista de esta realidad Zhang *et al.* (2010) indica que en los últimos años las demandas de los consumidores son por productos cárnicos saludables con niveles reducidos de grasa, colesterol y un perfil de ácidos grasos mejorado.

Con respecto a los productos bajos en grasa, Rivera (2012) lo define como aquellos alimentos a los cuales se le ha disminuido o eliminado el contenido de grasa (animal o vegetal) en relación con su concentración original y señala que la Norma Oficial Mexicana, NOM-086-SSA1-1994 menciona dos clasificaciones: productos bajos en grasa (contenido de grasa es menor o igual a 3 g/50 g de producto) y productos reducidos en grasa (contenido de grasa sea al menos un 25 % menor en relación al contenido de grasa del alimento original o de su similar). Por otra parte la norma COVENIN 2952-1:1997 hace referencia de productos ligeros aquellos que contengan una reducción del 50 % a más de grasa en relación al alimento de referencia, cuando en éste el 50 % o más de las calorías provenga de las grasas (COVENIN 1997).

Agua es uno de los componentes más importantes de los embutidos, debido a que influye directamente en sus propiedades fisicoquímicas, bioquímicas y mecánico-estructurales. Esto se ve reflejado en la consistencia de la mezcla, la cual disminuye

al agregarle agua reduciendo además la influencia negativa de las grasas en las propiedades mecánico-estructurales de los productos. Además, al agregar agua al comienzo de la mezcla en el Cutter, se genera el aumento del coeficiente de elasticidad de la mezcla para embutidos, lo que influye positivamente en todo su proceso de aglutinación (Hleap, 2003 citado por Ordoñez y Patiño 2012). De manera general el agua tiene como función solubilizar las proteínas y sales en la elaboración de embutidos, además de regular la temperatura durante el picado de la masa con la cúter Tandler (1974) citado por Roza (2015). La influencia del agua en la capacidad de retención de humedad de los productos depende de su secuencia de adición a la materia prima: al agregarla antes de los fosfatos y de la sal, la capacidad de retención de humedad de los productos aumenta. (Hleap, 2003 citado por Ordoñez y Patiño 2012).

Condimentos

Sal: el cloruro de sodio es uno de los ingredientes más utilizados en el sector de procesamiento de productos cárnicos (Inguglia *et al.* 2017). Las dos sales más usadas son el cloruro de sodio y las sales sódicas de los ácidos polifosfóricos. Generalmente trae como impurezas algunas otras sales inorgánicas, como las de potasio, magnesio, yodo, entre otras (Gil 2009). Las sales incrementan la capacidad de unión de la matriz proteica, mediante el aumento de la cantidad de proteína extraída y la alteración de la fuerza iónica y el pH del medio, siendo la influencia mayor sobre la fuerza iónica (Sánchez 2003).

La cantidad de sal utilizada en la elaboración de embutidos varía entre el 1 y el 5 %. Los embutidos madurados contienen más sal que los frescos. Esta sal adicionada desempeña las funciones de dar sabor al producto, actuar como conservante, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas; se constituye también en un eficaz agente antimicrobiano, esencialmente

por su efecto depresor sobre la actividad del agua de los productos. La sal retarda el crecimiento microbiano. A pesar de estas acciones favorables durante la elaboración de los embutidos, la sal constituye un elemento indeseable ya que favorece en enranciamiento de las grasas (Petracci y Bianchi 2012, Vargas *et al.* 2014).

Debido a que la sal tiene una función esencial en los productos cárnicos en términos de sabor, textura y tiempo de conservación, su empleo en su elaboración ha hecho de estos alimentos una de las principales fuentes de sodio en forma de cloruro de sodio por lo que el consumo de los productos cárnicos incrementa la ingesta diaria de sodio recomendada (Totosaus 2007, Jiménez-Colmenero *et al.* 2010). Desmond (2006), Inguglia *et al.* (2017), reportan que los productos cárnicos procesados contribuyen a aproximadamente el 20 % de la ingesta dietética total de sodio. En países como Irlanda y Reino Unido, la ingesta diaria de sodio para adultos es aproximadamente tres veces la cantidad diaria recomendada, por lo tanto, la salud pública y las autoridades reguladoras recomendaron la reducción de la ingesta dietética de sodio a 2,4 g (6 g de sal) ya que se relaciona con la hipertensión y en consecuencia un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular (CVD).

Espicias: especia (del latín *species*), también llamada condimento (del latín *condimentum*) es el nombre dado a ciertos aromatizantes de origen vegetal, que se usan para preservar o sazonar los alimentos (Almeida 2011). Son generalmente, partes secas de algunas plantas. Hay especias que provienen de los tallos (ej. canela), otras de las hojas (ej. laurel), otras de las semillas (ej. pimienta, comino), otras de la flor (ej. clavo de olor), entre otras. Se agregan a los productos cárnicos para conferirles sabores y olores peculiares (Gil 2009, Bautista y Flórez 2018). Son de uso muy frecuente en la elaboración de embutidos, pero deben ser utilizados con precaución, ya que pueden alterar el color, textura, consistencia, olor y sabor de estos. (Sánchez 2003). Por lo general se emplean mezclas de varias especias que se pueden adicionar enteras o no. Normalmente no se añade más del 1 % de especias. Además

de impartir aromas y sabores, ciertas especias como la pimienta negra, el pimentón, el tomillo, orégano o el romero y condimentos como el ajo, tienen propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Ayazo *et al.* 2017).

Aditivos

Son sustancia química que se añaden a un alimento, durante su elaboración, en pequeñas cantidades, para cumplir con una función tecnológica específica, impartiendo al alimento características que sin adición del aditivo no es posible darle (Gil 2009). Las funcionalidades principales que se lograrán por medio de los aditivos están representadas por la capacidad de retención de agua y grasa, propiedades de unión (aumentar la adhesión entre partes de carne o sistemas de carne picada), modulación de textura (aumento de la suavidad). También ofrecen la posibilidad de reducir el costo de formulación mediante la adición de agua a la carne, aumentando el rendimiento de procesamiento o permitir el uso de fuentes de carne cruda más baratas (carne deshuesada mecánicamente) en formulaciones de productos (Petracci y Bianchi 2012). Además, contribuyen a mejorar e intensificar ciertas propiedades de las proteínas cárnicas, especialmente: la capacidad de retención de agua, la capacidad de ligazón, la capacidad de emulsión. Éstos deben ser de pureza alimentaria, carecer de bacterias toxiinfectantes y manipularse de acuerdo con las normas higiénicas (Sánchez 2003).

De acuerdo con Gil (2009) y Bautista y Flores (2018), un aditivo solo debe usarse si se cumplen las siguientes condiciones:

- No es posible darle al alimento las características requeridas sin la adición del aditivo.
- Debe ser comprobadamente inocuo para la salud del consumidor.

- El uso del aditivo no debe inducir a engaño al consumidor, impartiendo características de un alimento de mayor valor a uno de menor valor.
- Las cantidades para utilizar de cualquier aditivo no deben exceder de las mínimas para producir el efecto deseado, ni de las máximas permitidas por la legislación vigente.
- El uso del aditivo no debe enmascarar deficientes prácticas de procesamiento, problemas microbiológicos, organolépticos o nutricionales del producto.
- No debe atentar contra el valor nutritivo del alimento.
- Debe ser, legalmente, de uso permitido.

Los aditivos usados en una fórmula de salchicha son los colorantes, los nitratos, nitritos, conservantes, antioxidantes, fosfatos, estabilizantes y espesantes y potenciadores de sabor (Sánchez 2003). Los estabilizantes y espesantes utilizados en formulaciones de salchichas son hidrocoloides, polímeros de alto peso molecular, que de acuerdo con Rodríguez *et al.* (2003) actúan como estabilizantes, espesantes y/o gelificantes en sistemas alimenticios.

Los nitratos y nitritos: contribuyen a aumentar y estabilizar el color rojo atractivo de la carne, así como también a desarrollar el aroma característico de la carne curada, inhiben el crecimiento de ciertas bacterias, especialmente el *Cl. botulinum* y retardan el desarrollo de la rancidez, por lo que tiene un efecto conservador (Gil 2009, Vargas *et al.* 2014).

La ingesta diaria aceptable (IDA) de nitratos recomendada por el comité conjunto de la FAO/OMS es de 0 - 3,7 mg/kg de peso corporal. Puesto que la toxicidad de los nitratos proviene de su conversión en nitritos y su posible formación endógena en N -nitrosocompuestos, deberá tenerse en cuenta también la IDA de nitritos, fijada en 0,06 mg/kg de peso corporal (Vargas *et al.* 2014). Sin embargo, es

un hecho bien conocido que la adición de nitratos o de nitritos a alimentos proteicos puede dar lugar a la aparición de nitrosaminas. Al ser muchas de ellas sospechosas de actuar como carcinógenos para el hombre, se recomienda reducir la adición de estos aditivos a la cantidad mínima posible que ejerza sus funciones (Sánchez 2003, Gil 2009, Vargas *et al.* 2014). Ciertos compuestos de los alimentos inactivan estas reacciones y otros las catalizan. Los principales inhibidores son los ácidos ascórbico o eritórbico y tocoferol (vitamina E). Por esta razón en muchos países se obliga añadir ácido ascórbico en el curado de la carne (Gil 2009).

Fosfatos y polifosfatos: se utilizan para alcanzar en las carnes refrigeradas, una capacidad de retención de agua, aproximadamente igual, que la de las carnes deshuesadas en caliente. El uso de polifosfatos acrecienta la extractabilidad de las proteínas miofibrilares y de la miosina nativa. Incrementan la cantidad de proteína que puede ser extraída en comparación con la sal por sí sola (Sánchez 2003). Los fosfatos además de potenciar la capacidad de retención de agua mejoran el color y aroma de los productos cárnicos. La mejora de la capacidad de retención de agua se explica como resultado de un pH superior que aumenta el espacio alrededor de las proteínas donde se aloja el agua (Gil 2009).

Entre los fosfatos inorgánicos aprobados por el USDA/FSIS para el uso productos cárnicos encontramos el tripolifosfato mono, di y tri sódico, el hexametáfosfato de sodio, el tripolifosfato mono, di y tri potasio; el tripolifosfato de sodio que es muy utilizado en productos cárnicos por su alta capacidad de retención de agua y aumento de pH (Knipe 2006). El uso de tripolifosfato de sodio en productos bajos en sodio se encuentra en concentraciones que van desde 0,15 a 0,5 %. Entre los productos a los cuales se les puede aplicar concentraciones más bajas de tripolifosfato de sodio se encuentran las hamburguesas, nuggets, croquetas, chorizos, salami cocido y embutidos similares, salchichas y carnes frías (Miranda 2007 citado por Mencía y Bolaños 2010).

Ligadores y/o extensores: suelen ser aditivos proteicos, definidos como proteínas no cárnicas, estos son hidrocolides, **que se en** empleados en embutidos de tipo emulsión. García (2014), señala que se usan con el afán de mejorar la funcionalidad de las proteínas, obtener formulaciones más flexibles y económicas, reducir las mermas y el encogimiento durante la cocción, mejorar la retención de agua, las características de rebanado y el valor nutritivo de los productos cárnicos.

Los hidrocoloides son polímeros de cadena larga y alto peso molecular, que se disuelven en agua proporcionando un efecto espesante. La utilidad e importancia de los hidrocoloides se fundamentan en sus propiedades funcionales: la estabilización, el espesamiento y la gelificación (Rodríguez *et al.* 2003). Estos polímeros también se utilizan para efectos secundarios que incluyen estabilización de emulsiones y suspensiones, control de la cristalización, inhibición de la sinéresis y formación de películas, entre otros (Dziezak 1991 citado por Rodríguez *et al.* 2003).

Los hidrocoloides se pueden agrupar en tres categorías principales: Naturales, semisintéticos y sintéticos (Glicksman 19829 citado por Rodríguez *et al.* 2003), como se muestra en el Cuadro 2. Los hidrocoloides naturales se clasifican en dos grupos según procedan del reino animal o vegetal. Entre los primeros se encuentran la clara de huevo, el suero o plasma de sangre, las albúminas de la leche, entre otros. Entre los segundos se tienen: el agar agar, la gelosa, los alginatos, los carragenanos, los carragenatos, las gomas de algarroba, los almidones, entre otros (Sánchez 2003).

La clara de huevo: es un ingrediente muy importante contiene un mínimo de 80 % de proteína y se usa en la elaboración de diferentes productos alimenticios ya que posee una variedad de propiedades funcionales como la formación de gel, propiedades de retención de agua, capacidad de formación de espuma y habilidad de emulsificación (Veloza 2014) por otra parte Fennema (2000) y Santana (2006), señalan que las principales propiedades tecnofuncionales de la clara de huevo y sus

aplicaciones son las siguientes: adhesiva, espumante, aglutinante, coagulante, gelificante y espesante. Según Marianski y Marianski (2011) se añade de 1 a 3 % a las salchichas con bajo contenido de carne para aumentar el contenido de proteína y contribuye a la textura firme de las salchichas al proporcionar un gel estable.

Cuadro 2. Clasificación de los hidrocoloides.

Clasificación	Compuestos
Hidrocoloides Naturales	<i>Exudados de plantas:</i> Arábigo, Tragacanto, Karaya, Ghatti
	<i>Semillas de plantas:</i> Garrofin, Guar
	<i>Extractos de algas marinas:</i> Agar, Alginatos, Carragenina
	<i>Almidones</i>
	<i>Animal:</i> Gelatina, Albúmina, Caseína
	<i>Subproducto vegetal:</i> Pectina, Arabinogalactano
Hidrocoloides Semisintéticos	<i>Derivados de la celulosa</i> : Carboximetilcelulosa (CMC), Metilcelulosa, Hidroxipropilcelulosa
	<i>Gomas de fermentación microbiano:</i> Xantan, Gelano
	<i>Almidones modificados:</i> Carboximetil Almidón, Hidroxipropil Almidón
	<i>Modificados químicamente:</i> Alginato de Propilenglicol, Pectina Metoxilada
Hidrocoloides Sintéticos	<i>Polímeros vinílicos:</i> Polivinilalcohol (PVA), Polivinilpirolidina (PVP)
	<i>Polímeros de óxido de etileno:</i> Polyox.

Fuente: Glicksman (19829) citado por Rodríguez *et al.* (2003).

Gelatina: es una proteína desnaturalizada derivada del colágeno por termohidrólisis. Sirve principalmente como un agente gelificante en sistemas alimenticios, pero también se utiliza como formador de película espesante, estabilizadores, emulsionante, agente adhesivo, agente espumante, coloide protector y como agente de fijación de bebidas (Segnan *et al.* 2003 citado por Ch'ng *et al.* 2014). Es técnicamente clasificada como hidrocoloide, está hecha de subproductos de la industria de la carne y del cuero (huesos, pieles, piel de cerdo). Se utiliza en alimentos reducidos en grasa para mimetizar la sensación de grasa en la boca y para aumentar el volumen sin añadir calorías. La combinación de gelatina con varios hidrocoloides ha dado lugar a nuevos aditivos alimentarios que imitan de cerca la sensación en la boca de las grasas (Marianski y Marianski 2011). Se utiliza así mismo como un agente estabilizador para las emulsiones, esto ocurre porque las diferentes moléculas de proteína que constituyen la gelatina están en forma de cadena

politécnicas en zigzag unidas de modo débil para formar una red tridimensional de tal modo que el agua es atrapada e inmobilizada en esta red (Fox y Cameron 1999).

La gelatina en polvo añadida al 1 – 2 % ayuda a unir la carne deshuesada o rellenar los cortes individuales de carne que no son perfectamente magra. La fuerza de la gelatina se mide en números de floración (nombrado después del inventor del sistema Oscar T. Bloom). Cuanto mayor sea el número Bloom, más rígida será la gelatina. Gelatina utilizada en los alimentos por lo general se extiende de 125 flor a 250 flor, la gelatina sin sabor que se vende en los supermercados se encuentra en el extremo superior de esta gama (Marianski y Marianski 2011).

Almidón: es un polímero puro de carbohidratos, que están formados por diferentes proporciones de amilosa y amilopectina. En los productos cárnicos, los almidones se utilizan principalmente como agentes gelificantes para unir el agua añadida en ambas partes inyectadas (el almidón se puede incorporar fácilmente a una salmuera sin problemas). Además, se pueden usar algunos almidones particulares para proporcionar estabilidad de congelación/descongelación del agua gelificada, así como para proporcionar un comportamiento mimético de grasa en productos magros con el fin de mejorar su perfil sensorial y ayudar a liberar el sabor (Petracci y Bianchi 2012).

La adición de almidón disminuye la calidad de los embutidos, pero influye positivamente en el costo del producto, dando un buen resultado final para embutidos de calidad media. También ayuda a que la carne retenga mayor proporción de agua, que se encuentra englobada entre las porciones gelatinizadas y en aquellos jugos liberados durante el tratamiento térmico. Esta retención de agua hace que disminuya la pérdida de peso durante la cocción. Los almidones más utilizados son generalmente de trigo, papa, arroz y yuca. Se utilizan corrientemente en dosis de hasta un 4 % (Sánchez 2003, **Petracci y Bianchi 2012**).

La tendencia actual es elaborar productos cárnicos saludables es por ellos que actualmente se están sustituyendo ciertos aditivos químicos por otros naturales que le proporcionen similares características a estos productos. También se están incorporando algunos vegetales como: zanahoria, remolacha, vainita, espinaca y auyama; entre otros que además de aportando vitaminas, minerales y fibra le confiere algunas características organolépticas.

Auyama

La auyama es una hortaliza que pertenece a la familia de las cucurbitáceas, género *Cucurbita* entre los que se encuentra varias especies (*C. moschata*, *C. máxima*, *C. argyrosperma* y *C. mixta*), conocidas como calabaza de inviernos, cuyas frutas se cosechan completamente maduras. Bajo el género *Cucurbita* también se encuentran los calabacines de verano (*C. pepo*), cuyas frutas se cosechan en su etapa inmadura. (Fornaris 2012, Correa *et al.* 2019). Éstas se cultivan en una amplia gama de condiciones agroclimáticas, fácil de cultivar, de alto rendimiento, y económica (Rózylo *et al.* 2014).

La calabaza (*Cucurbita moschata* Duchesne), se conoce en los países de habla hispana con los nombres comunes de auyama, ayote, joko, y zapallo (Fornaris 2012). Esta hortaliza es una valiosa fuente de carotenoides y ácido ascórbico vitaminas A, C y E, folato, aminoácidos esenciales y minerales como fósforo, magnesio y calcio (Sirohi *et al.* 1991 citado por Zargar *et al.* 2014). Su alto contenido nutritivo la convierte en una verdura versátil. Además, poseen muchas propiedades medicinales, se considera como: sedante, emoliente y refrigerante (Fornaris 2012). Su contenido de fibra mejora el tránsito intestinal y previene el estreñimiento, de ahí que se considere un alimento adecuado para eliminar toxinas del intestino y prevenir enfermedades como el cáncer de colon. Rica en mucílagos (fibras solubles que protegen la mucosa del estómago), es indicada en casos de acidez, digestiones pesadas, pirosis (ardor

esofágico) y gastritis (Fornaris 2012, Bhat *et al.* 2010 citado por Zargar *et al.* 2014). Los polisacáridos de esta hortaliza tienen actividad hipoglucemiante por lo tanto una dieta rica en calabaza podría reducir los niveles de glucosa en la sangre (Adam *et al.* 2011).

El fruto maduro se utiliza como alimento, principalmente su pulpa, cocida de varias formas. La misma se prepara mayormente hervida o al vapor, en guisos y en ocasiones al horno. Se utiliza también junto a otros ingredientes en la confección de diversos platos de comida tradicionales (cremas, puré, salsa, entre otros), incluyendo algunos postres (Fornaris 2012). La pulpa de calabaza es muy apreciada en una diversidad de productos para niños y adultos, por lo tanto, ha recibido considerable atención en los últimos años debido a su valor en la nutrición y protector de la salud (Caili *et al.* 2007). Todas estas cualidades de este vegetal a propiciado varias investigaciones para evaluar su incorporación como ingrediente en una serie de productos tales como: en pan (Rózylo *et al.* 2014), espagueti (Marulanda 1998), salchichas (Choi *et al.* 2012, Zargar *et al.* (2014), entre otros.

PROPIEDADES FÍSICAS DE IMPORTANCIA EN LA PERCEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

Entre las propiedades físicas que juegan un papel importante en la percepción de los productos cárnicos por afectar su apariencia, están el color y la textura. De acuerdo a Wu y Sun (2013), el color es el primer atributo de calidad evaluado por los consumidores y, por lo tanto, es un componente importante de la calidad de los alimentos relevante para la aceptación en el mercado. Por otra parte, Torres *et al.* (2015), argumentan que la textura es un atributo utilizado en la industria cárnica, para evaluar la aceptabilidad y la calidad tanto de la carne fresca como procesada. Estos atributos sufren cambios durante el proceso de elaboración, congelación y

almacenamiento de las carnes y productos cárnicos que influyen en la calidad del producto final y por lo tanto en la elección del consumidor.

El color en los productos cárnicos

El color es el factor que más afecta al aspecto de la carne y de los productos cárnicos durante su almacenamiento, y el que más influye en la preferencia de los consumidores (Pérez y Andújar 2000). Éste tiene una estrecha asociación con factores de calidad como la frescura, la madurez, la variedad y el atractivo y la seguridad alimentaria, y por lo tanto es un factor de clasificación importante para la mayoría de los productos alimenticios (Wu y Sun 2013). Está influido por múltiples factores interactuantes entre sí. Los factores *ante mortem* como son: la especie, raza y el sexo del animal, la dieta que recibe, edad, así como el transporte y estrés antes del sacrificio; los factores del sacrificio como: el desarrollo del *rigor mortis*, la velocidad de enfriamiento, el sangrado y la estimulación eléctrica; y los factores *post mortem*, derivados del tratamiento tecnológico que se aplique a la carne tanto durante la maduración como en la conservación posterior (Irantzu 2010).

Los pigmentos presentes en la carne consisten principalmente de dos proteínas: la hemoglobina, que está presente en la sangre, y la mioglobina, que está asociada con el tejido muscular. Existen otros pigmentos como los citocromos, pero su contribución al color es menor. En el tejido muscular de un animal bien desangrado la mioglobina constituye 80 – 90 % del pigmento total (Shafiur 2003, Ramos 2005).

El color en los productos cárnicos es el producto de reacciones bioquímicas entre los compuestos naturales de la carne, tales como la mioglobina, la hemoglobina y el oxígeno y la acción de agentes externos tales como los nitratos y nitritos durante su procesado y almacenamiento (Pinzón *et al.* 2015). Los pigmentos naturales son; por lo general, compuestos inestables que se descomponen al ser calentados, y cuya

estabilidad se ve influenciada por numerosos factores. En los alimentos cárnicos el pigmento oximioglobina, de color rojo brillante, se transforma en metamioglobina de color marrón pardo, y la mioglobina, de color rojo púrpura, se transforma en hemocromógeno de la globina, de color marrón rojizo (Armerling 2001, Pinzón *et al.* 2015). En la Figura 1, se presenta las reacciones químicas que ocurren entre los tres estados de la mioglobina.

Existe una serie de reacciones que se producen durante el calentamiento de las carnes, las cuales pueden afectar el color. Dentro de estas reacciones, las más conocidas y las que probablemente tienen mayor implicación en tales cambios son: la degradación de los pigmentos de color, reacciones de oscurecimiento de Maillard y la caramelización (Shafiur 2003). Por otra parte Möhler (1984) argumenta que durante el proceso de cocción, se produce una variación en la pigmentación del color castaño del pigmento muscular oxidado a un color entre rosa y rojo claro identificado como pigmento de monóxido de nitrógeno o pigmento del curado, este cambio de color se debe a que el calor desnaturaliza la proteína (globina) y se hace posible la rotura de la unión entre la proteína y el hierro de la mioglobina, sosteniéndose la hipótesis de que, al calentar la mioglobina, se fijan dos moléculas de óxido nítrico al hierro.

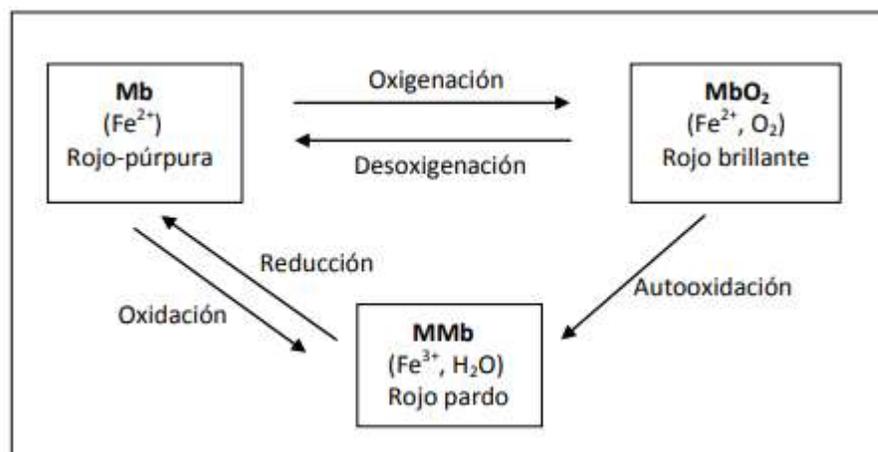


Figura 1. Clasificación de los hidrocoloides.

Fuente: Irantzu 2010

Métodos para medir el color en los alimentos

Las mediciones de color se pueden realizar mediante inspección visual (humana), instrumentos tradicionales como colorímetro o visión artificial (Wu y Sun 2013). La introducción de métodos objetivos para medir el color de los alimentos constituye una valiosa herramienta para evaluar la calidad, usándose en muchos casos para la evaluación del efecto de variables del procesamiento, tales como las temperaturas y el tiempo. Existen diversos métodos para la medición física del color de los alimentos Capilla *et al.* (2002) y Artiaga *et al.* (2002) señalan los siguientes:

- Sistema Musell: el cual consiste en comparar el color de la muestra con los colores obtenidos al hacer girar un disco, que contiene componentes coloreados individualmente.
- Sistema Lovibond: compara la muestra con el uso de vidrios coloreados montados sobre discos graduados.
- Sistema triestímulo: basados en los colores primarios, los cuales se miden con una fotocélula que cuantifica la luz que pasa a través de tres filtros coloreados.
- Sistema Hunter: se desarrolló a partir de la teoría de Hering de los colores opuestos en el que se definieron tres nuevas coordenadas de Claridad o luminosidad (L^*), indica la proporción aparente de la luz incidente, reflejada o transmitida por los objetos, sobre una escala de blanco o incolora a negro, y Cromaticidad representada por a^* , cuando corresponde al componente rojo-verde para valores positivos y negativos respectivamente y b^* , de igual manera para el componente amarillo-azul para valores positivos y negativos respectivamente.

La textura en los productos cárnicos

La textura en la carne es una característica que se relaciona con la cantidad de tejido perimio que rodea a cada haz de fibras y el tamaño de los haces. Engloba una serie de propiedades mecánicas, algunas de las cuales tienen especial importancia tecnológica para la elaboración de productos derivados (viscosidad, cohesividad) y otras constituyen los principales componentes de la apreciación de la calidad de la carne en el momento de su consumo (capacidad de deformación, resistencia al corte, elasticidad) (Amerling 2001). En la industria cárnica, se destacan ciertos aspectos con respecto a los atributos de textura, en donde la dureza es uno de los atributos más importantes a la hora de obtener un alimento suave y tierno, seguido de la elasticidad, la cohesividad, la adhesividad (Torres *et al.* 2015).

En las carnes cocidas los cambios en la textura están causados por la coagulación y la pérdida de capacidad de retención de agua de las proteínas, lo cual produce una contracción y endurecimiento de los tejidos musculares. El ablandamiento está causado por la hidrólisis del colágeno, la solubilización de la gelatina resultante, y la fusión y dispersión de las grasas por todo el producto (Shafiur 2003).

Métodos para medir la textura en productos cárnicos

La estructura de un producto puede a menudo conducir a una mejor comprensión de sus propiedades físicas y en último término, de sus características texturales (Roudot 2004). Los factores constituyentes de la textura pueden ser evaluados por análisis descriptivos sensoriales o instrumentales (Torres *et al.* 2015).

Los métodos sensoriales incluyen la utilización de los sentidos del olfato, sabor, sonido y tacto. La evaluación de la textura por el tacto incluye la utilización de los dedos, labios, lengua, paladar y dientes. Como se podría esperar, los métodos sensoriales de análisis están sujetos a una alta variabilidad es por ello por lo que es preferible utilizar métodos instrumentales para evaluar la textura de alimentos puesto que pueden realizarse bajo condiciones controladas (Rosenthal 2001).

Existe una diversidad de métodos instrumentales para la medición de la textura de productos cárnicos. Los métodos pueden medir una única propiedad física, pero más frecuentemente miden la mezcla de una serie de propiedades físicas del producto bajo estudio. Existen tres métodos de acuerdo Roudot (2004) para estudiar el comportamiento reológico de los productos alimenticios los cuales son:

- Métodos fundamentales: diseñados para medir una o varias propiedades físicas tales como esfuerzo de ruptura, relación de Poisson, módulo de Young, módulo de cizalla y otros, de una muestra bajo prueba y relacionar esta propiedad con características texturales definidas por técnicas sensoriales.
- Métodos empíricos: cubren una serie de ensayos empíricos tales como penetración, cizalla, extrusión, entre otros. Estos ensayos empíricos se correlacionan bastante bien con la evaluación sensorial de textura de los alimentos.
- Métodos imitativos: son los logrados con instrumentos que imitan la acción de la boca al masticar. Este grupo de técnicas intenta simular en cierto grado las fuerzas y deformaciones a las que está sometido el alimento mientras está siendo consumido.

Rosenthal (2001), señala que una de las técnicas imitativas que ha captado la imaginación de muchos tecnólogos en alimentos debido a que pretende proporcionar valores estándares de la textura de los alimentos es el análisis de perfiles de textura (TPA) sus siglas en inglés (texture profile analysis), creado por la General Foods a mediados de los años 60.

Análisis de perfiles de textura (TPA)

El análisis de perfil de textura está basado en el reconocimiento de la textura como una propiedad multiparamétrica y en la clasificación de sus características. El método de ensayo fue definido a partir de dos compresiones uniaxiales sucesivos separados por un tiempo de relajación. Esto produce una deformación pseudo-sinusoidal que simula de una manera correcta la acción de la mandíbula en un proceso de masticación (Rosenthal 2001).

En la actualidad, el método instrumental comúnmente utilizado es TPA, que imita las condiciones a que se somete el material durante el proceso de masticación; ayuda a medir y a cuantificar parámetros que se relacionan a su vez con variables como: la tasa de deformación aplicada y la composición del producto que tienden hacer exactos cuando en algunos métodos de medición de textura pueden dar resultados diferentes (Torres *et al.* 2015).

El resultado se obtiene con la formación de una curva de la fuerza aplicada en función del tiempo que supervisan y registran los eventos característicos espaciales o temporales de muestras durante las mediciones de textura de alimentos. El TPA configura un puente de medida objetiva a la sensación subjetiva y hace que las características de textura de alimentos sean más predecibles (Chen y Opara 2013 citado por Torres *et al.* 2015). Obteniendo estas curvas se puede obtener una simulación del esfuerzo de la mandíbula al morder, dando a conocer el

comportamiento del alimento con respecto a la fuerza aplicada como se muestra en la Figura 2. Del análisis de las curvas, se logran siete parámetros texturales, de los cuales cinco se obtienen de medidas y dos se logran por medio de cálculo. Estas definiciones se han elegido después de ensayos de correlación entre los resultados sensoriales y de ensayos de perfil de textura descritos por Rosenthal (2001), Roudot (2004) de la siguiente manera:

- Fracturabilidad: corresponde la fuerza necesaria para la primera ruptura (pico 1).
- Dureza: también llamada firmeza, es el valor de la fuerza máxima obtenida después de la primera compresión (pico 2).
- Adherencia: es definida como el área negativa (situada bajo el eje de abscisas, A_3) lograda durante la primera compresión y representa el trabajo necesario para despegar el producto de la placa de compresión.
- Cohesión: es definido como la razón del área positiva lograda durante la segunda compresión y del área positiva de la primera compresión (A_2 / A_1). Mide la fuerza de los enlaces internos del producto.

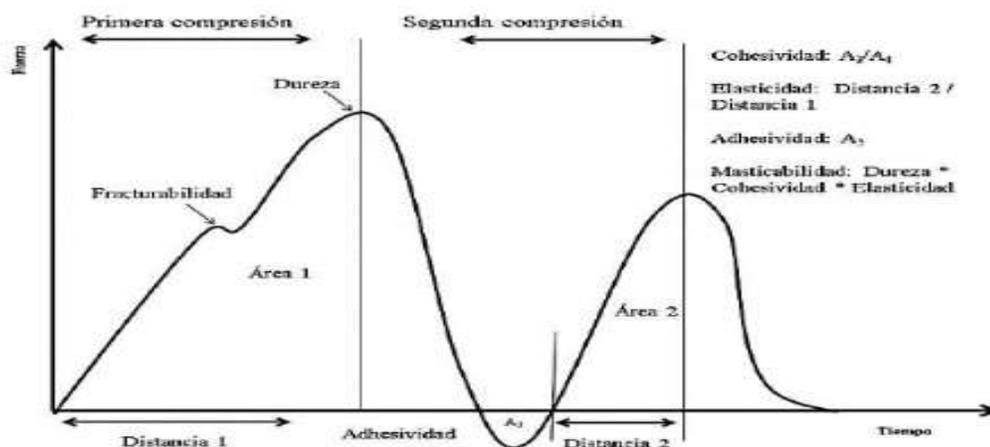


Figura 2. Curva típica de análisis de perfil de textura lograda en un texturómetro.

Fuente: Fuente: Hleap y Velasco 2010

- Elasticidad: es definida como la altura que recupera el alimento durante el tiempo que transcurre entre la primera y la segunda compresión.
- Gomosidad: es definida como el producto de dureza por cohesividad y debe ser aplicados a productos semi- sólidos, es incorrecto cuantificarlo en productos sólidos.
- Masticabilidad: es definida como el producto de gomosidad por elasticidad (que es igual a dureza por cohesividad y por elasticidad). Este parámetro debe ser aplicado a productos sólidos.

Los parámetros de compresión obtenidos con TPA han sido utilizados en salchichas de carne cocida por muchos autores como índices para determinar la calidad del producto terminado o para determinar las modificaciones de las propiedades texturales debido a las formulaciones establecidas de manera parcial (García *et al.* 2006).

EFFECTO DE LA CONGELACIÓN SOBRE LA CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS

La congelación es un método de conservación de la carne de uso frecuente, se ha demostrado que la temperatura y la duración de la congelación influyen en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la carne. Las carnes son sistemas multicomponentes estando constituidas por un espacio intracelular y extracelular, la mayor parte del agua está contenida dentro de las células, por lo que estará en condiciones de sufrir los efectos perjudiciales de la congelación al formarse los cristales de hielo que van a ocasionar daños en la estructura muscular (López *et al.* 2001).

Los efectos de la congelación sobre la carne y productos cárnicos se deben en gran medida a la cristalización, tamaño y localización de los cristales de hielo e implican cambios en la capacidad de retención de agua que conduce a la producción de exudado dando lugar a una apariencia desagradable, pérdida de jugosidad después del cocinado y aumento de la velocidad de crecimiento microbiano debido a la humedad de la superficie. Los cambios que afectan a la calidad se producen en todas las etapas de la vida útil de la carne congelada, desde la congelación inicial hasta la descongelación final (Cambero *et al.* 1998). La magnitud de las pérdidas de calidad en carne congelada depende de muchos factores, incluyendo específicamente la temperatura de almacenamiento, la velocidad de congelación y descongelación y las fluctuaciones de temperatura (Ruiz-Capillas *et al.* 2002 citado por Xia *et al.* 2010).

Debido a que la congelación induce a cambios en las proteínas miofibrilares, los productos preparados con carnes congeladas tienden a perder sus propiedades funcionales tales como la capacidad de retención de agua, la emulsificación y la capacidad de gelificación (Mignino y Paredi 2008 citado por Xia *et al.* 2010).

MODIFICACIONES DE LA CALIDAD DE LA CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO CONGELADO

La congelación y almacenamiento congelado de la carne puede afectar a las propiedades estructurales y químicas, incluyendo cambios en las fibras musculares, y las fracciones de lípidos y proteínas (Pietrasik y Janz 2009). Sin embargo, existen diversos estudios que señalan que las mayores modificaciones en la calidad de la carne y productos cárnicos suceden durante el almacenamiento y no durante el proceso de congelación. Estos cambios pueden reducirse en función de la temperatura de almacenamiento y del tipo de producto. La calidad de la carne y productos cárnicos puede variar durante el tiempo de almacenamiento y estos cambios que se producen se deben a fenómenos físicos y químicos, ya que las temperaturas de

congelación detienen el crecimiento microbiano. Los fenómenos físicos que tienen lugar de acuerdo con Casp y Abril (2003) son: recristalización y sublimación, y que tienen que ver con la estabilidad del hielo en el interior y en la superficie del producto.

La recristalización ocurre debido a la inestabilidad de los cristales de hielo, los cuales cambian de tamaño, forma y número durante el almacenamiento a temperaturas de congelación y produce daño a la textura de la carne y producto cárnico (Casp y Abril 2003).

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el área de tecnología y procesamiento de producto cárnicos existe una constante innovación por ofrecer a los consumidores un producto cada vez más saludable reduciendo los niveles de grasa y de sodio, ingredientes característico de estos productos que lo hacen muy cuestionados por estar relacionados con ciertas enfermedades crónicas degenerativas, por ello se han abocado a realizar cambios en los ingredientes tanto cárnicos como no cárnicos, sustituyendo o incorporando ingredientes de origen vegetal con características funcionales, así como también cambios en el proceso de elaboración, empacado, almacenamiento y distribución, por ello hoy en día se encuentran una gran variedad de investigaciones al respecto.

Para efecto de este trabajo de investigación se tomaron en cuenta aquellas investigaciones que de alguna manera estuvieran relacionadas ya sea por los componentes en la formulación de las salchichas, en el proceso de elaboración y almacenamiento y en las variables analizadas en el producto terminado. A continuación se presentan tan solo cinco investigaciones entre las tantas consultada, tal vez se hayan omitido otras de mayor relevancia, pero todas de una manera u otra fueron significativas para la ejecución de esta investigación.

Rozas (2015), en su investigación titulada: “Efecto de la adición de albúmina de huevo en las propiedades tecnológicas de salchichas tipo frankfurt durante su almacenamiento a 4°C”, tuvo como objetivo evaluar las propiedades tecnológicas durante el almacenamiento a 4°C de salchichas tipo Frankfurt al adicionarle albúmina de huevo en diferentes proporciones (0, 1 y 2 %) y 2 por ciento de proteína de soja por un periodo de 24 días. Se evaluaron las muestras elaboradas con los tres tratamientos; los días: 1, 6, 12, 18 y 24 días los parámetros: pH, actividad de agua, parámetros de color, dureza, pérdida de agua, recuento de bacterias aerobias mesófitas viables, detección de Salmonella y recuento de coliformes totales. Concluyendo que el uso de proteína de albúmina de huevo no tiene un efecto significativo sobre pH y actividad de agua, pero si tiene efecto positivo sobre el color, obteniendo valores altos de: luminosidad (L*) y tendencia al rojo (a*); y valores bajos de tendencia al amarillo (b*) con respecto a las muestras elaboradas con proteína de soja. Además en cuanto a dureza los valores más altos se obtuvieron en las muestras elaboradas con 2 por ciento de albúmina de huevo; 1795.5 N, seguidas por las muestras elaboradas con 1 por ciento de albúmina de huevo; 1407.0 N y finalmente las muestras elaboradas con proteína de soja; 1252.3 N. Respecto a los parámetros microbiológicos, al finalizar el estudio, el recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas Viables fue mayor en las muestras elaboradas con proteína de soja

García-Reyes *et al.* (2015), en su investigación titulada “Elaboración de salchichas de pollo, bajas en grasa y ricas en fibra y omega-3. El objetivo de este trabajo fue elaborar salchichas cocidas a base de carne de pollo, bajas en grasas saturadas y ricas en fibra y omega-3. Este último se incluyó en la formulación a través de semillas de chía (*Salvia hispánica L.*). En una primera fase del proyecto se estudiaron tres hidrocoloides como sustitutos de la grasa para emular las características sensoriales que proporciona la grasa en este tipo de producto. Para ello se analizó la capacidad de retención de agua y la estabilidad en ciclo de congelación/descongelación de diferentes hidrocoloides: fibra de guisante, almidón

de patata y harina de arroz pregelatinizado. Además, se analizó cómo afectaba la adición de chíá, en forma de harina o de semilla, en la capacidad de retención de agua y en la estabilidad en ciclo de congelación-descongelación de los hidrocoloides. En una segunda fase del proyecto se analizaron diferentes formulaciones de salchichas, utilizando entre los ingredientes los hidrocoloides seleccionados en la primera fase del trabajo, la fibra de guisante y el almidón de patata en proporciones de 50-50 %, 70-30 % y 80-20 % respectivamente y la chíá finalmente en forma de semilla. Desde el punto de vista nutricional las salchichas formuladas resultaron entre un 60-62 % menos calóricas que las comerciales, con un contenido proteico similar y una reducción en el contenido lipídico de entre el 89-91 %, fundamentalmente en lo referente a los ácidos grasos saturados, los cuales se redujeron en un 95 %. Además 100 gramos de salchichas formuladas con un 7 % y un 8 % de fibra de guisante cubriría el 18 % y el 20 % de ingesta diaria de fibra recomendada respectivamente y en ambos casos el 96 % de los requerimientos en omega-3. Teniendo en cuenta los resultados del análisis sensorial y de la valoración nutricional, podemos concluir que la formulación más adecuada sería la elaborada con un 7 % de fibra de guisante y un 3% de almidón de patata.

Carda (2014), realizó una investigación que llevó como título “Elaboración de salchichas de pollo bajas en grasa y ricas en omega-3 y fibra”, cuyo objetivo fue conseguir un producto cárnico de elevada calidad nutricional, por sus contenidos en fibra y en omega-3 con elevada aceptabilidad organoléptica por parte del consumidor. El trabajo consistió en el estudio de diferentes formulaciones de salchichas con varios niveles de adición de agua (10 % a 40 %) y diferentes composiciones: semillas o harina de chíá y/o glucomanano a concentraciones entre 0,5 y 1 %, sobre las características nutricionales, fisicoquímicas, mecánicas, ópticas y sensoriales. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto, que es posible el desarrollo de un producto cárnico emulsionado, con bajos niveles de grasa y con un enriquecimiento en omega3 y fibra, con unas características adecuadas en cuanto a parámetros fisicoquímicos,

mecánicos y sensoriales. La formulación más adecuada, consiste en un 30% de agua con chíá y konjac al 0,5 %, la cual se caracteriza por un valor de calórico de 89,89 Kcal en 100 g de producto, con un contenido en omega-3 de 0,13 g y de fibra de 0,46 g.

ZARGAR *et al.* (2014), en su investigación titulada "Efecto de la calabaza en las características de calidad y almacenamiento de salchichas de pollo envasadas aerobiamente", tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de pulpa de calabaza (6, 12 y 18 %) en las características de calidad de las salchichas de pollo y el tiempo de almacenamiento a 4 °C. Los productos fueron analizados para varios atributos fisicoquímicos y sensoriales obteniendo el mejor resultado el nivel de incorporación del 12 % de pulpa de calabaza. Para el estudio de almacenamiento se utilizaron las salchichas elaborados con un 12 % de calabaza y el control, las cuales fueron empacados aerobiamente en bolsas de polietileno de alta densidad (LDPE) y se mantuvieron a temperatura de refrigeración ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) durante 21 días. Los análisis de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales se realizaron en condiciones higiénicas a un intervalo regular de 0, 7, 14 y 21 días. Los resultados obtenidos demostraron que las salchichas de pollo extendidas con 12 % de pulpa de calabaza podría envasarse convenientemente en LDPE durante un período de 14 días en condiciones de refrigeración ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) sin ninguna marcada pérdida de propiedades fisicoquímicas, microbianas y sensoriales de calidad.

Choi *et al.* (2012) en su investigación titulada "Efectos de la fibra de calabaza (*Cucurbita maxima* Duch.) sobre las propiedades fisicoquímicas y características sensoriales de las salchichas de pollo", cuyo objetivo fue investigar los efectos de la fibra dietética extraída de la calabaza en niveles de 0, 1, 2, 3 y 4 % sobre el pH, color, pérdida por cocción, estabilidad de la emulsión, análisis del perfil de textura (TPA), viscosidad y características sensoriales de la salchicha de pollo. Los resultados obtenidos de los análisis realizados se determinó que la adición de diferentes niveles

de fibra de calabaza afectó la composición próxima de las salchichas de pollo ($p < 0.05$), excepto el contenido de proteína. Además, influyeron en las propiedades fisicoquímicas y de textura de las salchichas de pollo ($p < 0.05$). La coloración amarilla, la viscosidad y la dureza fueron mayores en las muestras de salchichas de pollo que contenían fibra de calabaza que en el control ($p < 0.05$). Los resultados mostraron que las muestras de salchichas de pollo con niveles más altos de fibra de calabaza tenían valores de luminosidad más bajos ($p < 0.05$), así como menor pérdida por cocción, estabilidad de la emulsión y puntajes de color más bajos ($p < 0.05$) en comparación con los controles sin tratamiento con fibra de calabaza. Las salchichas de pollo con 2% y 3% de fibra de calabaza tuvieron mayor aceptabilidad general que la del control ($p < 0.05$). Los resultados muestran que la adición de fibra de calabaza produjo salchichas de pollo aceptables y mejoró sus características de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Tecnología de Alimentos de la Escuela de Ciencia del Agro y del Ambiente ubicado en el Campus Los Guaritos, Núcleo de Monagas de la Universidad de Oriente, la cual consistió en evaluar el efecto de la adición de hidrocoloides (almidón de yuca, almidón de maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor) y el almacenamiento en congelación sobre el color y la textura de salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama (SLPA). Para ello se determinó las coordenadas de color (L^* , a^* , b^*) y el análisis del perfil de textura (ATP) de las salchichas antes de la congelación y después de su descongelación.

OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la elaboración de las salchichas se adquirieron seis (6) pollos beneficiados (13,215 kg), 1,50 kg de auyama en el mercado municipal de Los Bloques municipio Maturín, estado Monagas, los demás ingredientes (almidón de yuca, almidón de maíz, clara de huevo pasteurizada, gelatina en polvo sin sabor, grasa vegetal, sal, ajo, orégano y pimienta blanca) se obtuvieron en establecimientos distribuidores de ingredientes y aditivos para la elaboración de productos alimenticios. Los pollos beneficiados se trasladaron en una cava con hielo al laboratorio para ser lavados con agua potable y sumergidos en agua con hielo para bajar su temperatura corporal.

FORMULACIÓN DE LAS SALCHICHAS

Se realizaron varios ensayos preliminares hasta obtener las condiciones básicas de formulación y procesamiento de elaboración de las SLPA, donde el ingrediente que varió en cada formulación fue el hidrocoloide (almidón de yuca, almidón de

maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor), en un porcentaje de 3 % cada uno. En el Cuadro 3 se muestra los ingredientes y porcentajes que se utilizaron en la formulación.

Cuadro 3. Formulación de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama.

Ingredientes	%
Pollo	55,00
Auyama	20,00
Grasa vegetal	5,00
Hielo	14,34
Hidrocoloide*	3,00
NaCl	1,50
Orégano	0,08
Pimienta	0,08
Ajo	0,50

*Uno por cada formulación

ELABORACIÓN DE LAS SALCHICHAS LIGERAS A BASE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA

El procedimiento para la elaboración de las SLPA se realizó en dos etapas: primero se obtuvo la pulpa de auyama cocida que se utilizó en la realización del producto luego se procedió a la elaboración de las salchichas.

OBTENCIÓN DE LA PULPA DE AUYAMA COCIDA

En la Figura 3 se presenta el esquema tecnológico del proceso de obtención de la pulpa de auyama cocida. A continuación, se describe el proceso:

Lavado: la porción de auyama se lavó debidamente con agua potable y ácido acético 5 % v/v con el propósito de disminuir la carga microbiana y eliminar la suciedad presente en la superficie de la corteza de este vegetal.



Figura 3. Esquema tecnológico de obtención de la pulpa de auyama cocida.

Pelado: con el uso de un cuchillo de acero inoxidable previamente higienizado se removió la corteza de la auyama.

Cortado: la auyama se cortó en trozos de aproximadamente 7 x 7 cm haciendo uso de un cuchillo de acero inoxidable y una tabla de silicona debidamente higienizada para luego ser colocadas en un bol de acero inoxidable.

Cocción: los trozos de auyama se sometieron a cocción a vapor por 30 minutos en una olla vaporera de acero inoxidable sobre una cocinilla eléctrica.

Enfriado: una vez cocido los trozos de auyama se retiraron con una pinza de acero inoxidable y se dejaron enfriar a temperatura ambiente para su posterior utilización.

ELABORACIÓN DE LAS SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA

En la Figura 4 se presenta el esquema tecnológico del proceso de elaboración de la SLPA que a continuación se describe.

Pollo beneficiado: las canales de pollo se lavaron debidamente con agua potable y ácido acético a una concentración de 5 % v/v por un tiempo de 5 minutos con el fin de disminuir la carga microbiana de las mismas.

Deshuesado: el deshuesado se hizo manualmente con un cuchillo de acero inoxidable previamente lavado, el cual se realizó en su totalidad para el máximo aprovechamiento de las canales

Cortado: las piezas de pollo deshuesadas se cortaron en trozos pequeños de aproximadamente 4 x 4 centímetros y se lavaron con agua potable.

Molido: los trozos de pollo se molieron en un asistente de cocina marca Electrolux a velocidad media con discos de 2 mm aproximadamente por 8 minutos.

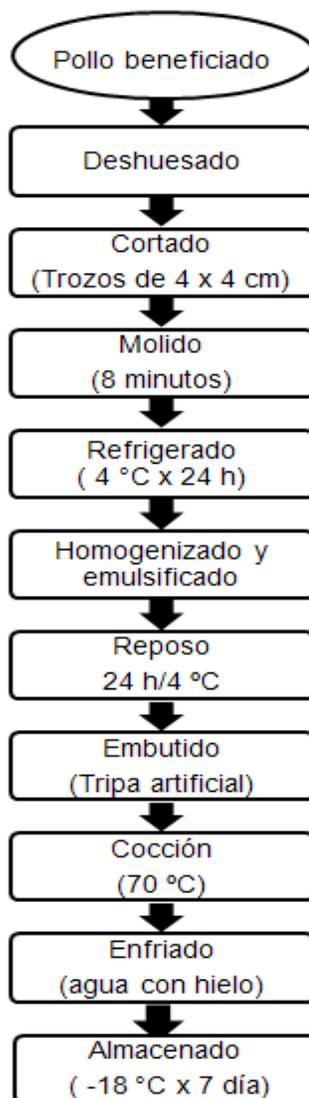


Figura 4. Esquema tecnológico de la elaboración de salchichas ligeras de pollo y auyama.

Refrigerado: una vez obtenida la carne molida se refrigeró a 4 °C por 24 horas para facilitar la operación de homogeneizado.

Homogeneizado y emulsificado: primero se procedió a agregar en el cutter el pollo molido, la pulpa de auyama, la sal, la grasa vegetal, y la mitad de la fracción del

hielo y el hidrocoloide correspondiente a la formulación, mezclándose por 1 minuto; luego se agregó la pimienta blanca, el orégano y el ajo (ya previamente triturado), con el resto de la fracción de hielo y se volvió a mezclar por 1 minuto. Es de hacer notar, que el agua que se adicionó se incorporó a la pasta de carne en estado sólido, para evita el aumento de temperatura que ocurre por la fricción al triturar, que puede desnaturalizar a la proteína.

Reposo: la mezcla emulsificada se dejó en reposo por 24 horas a una temperatura de 4 °C, para que ocurriera un ligero desdoblamiento de las proteínas y alcanzará un grado de maduración.

Embutido: una vez cumplido el tiempo de reposo de la mezcla emulsificada se procedió a embutir de forma manual en tripas artificial de polietileno con la ayuda de una jeringa de 60 cc tratando de hacer presión sobre la mezcla para no dejar espacios y se ataron con un hilo de algodón obteniendo salchichas con unas dimensiones de aproximadamente 6 cm de largo y 2 cm de diámetro, correspondiendo a una salchicha tipo coctel de acuerdo con la denominación de la norma COVENIN 2593:2002.

Cocción: después de embutir se sometió a cocción las salchichas de cada tratamiento en un baño de María marca Termo-baño FE-377, manteniendo la temperatura del medio entre 85 y 90 °C. El control de la temperatura del proceso se llevó a cabo con un termo registrador marca Digi-Sense modelo 92800-10, mediante termopares colocados en el centro geométrico de la salchicha y en el medio de calentamiento; el proceso de cocción se realizó hasta que el centro de la salchicha alcanzó una temperatura de 70 °C.

Enfriado: terminado el proceso de cocción las salchichas se sacaron del baño de María con la ayuda de una pinza de acero inoxidable y se colocaron en un

recipiente de acero inoxidable que contenía agua con hielo para el proceso de enfriamiento hasta que alcanzaron la temperatura ambiente.

Almacenado: un lote de las salchichas de cada formulación se almacenó en refrigeración para ser analizadas al siguiente día y el otro lote se almacenó en un congelador a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 15 días para su posterior evaluación.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Para la determinación de las coordenadas de color y el análisis del perfil de textura de las SLPA se realizaron cortes transversales en el eje longitudinal con un cuchillo de acero inoxidable eliminando los extremos, obteniéndose 2 muestras de forma cilíndrica de 2,0 cm de altura por 2,0 cm de diámetro. En el caso de las salchichas descongeladas una vez cumplido su tiempo de almacenamiento (15 días) se sacaron del congelador y se colocaron en una bandeja para su descongelación a temperatura ambiente por un lapso de dos horas. Una vez descongeladas se colocaron en papel absorbente y se procedió a preparar las muestras como se indicó anteriormente.

DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS DE COLOR (L^* , a^* , b^*) EN SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA CON LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES (ALMIDÓN DE YUCA, ALMIDÓN DE MAÍZ, CLARA DE HUEVO Y GELATINA EN POLO SIN SABOR) SIN CONGELAR Y DESCONGELADAS

La determinación de las coordenadas de color de las diferentes muestras se realizó por reflexión en la superficie, mediante un espectrofotocolorímetro marca Color- Tecno PCM, conectado a una computadora con un software. Se calibró pasando un lente del equipo por el color blanco al cual se le dio una calificación de

100 y una vez que se realizó esta lectura se repitió este procedimiento, pero esta vez se utilizó el color negro teniendo una calificación de 0. Una vez calibrado el equipo, se colocó el lente de éste en tres puntos equidistantes de las muestras de SLPA de cada tratamiento colocada en una superficie plana de color blanco registrando las coordenadas del sistema CIELab, en términos de L* (Luminosidad), a* (rojo/verde), b* (azul/amarillo).

DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURAL (DUREZA, ADHESIVIDAD, COHESIVIDAD, ELASTICIDAD Y MASTICABILIDAD) EN SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA CON LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES (ALMIDÓN DE YUCA, ALMIDÓN DE MAÍZ, CLARA DE HUEVO Y GELATINA EN POLVO SIN SABOR) SIN CONGELAR Y DESCONGELADAS

Para determinar las propiedades texturales de las muestras de SLPA se usó el ensayo imitativo denominada Análisis de Perfil de Textura (TPA), que consistió en una doble compresión en las cuales se sometió las muestras del producto a una compresión del 50 % de su altura inicial, determinándose los parámetros: dureza (N), adherencia (N/m), cohesión (adimensional), elasticidad (adimensional), masticabilidad (Kg). Para ello se utilizó un Texturometro Universal, modelo TA500, marca LLOYD INSTRUMENTS con una capacidad máxima de 500 N de fuerza. Los resultados del TPA se obtuvieron mediante un programa computarizado Nexygen versión V 1.1. Para la determinación de esta prueba se siguió la metodología descrita por Hleap y Velasco (2010) con ciertas modificaciones, la cual consistió en colocar las muestras de salchichas (2,0 cm de diámetro por 2,0 cm de altura) en el centro de la plataforma del equipo, utilizando un dispositivo de forma cilíndrica (6 cm de diámetro y 2 cm de altura), a una velocidad de 1 mm/s, un trigger de 0,1 y con un rango de fuerza de 5 N. El ensayo se realizó por quintuplicado respectivamente para

cada tratamiento. Se evaluaron las mismas muestras utilizadas en la determinación de las coordenadas del color.

DISEÑO ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 2, donde los factores fueron: la formulación de acuerdo con el tipo de hidrocoloide, con cuatro niveles (almidón de yuca, almidón de maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor) y la condición física, dos niveles (sin congelar y descongelada). Se realizaron tres repeticiones por tratamiento para un total de 24 observaciones. Las variables independientes fueron las formulaciones de las salchichas y la condición física de las salchichas, mientras que las variables dependientes estuvieron conformadas por las coordenadas de color (L^* , a^* , b^*) y análisis de perfil de textura (TPA) (dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, y masticabilidad).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de las variables de las coordenadas de color y TPA se analizaron utilizando un ANAVA, donde existió diferencia significativa entre los factores se aplicó la prueba de comparación múltiples de Duncan al 5 % para determinar la jerarquía entre niveles, utilizando el programa INFOSTAT versión 2016 (Di Rienzo *et al.* 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación del efecto de la adición de hidrocoloides (almidón de yuca, almidón de maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor) sobre las coordenadas de color y el análisis de perfil de textura de SLPA sin congelar y descongelada.

DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS DE COLOR (L^* , a^* , b^*) EN SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA CON LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES (ALMIDÓN DE YUCA, ALMIDÓN DE MAÍZ, CLARA DE HUEVO Y GELATINA EN POLVO SIN SABOR) SIN CONGELAR Y DESCONGELADAS.

Coordenada L^*

Los valores de la coordenada L^* , varían según el sistema internacional del color desde 0 (negro) hasta 100 (blanco). En el Cuadro 4, se presentan los resultados obtenidos de esta coordenada en SLPA sin congelar y descongeladas cuyos valores están comprendidos entre 69,45 hasta 73,49, por lo que se consideran de color claro por su tendencia hacia el blanco. De acuerdo con Resurrección (2004) valores de L^* altos indican un color más claro, lo cual es deseable para garantizar que los productos cárnicos tengan una alta aceptación por parte de los consumidores.

Los resultados del ANAVA (Cuadro A1 del Apéndice) para la coordenada L^* no se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las formulaciones, lo que indica que la adición de los hidrocoloides no interfiere en la refracción de la luz o luminosidad de las SLPA, sin embargo, si se encontró diferencias significativas con respecto a la condición física (sin congelar y descongeladas) (Cuadro A2 del

Apéndice). Esto puede deberse a la pérdida por goteo que ocurre en las salchichas congeladas después del proceso de descongelación que disminuye el contenido de humedad afectando la cantidad de luz reflejada desde la superficie y por lo tanto una disminución de la luminosidad de éstas.

Cuadro 4. Valores promedios y desviación estándar de la coordenada de color L* en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongeladas.

Condición	Formulación			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
física				
Descongelada	69,64 ¹ ± 2,0	70,30 ¹ ± 2,2	68,99 ¹ ± 1,4	69,45 ¹ ± 1,3
Sin congelar	71,95 ² ± 0,6	73,41 ² ± 2,0	69,77 ² ± 1,0	70,45 ² ± 2,3

Los valores son medias ± desviación estándar de triplicado.

Valores en la misma columna con diferentes superíndices 1-2 son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

F₁: salchicha de pollo y auyama con almidón de yuca.

F₂: salchicha de pollo y auyama con almidón de maíz.

F₃: salchicha de pollo y auyama con clara de huevo.

F₄: salchicha de pollo y auyama con gelatina en polvo sin sabor.

Los resultados obtenidos en esta investigación se aproximan a los reportados por Cardas en el 2014, en salchichas de pollo formuladas con harina de chíá y/o glucomanano (L^* : 70,21 – 75,58). Esta diferencia de valores con respecto a los encontrado en esta investigación (L^* : 68,99 – 73,41) puede deberse a la adición de las sustancias utilizadas en la formulación que incrementan la capacidad de retención de agua y, por lo tanto, la luminosidad de las salchichas. También el bajo contenido de grasa tiene efecto en el valor de L^* , así lo demuestra los resultados reportados. Crehan *et al.* (2000), quienes reportaron, que la reducción del contenido de grasa del 30 al 5 % provocó una disminución significativa en la luminosidad de las salchichas (L^* : 62,4 – 46,8), siendo menores a los de esta investigación, así como también, los valores reportados por Abdulhameed *et al.* (2016), quienes obtuvieron valores de L^*

(66,08 – 58,96), en salchichas de pollo cocidas a vapor a temperaturas de 150 a 200 °C por 6 min., indicando que tanto el tiempo como la temperatura de cocción afecta ésta coordenada de color, y los resultados reportados por Ramos *et al.* (2021) en salchichas de pollo de 5 marcas comerciales expandidas en supermercados de las ciudades de Lima y de Huánuco, Perú con valores de L^* (51,51 – 65,63) cuyos valores lo atribuye al contenido de grasa y a la interacciones entre los componentes de la formulación, que afecta la formación del gel y la capacidad de retención del agua. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los reportados Choi *et al.* (2012) quienes encontraron en salchichas Frankfurters de pollo con diferentes niveles de fibra de auyama, valores de L^* (84,81 – 80,03), demostrando que al incrementar el porcentaje de fibra de auyama disminuye la luminosidad de las salchichas.

Coordenada a^*

Según el sistema internacional de color esta coordenada va desde + 60 (rojo) hasta – 60 (verde). De acuerdo con los valores obtenidos (Cuadro 5), las SLPA tienen una tendencia a verde ya que se obtuvieron valores negativos, pero por ser bajo su coloración se ubica en el espacio de color verde pálidos (ver Anexo 1). Este color puede ser debido al contenido de pulpa de auyama que contienen las formulaciones

Los resultados del ANAVA (Cuadro A3 del Apéndice) para la coordenada a^* , arrojó que existe diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto para el factor formulación como condición física de las SLPA, lo que indica que el tipo de hidrocoloide adicionado a la formulación como la condición de la salchicha (sin congelar y descongeladas) afectan la coordenada a^* de color. La prueba de promedio aplicada (Cuadro A4 del Apéndice) arrojó que la formulación F₄ con adición de gelatina en polvo sin sabor es estadísticamente diferente al resto de las formulaciones (F₃, F₂, F₁) y éstas a su vez son estadísticamente iguales entre sí. Esta diferencia encontrada en la

formulación F₄ puede deberse a que la adición de gelatina en salchicha tiende a incrementar el enrojecimiento sobre todo si la gelatina es de origen bovino debido al alto contenido de hemoglobina y hierro como lo señala Ch'ng *et al.* (2014), al estudiar el efecto de gelatinas de diferentes fuentes sobre la aceptabilidad sensorial y estabilidad en el almacenamiento de salchichas de pollo. En el caso de las SLPA, el contenido de betacaroteno que aporta la pulpa de auyama hace prevalecer una tonalidad verdosa en todas las formulaciones.

Cuadro 5. Valores promedios y desviación estándar de la coordenada de color a* en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongeladas.

Condición	Formulación			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
física				
Descongelada	-2,87 ^{a1} ± 0,5	-3,00 ^{a1} ± 0,3	-2,95 ^{a1} ± 0,1	-2,76 ^{b1} ± 0,3
Sin congelar	-3,03 ^{b2} ± 0,3	-3,03 ^{b2} ± 0,1	-3,06 ^{b2} ± 0,3	-2,75 ^{a2} ± 0,3

Los valores son medias ± desviación estándar de triplicado. Valores en la misma fila con diferentes superíndices a-b son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Valores en la misma columna con diferentes superíndices 1 2 son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

F₁: salchicha de pollo y auyama con almidón de yuca.

F₂: salchicha de pollo y auyama con almidón de maíz.

F₃: salchicha de pollo y auyama con clara de huevo.

F₄: salchicha de pollo y auyama con gelatina en polvo sin sabor.

La prueba de promedio (Cuadro A5) confirmó que la coordenada de color a* de las SLPA sin congelar son diferentes a las SLPA descongeladas, observándose que hay una tendencia aumentar la coloración verdosa en las SLPA al ser descongeladas esto puede ser debido a cambios fisicoquímicos por efectos de la congelación que degrada el color.

Los resultados obtenidos de esta coordenada en las SLPA sin congelar son inferiores a los reportados por Abdulhameed *et al.* (2016), para las salchichas de pollo cocidas a vapor a temperaturas entre 150 a 200 °C por 6 min cuyos valores de a^* fueron 9,79 – 12,48; a los obtenidos por Muthia *et al.* (2012), quienes obtuvieron valores ($a^* = 3,87$), en salchichas de pato con harina de yuca, y a los reportados por Ramos *et al.* (2021) en salchichas de pollo de 5 marcas comerciales expandidas en supermercados de las ciudades de Lima y de Huánuco, Perú con valores de a^* (11,17 – 19,06), influida por el empleo del colorante carmín en la formulación, para compensar la baja pigmentación de la materia prima. Esto, puede deberse a que la salchicha de pollo se le añadió auyama cuyo contenido de betacaroteno le confirió la coloración verdosa. Así lo demuestra los estudios realizados por Choi *et al.* (2012) en salchichas Frankfurters de pollo con fibra de auyama quienes obtuvieron valores de a^* (0,55 – -0,03) aumentando la tendencia a la tonalidad verdosa de las salchichas a medida que se incrementó el porcentaje de fibra de auyama.

Coordenada b^*

La coordenada b^* de acuerdo con el sistema internacional de color va desde + 60 (amarillo) hasta – 60 (azul), de acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadro 6) corresponde a un color amarillo por ser valores positivos. La coordenada b^* se vio influenciada por la adición de auyama en las formulaciones.

Los resultados del ANAVA (Cuadro A6 del Apéndice) para la coordenada b^* se encontró que existe diferencias significativas ($p < 0,05$) para el factor formulación, lo que indica que el tipo de hidrocoloide adicionado a la formulación afectó la coordenada b^* de color. La prueba de promedio aplicada (Cuadro A7 del Apéndice) arrojó que la formulación F_1 y F_4 son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes a F_2 y F_3 , y éstas a su vez son iguales entre sí. No se encontró diferencias

significativas con respecto a la condición física lo que indica que la congelación y descongelación no afectó esta coordenada de color.

Cuadro 6. Valores promedio y desviación estándar de la coordenada de color b* en salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongeladas.

Condición	Formulación			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Descongelada	29,78 ^{b 1} ± 5,0	28,57 ^{a 1} ± 4,4	28,52 ^{a 1} ± 5,7	29,80 ^{b 1} ± 4,9
Sin congelar	29,61 ^{b 1} ± 4,9	27,75 ^{a 1} ± 3,7	28,16 ^{a 1} ± 5,1	30,95 ^{b 1} ± 5,5

Los valores son medias ± desviación estándar de triplicado. Valores en la misma columna con diferentes superíndices a-b son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Valores en la misma fila con diferentes superíndices 1 2 son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

F₁: salchicha de pollo y auyama con almidón de yuca.

F₂: salchicha de pollo y auyama con almidón de maíz.

F₃: salchicha de pollo y auyama con clara de huevo.

F₄: salchicha de pollo y auyama con gelatina en polvo sin sabor.

Los valores de b* de esta investigación son mayores a los reportados por Ch'ng *et al.* (2014) quienes evaluaron el efecto de gelatinas de diferentes fuentes sobre la aceptabilidad sensorial y estabilidad en el almacenamiento de salchichas de pollo, obteniendo valores (b*: 12,8 -16,9), demostrando que la fuente de procedencia de la gelatina influye sobre esta coordenada de color mientras que el tiempo de almacenamiento no afecta, y a los reportados por Ramos *et al.* (2021) en salchichas de pollo de 5 marcas comerciales expandidas en supermercados de las ciudades de Lima y de Huánuco, Perú con valores (b*: 9,37 – 14,89), argumentando que la relación carne/grasa y la cantidad de aditivos y los ingredientes utilizados en las formulaciones como la inclusión de colágeno hidrolizado para reemplazar parcialmente la grasa de cerdo incrementa los niveles de amarillo y los procesos

tecnológicos ocasionan la interacción de la mioglobina con los polisacáridos y la proteína de soya, originando la disolución del pigmento.

DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURAL (DUREZA, ADHESIVIDAD, COHESIVIDAD, ELASTICIDAD Y MASTICABILIDAD) EN SALCHICHAS LIGERAS A BASE DE CARNE DE POLLO Y PULPA DE AUYAMA CON LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES (ALMIDÓN DE YUCA, ALMIDÓN DE MAÍZ, CLARA DE HUEVO Y GELATINA EN POLVO SIN SABOR) SIN CONGELAR Y DESCONGELADAS.

De acuerdo con Yetim (2000) citado por Muthia *et al.* (2010), los perfiles de textura de los embutidos se ven afectados por muchos factores de procesamiento tales como el tipo y la cantidad de ingredientes, aditivos, tratamiento térmico y equipo utilizado. Por otra parte, Huda *et al.* (2010), señala factores como el tipo y corte de carne, el método de deshuesado, el agua de formulación y aditivos. A continuación, se discutirán los resultados encontrados de los parámetros del TPA en las SLPA.

Dureza

Representa la fuerza requerida para deformar la rodaja de SLPA entre los molares. De acuerdo con Torres *et al.* (2015), es el parámetro de textura mecánico más importante en los alimentos; en el caso de los productos cárnicos junto con el sabor y la apariencia, constituyen las características en las que el consumidor basa su decisión al ingerir un trozo de carne de una especie animal específica para luego realizar una comparación sensorial de otras. En el Cuadro 7, se presentan los valores promedios y la desviación estándar obtenidos en el TPA para el parámetro de dureza expresado en Newton, de las SLPA sin congelar y descongelada.

Cuadro 7. Valores promedios y desviación estándar obtenidos en el análisis de perfil de textura del parámetro dureza (N) de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongeladas.

Condición	Formulación			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Descongelada	1,09 ¹ ± 0,04	1,47 ¹ ± 0,2	1,38 ¹ ± 0,2	1,78 ¹ ±0,4
Sin congelar	1,70 ² ± 0,06	1,71 ² ± 0,53	2,05 ² ± 0,40	1,97 ² ± 0,50

Los valores son medias ± desviación estándar de quintuplicado. Valores en la misma columna con diferentes superíndices 1-2 son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

F₁: salchicha de pollo y auyama con almidón de yuca.

F₂: salchicha de pollo y auyama con almidón de maíz.

F₃: salchicha de pollo y auyama con clara de huevo.

F₄: salchicha de pollo y auyama con gelatina en polvo sin sabor.

El análisis de varianza aplicado a estos resultados (Cuadro A8 del Apéndice), demostraron que no existe diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las formulaciones lo que indica que la adición de los hidrocoloides no afectó la dureza de las SLPA. Sin embargo, si se encontró diferencias significativas con respecto a la condición física (Cuadro A9 del Apéndice), lo que indica que el proceso de congelación y descongelación afectó la dureza de las SLPA obteniéndose valores más bajo de dureza después de la descongelación.

Esto concuerda con varios estudios realizados en carnes y productos cárnicos congelados, como los reportados por Jeremiah *et al.* (1990) y Devine *et al.* (1996) citado por Genot (2000), quienes argumentan que la carne de cerdo (costilla y lomo) es ligeramente más tierna y jugosa cuando se congela, y se conserva en este estado y se descongela, que cuando la carne se prepara fresca, ya que la carne congelada pierde cohesión y es más fácil de masticar. De igual manera Akhtar *et al.* (2013),

reportan que muchos estudios han demostrado que la velocidad, el tiempo de congelación, el modo de descongelación contribuye a cambios en la textura de la carne después de la descongelación. Así mismo Shanks *et al.* (2002) y Lagerstedt *et al.* (2008) citado por Kim *et al.* (2015), señalan que la dureza de la carne se reduce por la congelación y descongelación.

El mecanismo implicado en el ablandamiento de la carne y productos cárnicos durante la congelación y almacenamiento congelado según Vieira *et al.* (2009) citado por Kim *et al.* (2015), se cree que es una combinación de la descomposición de las fibras musculares por acción enzimática durante la proteólisis, el envejecimiento y la pérdida de estructura e integridad causada por la formación de cristales de hielo. La formación de grandes cristales de hielo extracelular altera la estructura física, rompiendo en gran medida las miofibrillas resultando en el ablandamiento.

Los valores de dureza obtenidos en la SLPA con a la adición de hidrocoloides son menores a los reportados por Cierach y Szacito (2003) en salchichas de cerdo bajas en grasa (15 %) con diferentes tipos de carragenanos, quienes obtuvieron valores comprendido entre 2,62 a 8,11 N, y a los reportados por Ramos *et al.* (2021), en cinco marcas comerciales de salchichas de pollo, tipo hot dog, adquiridas en supermercados de Huánuco y Lima, Perú, cuyos valores se encontraron entre 20,62 y 48,42 N. Sin embargo, son mayores a los reportados por Huda *et al.* (2010) en salchichas de pollo cuyo valor fue de 1,12 N, pero esta dureza aumentó al incrementar el porcentaje de carne de pato en la formulación de las salchichas llegando a valores de 4,06 N. Por otra parte, Hand *et al.* (1987) citado por Totosaus (2007), reportan que salchichas bajas en grasa con un contenido de 1,5 % de NaCl tuvieron una textura más suave que aquellas con un contenido de 2,0 a 2,5 % de NaCl.

Adhesividad

En el Cuadro 8, se presentan los valores promedios del parámetro del TPA (adhesividad) de las SLPA. De acuerdo con AMETEK (2007), éste representa en el análisis instrumental el trabajo necesario para despegar el producto de la placa de compresión y en la evaluación sensorial la fuerza adhesiva, que es la acción en el momento de ascender del ciclo de un mordisco y el alimento se queda pegado a los dientes o el paladar. La adhesividad simula la fuerza requerida para retirar con la lengua el alimento que se queda adherido a la boca (por ejemplo: paladar, dientes o labios) bajo condiciones normales de comida.

Cuadro 8. Valores promedios y desviación estándar obtenidos en el análisis de perfil de textura del parámetro adhesividad (Nm) de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongeladas.

Condición	Formulación			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Descongelada	0,01 ^{a1} ± 0,00	0,01 ^{a1} ± 0,01	0,02 ^{a1} ± 0,01	0,03 ^{a1} ± 0,02
Sin congelar	0,04 ^{a1} ± 0,04	0,01 ^{a1} ± 0,01	0,03 ^{a1} ± 0,04	0,04 ^{a1} ± 0,04

Los valores son medias ± desviación estándar de quintuplicado. Valores en la misma columna con diferentes superíndices a-b son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Valores en la misma fila con diferentes superíndices 1 2 son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

F₁: salchicha de pollo y auyama con almidón de yuca.

F₂: salchicha de pollo y auyama con almidón de maíz.

F₃: salchicha de pollo y auyama con clara de huevo.

F₄: salchicha de pollo y auyama con gelatina en polvo sin sabor.

Los resultados del ANAVA (Cuadro A10 del Apéndice) no se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) para el factor formulación ni para la condición física de las salchichas, lo que indica que el tipo de hidrocoloide adicionado a la

formulación y la condición sin congelar y descongelada no afectan la adhesividad del producto. Los valores obtenidos corresponden a salchichas de muy baja adhesividad, que puede ser debido al proceso de preparación de la mezcla que permitió obtener una masa homogénea que fue compactándose con el proceso de cocción al coagularse las proteínas, estableciéndose un gel cárnico que favoreció la consistencia del producto.

El valor más bajo de adhesividad se obtuvo en la formulación F₂, con adición de almidón de maíz (0,01Nm) y en general son menores a los reportados por Menegas *et al.* (2013), quienes obtuvieron valores de 0,22 a 1,51 Nm en salchichas fermentadas de pollo con grasa reducida sustituida con aceite de maíz e inulina durante su almacenamiento a 4 °C durante 45 días, no encontrando diferencias significativas entre las formulaciones ni tiempo de almacenamiento. También son menores a los reportados por Cavalheiro *et al.* (2014), quienes elaboraron embutidos tipo mortadela sustituyendo la carne de pollo deshuesada mecánicamente por su hidrolizado de proteínas obteniendo una disminución de la adhesividad (0,94 a 0,47 Nm) del producto al aumentar la sustitución del hidrolizados de proteínas de pollo en el embutido.

Cohesividad

En el Cuadro 9, se presentan los valores promedio del parámetro del perfil de textura (cohesividad) de las SLPA. Este parámetro mide la fuerza de los enlaces internos del producto. El resultado obtenido es un indicador de la viscoelasticidad del alimento. Un valor próximo a 1 indica total elasticidad y un valor próximo a cero indica que la muestra no se recupera en absoluto. En la evaluación sensorial es el grado al cual la muestra se deforma antes de romperse cuando se mastica con los dientes molares (AMETEK, 2007). De acuerdo con los valores obtenidos la SLPA

tiene poca elasticidad por lo tanto no se recupera después de la primera mordida considerándose unas salchichas blandas.

Cuadro 9. Valores promedios y desviación estándar del parámetro cohesividad del TPA de salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongelada.

Condición	Formulación			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Descongelada	0,35 ^{A2} ± 0,01	0,36 ^{b 2} ± 0,03	0,37 ^{b 2} 0,01	0,37 ^{b 2} ± 0,02
Sin congelar	0,20 ^{A1} ± 0,04	0,27 ^{a 1} ± 0,06	0,21 ^{a 1} ± 0,03	0,25 ^{a 1} ± 0,02

Los valores son medias ± desviación estándar de quintuplicado. Valores en la misma columna con diferentes superíndices a-b son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Valores en la misma fila con diferentes superíndices 1 2 son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

F₁: salchicha de pollo y auyama con almidón de yuca.

F₂: salchicha de pollo y auyama con almidón de maíz.

F₃: salchicha de pollo y auyama con clara de huevo.

F₄: salchicha de pollo y auyama con gelatina en polvo sin sabor.

Los resultados del ANAVA (Cuadro A11 del Apéndice) no se encontró diferencias significativas con respecto al factor formulación lo que indica que la adición de los hidrocoloides a la formulación no afectó la cohesividad de las SLPA, sin embargo, se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) para el factor condición física de las salchichas. La prueba de promedio (Cuadro A12 del Apéndice) muestra que la cohesividad de las salchichas sin congelar difiere de las salchichas congeladas, esto indica que el proceso de congelación y descongelación afecta la cohesividad de las salchichas, siendo esta mayor después de la descongelación. Estos resultados son contradictorios con los reportados por Devine *et al.* (1996) citado por Genot (2000), quienes afirman que la carne congelada pierde cohesión.

Los valores obtenidos de cohesividad en la SLPA son menores a los reportados García *et al.* (2006) quienes obtuvieron valores de cohesividad $\geq 0,41$ en salchichas de cerdo bajas en grasa con la adición de inulina calificadas como blandas por tener menos cohesión que el lote de control, igualmente son menores a los reportados por Ramos *et al.* (2021), en cinco marcas comerciales de salchichas de pollo, tipo hot dog, adquiridas en supermercados de Huánuco y Lima, Perú, cuyos valores se encontraron entre 0,46 y 0,68. Al comparar la cohesividad obtenida en la SLPA sin congelar con respecto a las reportados por Cardas (2014) en salchichas de marcas comerciales cuyos valores están comprendidos entre 0,19 a 0,22 se observa que las SLPA con adición de almidón de yuca (F₁) y de clara de huevo (F₃) obtuvieron valores en este rango (0,20 y 0,21 respectivamente), sin embargo, la SLPA con almidón de maíz (F₂) y con gelatina en polvo sin sabor (F₄) obtuvo valores de cohesividad (0,27 y 0,25) mayor que las de marcas comerciales.

Elasticidad

En el Cuadro 10, se presentan los valores promedios del parámetro del análisis del perfil de textura (elasticidad) de las SLPA, que de acuerdo con AMETEK (2007), es la altura a la cual la muestra retrocede (o se relaja) entre el final de la primera compresión (primer mordisco) y el comienzo de la segunda compresión (segundo mordisco). La elasticidad es ahora comúnmente referida como el porcentaje de relajación representada como índice de elasticidad. Un alimento con alta elasticidad tiene una textura gomosa mientras que un producto con baja elasticidad es un producto quebradizo.

Los resultados del ANAVA (Cuadro A13 del Apéndice) se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto para el factor formulación como para el factor condición física de las SLPA, lo que indica que el tipo de hidrocoloides adicionado a la formulación como la condición sin congelar y descongelada afectan la elasticidad de

las salchichas. Los valores obtenidos corresponden a salchicha de baja elasticidad. El mayor valor de elasticidad de las SLPA sin congelar se obtuvo con las formulaciones con adición de almidón de maíz (F₂) y gelatina en polvo sin sabor (F₄) de 0,62 y el menor valor la SLPA con clara de huevo (F₃) de 0,47.

Cuadro 10. Valores promedios y desviación estándar del parámetro elasticidad del TPA de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de auyama sin congelar y descongelada.

Condición física	Formulación			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Descongelada	0,66^{b 2} ± 0,01	0,70^{a 2} ± 0,02	0,67^{b 2} ± 0,02	0,69^{a 2} ± 0,04
Sin congelar	0,50^{a 1} ± 0,07	0,62^{b 1} ± 0,09	0,47^{a 1} ± 0,06	0,62^{b 1} ± 0,07

Los valores son medias ± desviación estándar de quintuplicado. Valores en la misma columna con diferentes superíndices a-b son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Valores en la misma fila con diferentes superíndices 1 2 son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

F₁: salchicha de pollo y auyama con almidón de yuca.

F₂: salchicha de pollo y auyama con almidón de maíz.

F₃: salchicha de pollo y auyama con clara de huevo.

F₄: salchicha de pollo y auyama con gelatina en polvo sin sabor.

La prueba de promedio (Cuadro A14 del Apéndice) arrojó que las formulaciones F₁ y F₃ son iguales entre sí y diferente a la formulación F₂ y F₄ que a su vez son iguales entre sí tanto para SLPA sin congelar como descongelada, aunque se esperaba que las salchichas con adición de almidón se comportaran similares no ocurriendo así. La elasticidad de las SLPA se incrementó al ser descongelada en todas las formulaciones.

Al comparar la elasticidad obtenida en la SLPA sin congelar (0,47 y 0,62) con respecto a las reportados por Cardas (2014) en salchichas de marcas comerciales cuyos valores están comprendidos entre 0,80 a 0,89 se observa que las SLPA con adición de hidrocoloides obtuvieron valores que están por debajo de ese rango, es decir son menos elásticas que las de marcas comerciales.

Masticabilidad

En el Cuadro 11, se presentan los valores promedios obtenidos del parámetro del perfil de textura (masticabilidad) de las SLPA. Este parámetro de acuerdo con AMETEK (2007), es el producto de la gomosidad por la elasticidad, simula el periodo de tiempo requerido para masticar una muestra de alimento a una velocidad constante para reducir su consistencia y así pueda ser ingerido.

Los resultados del ANAVA (Cuadro A16 del Apéndice) se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto para el factor formulación como para el factor condición física de las SLPA, lo que indica que el tipo de hidrocoloides adicionado a la formulación como la condición de sin congelar y descongelada afectan la masticabilidad de las salchichas. El mayor valor de masticabilidad de las SLPA sin congelar se obtuvo con las formulaciones F₂, con adición de almidón de maíz (2,01 kg) y el menor valor con la formulación F₁, con almidón de yuca (0,68 kg). Los valores de masticabilidad se incrementaron en las SLPA después de su descongelación.

Cuadro 11. Valores promedios y desviación estándar del parámetro masticabilidad del TPA de las salchichas ligeras a base de carne de pollo y pulpa de ayama sin congelar y descongelas.

Condición física	Formulación			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Descongelada	2,63 ^{a2} ± 0,46	3,28 ^{b2} ± 0,38	3,18 ^{ab2} ± 0,75	3,26 ^{b2} ± 0,58
Sin congelar	0,68 ^{b1} ± 0,20	2,01 ^{a1} ± 1,51	0,74 ^{ba1} ± 0,50	1,78 ^{a1} ± 0,71

Los valores son medias ± desviación estándar de quintuplicado. Valores en la misma columna con diferentes superíndices a-b son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Valores en la misma fila con diferentes superíndices 1 2 son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

F₁: salchicha de pollo y ayama con almidón de yuca.

F₂: salchicha de pollo y ayama con almidón de maíz.

F₃: salchicha de pollo y ayama con clara de huevo.

F₄: salchicha de pollo y ayama con gelatina en polvo sin sabor.

La prueba de promedio (Cuadro A17 del Apéndice) arrojó que las formulaciones F_1 y F_3 son iguales entre sí y F_1 diferente a la formulación F_2 y F_4 , y estas a su vez son iguales entre sí y con F_3 tanto para SLPA sin congelar y descongelada. La prueba de promedios realizada para la condición física (Cuadro A18 del Apéndice) corroboró que la masticabilidad de las SLPA es estadísticamente diferente, siendo mayor después de la descongelación en todas las formulaciones.

Al comparar el parámetro de masticabilidad obtenida en la SLPA sin congelar (0,68 y 2,01 kg) con respecto a los reportados por Cardas (2014) de marcas comerciales cuyos valores están comprendidos entre 0,44 a 0,67 kg, se observa que están por encima de ese rango, es decir tienen mayor masticabilidad que las de marcas comerciales

CONCLUSIONES

La adición de hidrocoloides (almidón de yuca y almidón de maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor) no afectó la luminosidad (L^*) de las SLPA, sin embargo, la congelación si afectó este parámetro ocasionando una disminución después de ser descongeladas las salchichas.

Las SLPA sin congelar y descongeladas pueden considerarse de color claro por su tendencia hacia el blanco (L^* : 100) ya que se obtuvieron valores de luminosidad de (L^* : 69,77 - 73,41 y 68,99 – 70,30) respectivamente.

Los valores negativos obtenidos de la coordenada de color a^* (-2,75 a -3,06 y -2,76 a -3,00) para SLPA sin congelar y descongelada respectivamente se ubican en una coloración verde pálidos y los valores de coordenada de color b^* (27,75 a 30,95 y 28,52 a 29,80) en una coloración amarilla por lo tanto el color de las SLPA puede ser considerada amarillo verdoso que sin duda alguna es debido al contenido de pulpa de auyama en las formulaciones.

La adición de hidrocoloides afectó las coordenadas de color a^* y b^* , sin embargo, la condición física de sin congelar y descongelada solo afectó la coordenada a^* . La SLPA con adición de gelatina en polvo sin sabor fue la que influyó en la variación del color

La adición de hidrocoloides a la formulación no afectó el parámetro del TPA dureza, sin embargo, si fue afectado por la condición física, encontrándose que ésta disminuye en las SLPA después de ser descongeladas. De acuerdo con los valores obtenidos de dureza (1,70 -2,05 N y 1,09-1,78 N) para las SLPA sin congelar y descongelación respectivamente, pueden ser consideradas de consistencia blanda.

La adición de hidrocoloides no afectó la adhesividad ni la cohesividad de las SLPA sin embargo la congelación de las SLPA disminuyó su cohesividad. En cambio, la elasticidad y masticabilidad fue afectada por la adición de hidrocoloides y condición física encontrándose que aumentaron en las SLPA descongeladas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULHAMEED A, YANG T, ABDULKARIM A. 2016. Kinetics of Texture and Colour Changes in Chicken Sausage During Superheated Steam Cooking. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* **66(3): 199–209.**
- ADAMS G, IRAN S, WANG S, ABUBAKER M, KOK S, GRAY D, CANAL G, MORRIS G, E. HARDING S. 2011. The hypoglycaemic effect of pumpkins as anti-diabetic and functional medicines. *Food Research International* 44(4): 862-867.
- AKHTAR S, ISSA M, FARRUKH F. 2013. Effect of thawing on frozen meat quality: a comprehensive review. *Pak. J. Food Sci.* 23(4): 198-211.
- ALLWYN S, RAGAVI J, SACHIN D, SAIRAM R. 2013. A review on recent advances in meat processing. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 2(8): 169-176.
- ALMEIDA R. 2011. Usos y propiedades de las especies y condimentos. Universidad Técnica del Norte. Facultad Ciencias de la Salud Nutrición y Salud Comunitaria. Tecnología en Gastronomía. Ibarra [Disertación Grado Licda. en Tecnología en Gastronomía], pp 82.
- AMERLING C. 2001. Tecnología de la carne: antología. Editorial Universidad Estatal a distancia (EUNED) pp.178.
- AMETEK 2007. Principios y teoría de la textuometría. LLOYD Instruments. An AMETEK. Company. Disponible en línea en: http://www.metrotec.es/metrotec/WWW_DOC/Texturometria_Principios-1-PPS-E-R1.pdf (Acceso 20/03/2019).
- AMINI R, HOSSEINI H, MOUSAVI A, KARIMI N. 2015. A review on application of hydrocolloids in meat and poultry products *International Food Research Journal* 22(3): 872-887.
- ARTIAGAS J, CAPILLA P, PUJOL J. 2002. Tecnología del color. Publicaciones de la Universidad de Valencia. Zaragoza, España. pp 419.
- AYAZO M, PÉREZ E, RIVERO L. 2017. Evaluación del efecto de la sustitución del cloruro de sodio por cloruro de potasio, ajo y orégano sobre las características organolépticas y funcionales de un embutido de pollo. Colombia. Universidad

Pontificia Bolivariana Disponible en línea en:
<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3233/EVALUA%20DEL%20EFECTO%20DE%20LA%20SUSTITUCI%20DEL%20CLORURO.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Acceso 31.08.2021).

BAUTISTA E, FLÓREZ A. 2018. Verificación del cumplimiento de las normas para materias primas utilizadas en la elaboración de productos derivados cárnicos @limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria. Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Universidad de Pamplona 16 (2):32-49.

CAILI F, HAIJUN T, TONGYI C, YI L, QUANHONG L. 2007. Some properties of an acidic protein-bound polysaccharide from the fruit of pumpkin. Food Chem. 100, 944-947

CAMBERO M, FRENÁNDEZ L, GARCÍA L, GARCÍA G, DE LA HOZ L, SELGAS D. 1998. Tecnología de los Alimentos. Alimentos de origen animal. Vol. II. Síntesis, S.A. Madrid, España. pp 366.

CAPELLA P, ARTIAGAS J, PUJOL J. 2002. Fundamentos de colorimetría. Publicaciones de la Universidad de Valencia. Zaragoza, España. pp 217.

CARDA C. 2014. Elaboración de salchichas de pollo bajas en grasa y ricas en omega-3 y fibra. Valencia, España. Universitat Politècnica de Valencia [Disertación Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos], pp 56.

CARRILLO A, TOBITO I. 2019. Desarrollo y elaboración de una salchicha tipo Frankfurt para la empresa San Marcos Carnes y Embutidos. Universidad de La Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. Bogotá Colombia. Disponible en línea en:
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1360&context=zootecnia> (Acceso 30.08.2021).

CASP A, ABRIL J. 2003. Procesos de Conservación de Alimentos. 2^{da} ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 494.

CAVALHEIRO C, LÜDTKE F, STEFANELLO F, KUBOTA E, TERRA N, FRIES L. 2014. Replacement of mechanically deboned chicken meat with its protein hydrolysate in mortadella-type sausages. Food Sci. Technol, Campinas, 34(3): 478-484.

- CIERACH M, SZACITO K. 2003. The effect of carrageenans on the texture of low-fat breakfast sausages. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* Vol. 12/53, No 4, pp. 51-54.
- CH'NG S, NG M, PINDI W, KANG O, ABDULLAH A, BABJI A. 2014. Chicken Sausages Formulated with Gelatin from Different Sources: A Comparison of Sensory Acceptability and Storage Stability. *World Applied Sci. J.* 31 (12): 2062-2067.
- CHOI Y, KIM H, HWANG K, SONG D, PARK J, LEE S, CHOI M, CHOI J, KIM CH. 2012. Effects of Pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch.) Fiber on Physicochemical Properties and Sensory Characteristics of Chicken Frankfurters. *Corea J. Sci Food.* Vol.32 (2): 174-183.
- CORREA E, YACOMELO M, LEÓN R, OROZCO A, SILVA G, TAMARA R. 2019. Modelo productivo de ahuyama para la región Caribe colombiana. *Agrosavia*. Bogotá, Colombia. pp 196.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales).1986. Código de prácticas de higiene para mataderos industriales, mataderos frigoríficos industriales, frigoríficos industriales y salas de matanza. Norma Venezolana 794-86. FONDONORMA: Caracas. Venezuela. pp 23.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1997. Directrices para la declaración de propiedades nutricionales y de salud en el rotulado de alimentos envasados. Norma Venezolana 2952-1:1997. FONDONORMA: Caracas. Venezuela. pp 13.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 2002. Salchichas cocidas de aves. Norma Venezolana. 2593:2002. 2^{da} revisión. FONDONORMA. Caracas. Venezuela. pp 8.
- CREHAN C, HUGHES E, TROY D, BUCKLEY D. 2000. Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30 % fat. *Meat Sci.* 55: 463-469.
- DESMOND E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Sci.* 74: 188-196.
- DI RIENZO J, CASANOVES F, BALZARINI M, GONZALEZ L, TABLADA M, ROBLEDO C. 2016. Software para análisis estadístico. InfoStat versión. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

- DORADO M, GÓMEZ M, JIMÉNEZ F, MASOUD T. 1999. Cholesterol and fat contents of Spanish commercial pork cuts. *Meat Sci.* 51:321-323.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Fichas técnicas. Procesados de carnes. Disponible en línea en: <http://www.fao.org/3/a-au165s.pdf>. (Acceso 12.08.2019).
- FENNEMA O. 2000. Química de los alimentos. Zaragoza, España. Acribia. pp 1166.
- FERNÁNDEZ M, MARSÓ M. 2003. Estudio de la carne de pollo en tres dimensiones: valor nutricional, representación social y forma de preparación. Buenos Aires. Instituto Universitario de Ciencias de la Salud. Fundación H. A. Barceló. [Disertación Grado Licenciada en Nutrición] pp 74.
- FORNARIS G. 2012. Conjunto tecnológico para la producción de calabaza. Características de la planta. Recinto universitario de Mayagüez. Universidad de Puerto Rico. Disponible en línea en: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/2.CALABAZA-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA.pdf>. (Acceso 30.08.2020).
- FOX A, CAMERON A. 1999. Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud. Limusa. 547 pp.
- GARCÍA H. 2014. Aditivos en la Industria Cárnica. Disponible en línea en: <https://es.slideshare.net/tahisaquinones/aditivos-en-la-industria-carnica-convertido>. (Acceso 20.06.2019).
- GARCÍA M, CÁCERES E, SELGAS M. 2006. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. *International J. of Food Sci. and Technology.* 41:1207-1215.
- GARCIA-REYES M. 2015. Elaboración de salchichas de pollo, bajas en grasa y ricas en fibra y omega-3. España. Universidad Politécnica de Valencia. Dto. Tecnología de Alimentos. [Disertación Grado Máster Gestión y Seguridad Alimentaria] pp 26.
- GENOT C. 2000. Congelación y Calidad de la Carne. Acribia. Zaragoza, España. pp.104
- GIL D. 2009. Parámetros para determinar la calidad de los productos cárnicos a través de los diferentes procesos en la empresa “COMESTIBLES DAN” Caldas. Colombia Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ciencias

Administrativas y Agropecuarias. Industrias Pecuarias. [Disertación Grado Industrial Pecuario], pp 88.

GONZÁLEZ P. 2019. Legislación comparada sobre definiciones de carne. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Asesoría Técnica Parlamentaria. Disponible en línea en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27181/2/Comparado_definiciones_Carne.pdf. (Acceso 29.08.2021).

HLEAP J, VELASCO A. 2010. Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de Tilapia roja (*Oreochromis* sp.), Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Unicauca, 8(2): 46-56.

HUDA N, LIN O, CHIEW Y, NURKHOERiyATI T. 2010. Effect of chicken and duck meat ratio on the properties of sausage. International Journal of Poultry Science 9 (6): 550-555.

INGUGLIA E, ZHANG Z, TIWARI B, KERRY J, BURGESS C. 2017. Salt reduction strategies in processed meat products: a review. Trends in Food Science & Technology, Vol. 59 :70-78. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092422441630253>. (Acceso 24.08.2021).

IRANTZU C. 2010. Estabilidad del color de la carne de ternera. Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. [Disertación Grado Ingeniero Agrónomo], pp.91

JIMENEZ F, CARBALLO J. 1989. Principios básicos de elaboración de embutidos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto del frío. N° 4/89 Ciudad Universitaria. Madrid, España. 20 P.

JIMÉNEZ-COLMENERO F, COFRADES, S.; LÓPEZ-LÓPEZ I, RUIZ-CAPILLAS C, PINTADO T, SOL M. 2010. Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat, low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. Meat Science 84: 356–363

KIM K, SHIM J, YOO S, MIN S, LEE S, JO Y, CHOI M. 2015. Effects of various freezing and thawing techniques on pork quality in ready-to-eat meals. Afr. J. Food Sci. Vol. 9(11): 525-533.

KNIPE L.2006. Uso de Fosfatos en Productos Cárnicos. Mundo Lácteo y Cárnico, Disponible en línea en: <https://docplayer.es/59401497-Uso-de-fosfatos-en-productos-carnicos.html> (Acceso 31.08.2021).

- LÓPEZ L. 1999. Calidad Alimentaria: Riesgos y Controles en la Agroindustria. Mundi-Prensa. Bilbao. España. pp 356
- LÓPEZ G, CARABALLO B, MADRID A. 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Mundi- Prensa. Madrid, España. pp. 321
- MARIANSKI S, MARIANSKI A. 2011. Making Healthy Sausages. Bookmagic, LLC. Printed in the United States of America. pp 323.
- MARULANADA A. 1998. Elaboración de espagueti con harina de calabaza y sus propiedades fisicoquímicas. Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez. [Disertación Grado Maestro en Ciencia en Tecnología de Alimentos], pp 74
- MENCÍA A, BOLAÑOS D. 2010. Efecto de dos concentraciones de fosfato, de grasa y la adición de inulina sobre las propiedades físicas y sensoriales de una salchicha de pollo reducida en sal. Zamorano, Honduras. [Disertación Grado en Ingenieros en Agroindustria Alimentaria], pp.38.
- MENEGAS L, PIMENTEL T, GARCIA S, PRUDENCIO S. 2013. Dry- fermented chicken susege produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. Meat Sci. 93: 501-506.
- MÖHLER K. 1984. El curado. Acribia. Zaragoza, España, pp 116.
- MUTHIA D, HUDA N, ISMAIL N, EASA A. 2012. The effects of egg white powder addition with tapioca and sago flours on physicochemical and sensory properties of duck sausage. International Food Research Journal 19(4): 1415-1421
- NUÑEZ L. 2013. Evaluación del consumo de la carne de pollo, en base a su valor nutricional, representación social y formas de preparación en la ciudad de Yurimaguas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Zootecnia. [Disertación Grado Ingeniero Zootecnista], pp 41
- OÑA M, SERRANO D, ORTS M. 2012. Elaboración de preparados cárnicos frescos. IC editorial. Málaga, España. pp 310.
- ORDOÑEZ J, PATIÑO E. 2012. Estudio técnico para la elaboración de salchichas a partir de carne de toyo blanco (*carcharhinus falciformis*) y almidón modificado (maltodextrina). Cali, Colombia. Universidad de San Buenaventura [Disertación Grado Ingenieros Agroindustriales], pp 109.

- OZVURAL E, VURAL H. 2008. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters. *Meta Sci.* 78: 211-216.
- PIETRASIK Z, JANZ J. 2009. Influence of freezing and thawing on the hydration characteristics, quality, and consumer acceptance of whole muscle beef injected with solutions of salt and phosphate. *Meat Sci.* 81: 523-532.
- PÉREZ D y ANDÚJAR G. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia *Rev. Cubana Aliment. Nut.* 14 (2):114-23.
- PETRACCI M, BIANCHI M. 2012. Functional ingredients for poultry meat products. World's Poultry Congress XXIV. Salvador. Bahia, Brazil. Disponible en línea en: http://www.facta.org.br/wpc2012cd/pdfs/plenary/Massimiliano_Petracci_.pdf (Acceso 31.08.2020).
- PINZÓN L, HLEAP J, ORDÓÑEZ L. 2015. Análisis de los Parámetros de Color en Salchichas Frankfurt Adicionadas con Extracto Oleoso de Residuos de Chontaduro (*Bactris Gasipaes*). *Revista científica*, v. 26(5): 45-54.
- PULLA P. 2010. Embutidos crudos y cocidos. Facultad Ingeniería. Escuela Académica profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional Amazónica De madre de Dios. Documento en línea. en: www.monografias.com/.../embutidos...y.../embutidos-crudos-y-cocidos. (Acceso 20.08.2016).
- RABIA S, IMRAN A, HUSSAIN M. 2018. Nutritional Composition of Meat. Chapter 4. In Arshad M (ed). *Meat Science and Nutrition*. Disponible en línea en: <https://books.google.es/books?id=SiRDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>. (Acceso 24.08.2021).
- RAMOS A. 2005. Efecto del método de congelación sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la carne de pechuga de pollo. Mayaguez. Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. [Disertación Grado en Maestro en Ciencias en Industrias Pecuarias], pp 54.
- RAMOS M, SANTOLALLA S, TARRILLO C, TUESTA T, JORDÁN O, SILVA R. 2021. Características fisicoquímicas, textura, color y atributos sensoriales de salchichas comerciales de pollo. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 24(1):e1863.
- RESURRECCION. A. 2004. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Sci.* 66: 11-20.

- RIVERA I. 2012. Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. *NACAMEH*. 6(1): 1-14
- RODRÍGUEZ E, SANDOVAL A, AYALA A. 2003. Hidrocoloides naturales de origen vegetal. Investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos. Disponible en línea en: <https://core.ac.uk/download/pdf/229165601.pdf> (Acceso 23.08.2020).
- RODRÍGUEZ V. 2008. Bases de la alimentación humana. Netbiblo, S. L. La Coruña, España. Pp 501.
- RODRÍGUEZ D. 2011. La carne de pollo (procesamiento). In: Quintana J(Ed)AVICTENIA. Manejo de las Aves Domésticas más comunes. Trillas Disponible en línea en: <file:///C:/Users/jjmar/Downloads/AVITECNIA-Captulo16Procesamiento-copia.pdf> (Acceso 03.09.2021).
- ROUDOT A. 2004. Reología y análisis de la textura de los alimentos. Acribia. Zaragoza, España. pp 210.
- ROSENTHAL A. 2001. Textura de los alimentos. Medidas y percepción. Acribia. Zaragoza, España. pp 299.
- ROZAS V. 2015. Efecto de la adición de albúmina de huevo en las propiedades tecnológicas de salchichas tipo frankfurt durante su almacenamiento a 4°C. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. [Disertación Grado en Ingeniero en Industrias Alimentarias], pp 119.
- RÓŻYŁO R, GAWLIK U, DZIKI3 D, JAKUBCZYK A, KARASÍ M, RÓŻYŁO K. 2014. Wheat Bread with Pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) Pulp as a Functional Food Product. , *Food Technol. Biotechnol.* 52 (4): 430–438
- SÁNCHEZ M. 2003. Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. Mundi-Prensa. Madrid, España, pp 519.
- SANTANA S. 2006. El huevo como aliado de la Nutrición y la Salud. *Revista Cubana Alimentos y Nutricional*. La Habana. Mayo 22, 2006. 18 (2).
- SHAFIUR M. 2003. Manual de conservación de los alimentos. Acribia. Zaragoza, España, pp 863
- TOKUSOGLU Ö, ÜNAL M. 2003. Fat Replacers in Meat Products. *Pakistan J. of Nutrition* 2 (3): 196-203.

- TORRES J, GONZÁLEZ K, ACEVEDO D. 2015. Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *Revista ReCiTeIA* 14(2):63-75.
- TOTOSAUS A. 2007. Productos cárnicos emulsionados bajos en grasas y sodio. *NACAMEH* 1(1): 53-66.
- VARGAS C, LÓPEZ A, FLORES L. 2014. Evaluación de la concentración de nitratos/nitritos y cloruro de sodio en embutidos expendidos en la ciudad de Tarija. *Rev. Vent. Cient.* 1(7): Disponible en línea en: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-60102014000100002&lng=es&nrm=iso>. (Acceso 31.08.2021).
- VELOZA L. 2014. Biomateriales. Curso didáctico. Escuela de Ciencias Básicas, Tecnologías e Ingenierías Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD Bogotá, Colombia. pp 243.
- VENEGAS O y VALLADARES C. 1999. Clasificación de los productos cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. *Rev Cubana Aliment Nutr* 13(1):63-7.
- VIVAS A, MORRILLO M. 2017. Efecto del almidón de papa y tiempo de cutterizado sobre las características físicasquímicas y organolépticas en una salchicha de calamar. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. [Disertación Grado Ingeniero Agroindustrial], pp 48
- WEISS J, GIBIS M, SCHUH V, SALMINEN H. 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Sci.* 86: 196-213.
- WESTLAND S. 2001. Que es el espacio de color CIE L*a*b*. Disponible en línea en: https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/http://www.gusgsm.com/espacio_color_cie_lab. Consultado 28/08/2016.
- WU D, SUN D. 2013. Colour measurements by computer vision for food quality control - A review. *Trends in Food Science and Technology*, 29(1): 5-20.
- XIA X, KONG B, XIONG Y, REN Y. 2010. Decreased gelling and emulsifying properties of myofibrillar protein from repeatedly frozen-thawed porcine longissimus muscle are due to protein denaturation and susceptibility to aggregation. *Meat Sci.* 85: 481–486.

ZARGAR F, KUMAR S, BHAT Z, KUMAR P. 2014. Effect of pumpkin on the quality characteristics and storage quality of aerobically packaged chicken sausages. SpringerPlus. 3:39

ZHANG W, XIAO S, SAMARAWEERA H, LEE, E, AHN D. 2010. Improving functional value of meat products. Meat Sci. 86:15-31.

APÉNDICES

Cuadro A 1 Análisis de varianza (ANAVA) de la coordenada de color luminosidad (L*) de las salchichas ligeras a bases carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloide sin congelar y descongelada.

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	F	Valor - P-
Modelo	9	60,10	6,68	2,99	0,0326
Fórmula	3	20,83	6,94	3,11	0,0607
Condición física	1	19,55	19,55	8,75	0,0104*
Repetición	2	14,27	7,14	3,19	0,0720
Fórmula*condición física	3	5,45	1,82	0,81	0,5076
Error	14	31,28	2,23		
Total	23	91,39			

CV. 2,12. R²= 0,66

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l. Grado de libertad.

SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrado medio

F= Valor calculado, P= Probabilidad.

Cuadro A 2 Pruebas de Duncan para el factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloide de la coordenada de color luminosidad (L*).

Condición	Medias	n	E. E	Grupo
Física				
Descongelada	69,59	12	0,43	A
Sin congelar	71,40	12	0,43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa = 0,05

Error: 2,2344

gl: 14

Cuadro A 3 Análisis de varianza (ANAVA) de la coordenada de color cromática (a*) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	F	P-valor
Modelo	9	2,13	0,24	7,41	0,0005
Fórmula	3	0,38	0,13	3,95	0,0311*
Condición física	1	0,22	0,22	6,75	0,0210*
Repetición	2	1,28	0,64	20,04	0,0001
Fórmula*condición física	3	0,26	0,09	2,67	0,0880
Error	14	0,45	0,03		
Total	23	2,58			

CV. 6,03. $R^2 = 0,83$

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l. Grado de libertad.

SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado, P= Probabilidad

Cuadro A 4 Pruebas Duncan para el factor fórmula de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la coordenada de color a*.

Fórmula	Medias	n	E. E	Grupo
F ₄	-2,75	6	0,07	A
F ₂	-3,03	6	0,07	B
F ₁	-3,03	6	0,07	B
F ₃	-3,06	6	0,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa = 0, 05, Error: 0,0319, gl: 14

Cuadro A 5 . Pruebas Duncan para el factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la coordenada de color a*.

Estado Físico	Medias	n	E. E	Grupo
Descongelada	-2,87	12	0,05	1
Sin congelar	-3,06	12	0,05	2

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa = 0, 05

Error: 0, 0319, gl: 14

Cuadro A 6 Análisis de varianza (ANAVA) de la coordenada de color cromática (b*) de las salchichas ligera a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	F	P-valor
Modelo	9	403,28	44,81	73,55	<0,0001
Fórmula	3	20,56	6,85	11,25	0,0005*
Condición física	1	0,02	0,02	0,03	0,8715
Repetición	2	379,48	189,74	311,43	0,0001
Fórmula*condición física	3	3,23	1,08	1,77	0,1998
Error	14	8,53	0,61		
Total	23	411,81			

CV: 2,68. $R^2 = 0,98$

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l. Grado de libertad.

SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrado medio,

F= Valor calculado, P= Probabilidad

Cuadro A 7 Pruebas Duncan para el factor fórmula de las salchichas ligera a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la coordenada de color b*.

Fórmula	Medias	n	E. E	Grupo
F ₂	28,16	6	0,32	A
F ₃	28,34	6	0,32	A
F ₁	29,69	6	0,32	B
F ₄	30,38	6	0,32	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa= 0,05, Error: 0,6093, gl: 14

Cuadro A 8 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del perfil de textura (dureza) de las salchichas ligera a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	F	P-valor
Modelo	9	2,54	0,28	2,98	0,0328
Fórmula	3	0,70	0,23	2,27	0,1044
Condición física	1	1,08	1,08	11,42	0,0045*
Repetición	2	0,46	0,23	2,45	0,1227
Fórmula*condición física	3	0,26	0,10	1,04	0,4055
Error	14	1,32	0,09		
Total	23	3,86			

CV: 18,73. R²: 0,66

* Significativo ($p \leq 0,05$). g.l. Grado de libertad.

SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrado medio,

F= Valor calculado, P= Probabilidad

Cuadro A 9 Pruebas Duncan del factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la dureza.

Condición	Medias	n	E. E	Grupo
Física				
Sin congelar	1,43	12	0,09	A
Descongelada	1,85	12	0,09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa=0,05

Error: 0,0945.g.l: 14.

Cuadro A 10 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del análisis del perfil de textura (adhesividad) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	F	P-valor
Modelo	9	0,01	8,7E-04	1,92	0,1326
Fórmula	3	1,5E-03	5,2E-04	1,13	0,3690
Condición física	1	1,2E-03	1,2E-03	2,65	0,1257
Repetición	2	4,5E-03	2,3E-03	4,96	0,0235
Fórmula*condición física	3	5,8E-04	1,9E-04	0,43	0,7381
Error	14	0,01	4,5E-04		
Total	23	0,01			

CV: 86,69. R^2 : 0,55

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l. Grado de libertad.

SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrado medio,

F= Valor calculado, P= Probabilidad

Cuadro A 11 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del análisis del perfil de textura (cohesividad) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	F	P-valor
Modelo	9	0,11	0,01	13,13	<0,0001
Fórmula	3	0,01	1,9E-03	2,06	0,1515
Condición física	1	0,10	0,10	105,90	<0,0001*
Repetición	2	6,3E-04	3,2E-04	0,34	0,7209
Fórmula*condición física	3	0,01	1,7E-03	1,79	0,1950
Error	14	0,01	9,5E-04		
Total	23	0,12			

CV: 10,26. R²: 0,89

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l. Grado de libertad.

SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrado medio,

F= Valor calculado, P= Probabilidad

Cuadro A 12 Pruebas Duncan del factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la cohesividad.

Estado Físico	Medias	n	E. E	Grupo
Sin congelar	0,24	12	0,01	A
Descongelada	0,36	12	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa = 0,05

Error: 0,009 gl: 14.

Cuadro A 13 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del perfil de textura (elasticidad) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de ayama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	F	P-valor
Modelo	9	0,16	0,02	5,55	0,0023
Fórmula	3	0,04	0,01	3,85	0,0337*
Condición física	1	0,10	0,10	30,84	0,0001*
Repetición	2	4,7E-04	2,4E-04	0,07	0,9289
Fórmula*condición física	3	0,02	0,01	2,48	0,1034
Error	14	0,04	3,2E-03		
Total	23	0,21			

CV: 9,20, R²: 0,78

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l. Grado de libertad.

SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrado medio,

F= Valor calculado, P= Probabilidad

Cuadro A 14 Pruebas Duncan para el factor fórmula de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de ayama con adición de hidrocoloides con respecto a la elasticidad.

Fórmula	Medias	n	E.E	Grupo
F ₃	0,57	6	0,02	A
F ₁	0,58	6	0,02	A
F ₄	0,65	6	0,02	B
F ₂	0,66	6	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 Alfa = 0, 05 Error: 0,0032, gl: 14.

Cuadro A 15 Pruebas de Duncan del factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la elasticidad.

Estado Físico	Medias	n	E.E	Grupo
Sin congelar	0,55	12	0,02	1
Congelada	0,68	12	0,02	2

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa = 0, 05

Error: 0, 0032 gl: 14.

Cuadro A 16 Análisis de varianza (ANAVA) del parámetro del perfil de textura (masticabilidad) de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides sin congelar y descongelada.

Fuente de variación	g.l.	SC	CM	F	P-valor
Modelo	9	27,50	3,06	8,38	0,0003
Fórmula	3	3,92	1,31	3,85	0,0413*
Condición física	1	18,15	18,15	49,76	<0,0001*
Repetición	2	3,59	1,80	4,92	0,0240
Fórmula*condición física	3	1,84	0,61	1,68	0,2163
Error	14	5,11	0,36		
Total	23	32,61			

CV: 27,20. R²: 0,84

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l. Grado de libertad.

SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrado medio,

F= Valor calculado, P= Probabilidad

Cuadro A 17 Pruebas de Duncan para el factor fórmula de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la masticabilidad.

Fórmula	Medias	n	E. E	Grupo
F ₁	1,69	6	0,25	A
F ₃	1,97	6	0,25	A B
F ₄	2,58	6	0,25	B
F ₂	2,65	6	0,25	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa = 0, 05 Error: 0, 3647. gl: 14

Cuadro A 18 Pruebas Duncan del factor condición física de las salchichas ligeras a bases de carne de pollo y pulpa de auyama con adición de hidrocoloides con respecto a la masticabilidad.

Condición	Medias	n	E.E	Grupo
Física				
Sin congelar	1,35	12	0,17	A
Congelada	3,09	12	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Alfa = 0, 05

Error: 0, 3647. gl: 14.

ANEXOS

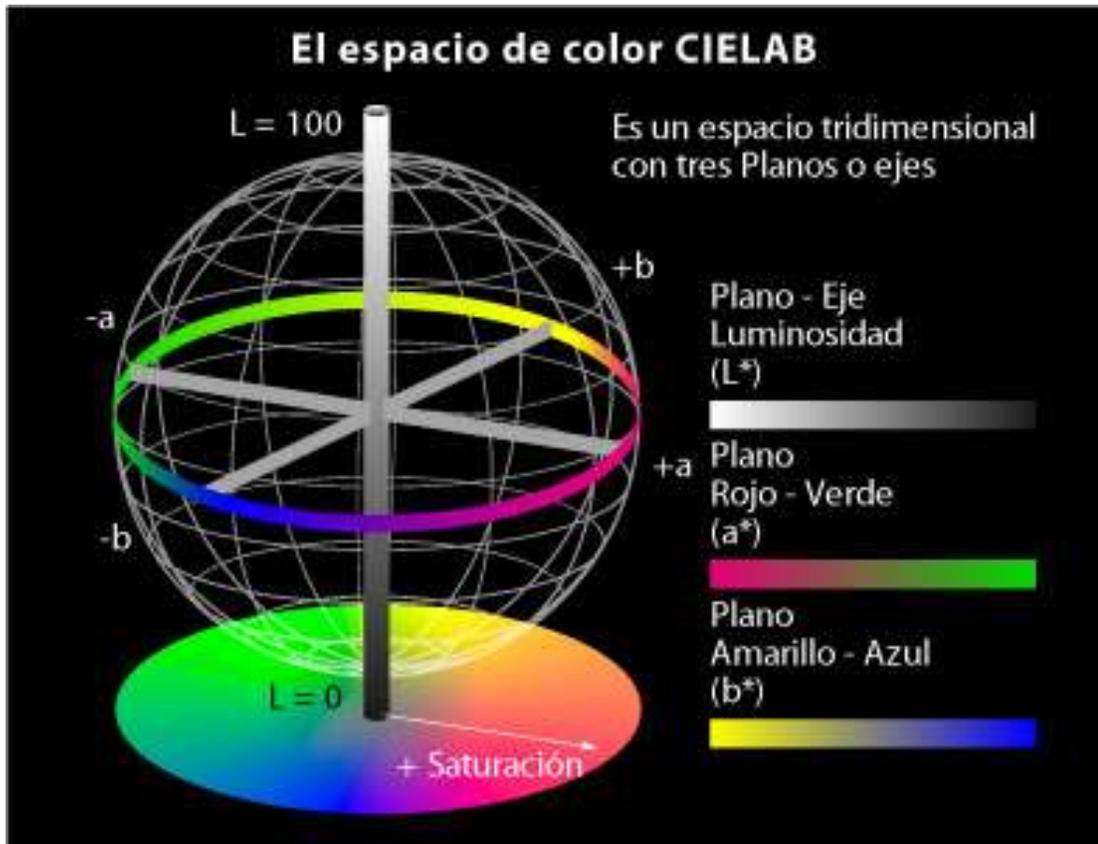


Figura. A1. El espacio de color CIELAB.
Fuente: Westland, 2001

HOJAS METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

Título	Efecto de la adición de hidrocoloides y el almacenamiento en congelación sobre el color y textura de salchichas ligeras de pollo y auyama
Subtítulo	

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Longart De Reyes, Mary Josefina	CVLAC	C.I: 4.502.463
	e-mail	mlongart.udomonagas@gmail.com
	e-mail	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

Palabras o frases claves:

salchicha de pollo
auyama
hidrocoloide
color y textura
asociado

El representante de la subcomisión de tesis solicitará a los miembros del jurado la lista de las palabras claves. Deben indicarse por lo menos cuatro (4) palabras clave.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Tecnología ciencias Aplicada	Tecnología de Alimentos

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos una subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

Resumen (Abstract):

La presente investigación se realizó en los laboratorios de Tecnología de Alimentos de la Escuela de Zootecnia, la cual consistió en evaluar el efecto de la adición de hidrocoloides y el almacenamiento en congelación sobre los parámetros de color (L^* , a^* , b^*) y el perfil de textura (dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad) en salchichas ligeras de pollo y auyama (SLPA). Para ello se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4×2 , donde los factores fueron la formulación de acuerdo con el tipo de hidrocoloide, con cuatro niveles (almidón de yuca, almidón de maíz, clara de huevo y gelatina en polvo sin sabor) y la condición física, con dos niveles (sin congelar y descongelada). Se realizaron tres repeticiones por tratamiento para un total de 24 observaciones. Las SLPA pueden considerarse de color claro por sus valores de $L^* > 69,77$, de una coloración amarillo verdoso por los valores negativos de a^* (-2,75 a -3,06) y los valores positivos de b^* (27,75 a 30,95), que sin duda alguna es debido al contenido de pulpa de auyama en las formulaciones. La adición de los hidrocoloides a la formulación no afectó a ($p < 0,05$) la coordenada L^* , sin embargo, sí influyó en la coordenada a^* y b^* siendo la adición de gelatina quien influyó en la variación de estas coordenadas del color, en cambio la congelación sí afectó la coordenada L^* y a^* , pero no hubo diferencias significativas a ($p < 0,05$) de la coordenada b^* . De acuerdo con los valores de dureza (1,70 - 2,05 N y 1,09 - 1,78 N) obtenidos en las SLPA sin congelar y descongelada respectivamente pueden ser consideradas de consistencia blanda. La adición de hidrocoloides no afectó a ($p < 0,05$) el parámetro del TPA dureza, sin embargo, sí fue afectado por la condición física, encontrándose que ésta disminuye en las SLPA después de ser descongeladas. La adición de hidrocoloides no afectó a ($p < 0,05$) la adhesividad ni la cohesividad de las SLPA, sin embargo, la congelación de las SLPA disminuyó su cohesividad. En cambio, la elasticidad y masticabilidad fue afectada a ($p < 0,05$) por la adición de hidrocoloides y condición física encontrándose que aumentaron en las SLPA descongeladas.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I:
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I:
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I:
	e-mail	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: “Apellido 1 Inicial Apellido 2., Nombre 1 Inicial Nombre 2”. Si el autor está registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2023		

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

Lenguaje: spa Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para inglés en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
NMOASO_LDMJ2023

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M
N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2
3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____ (opcional)

Temporal: _____ (opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Profesor Asociado

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarum en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

Nivel Asociado con el trabajo: Trabajo de ascenso

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

Área de Estudio:

Tecnología de Alimentos

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Si como producto de convenciones, otras instituciones además de la Universidad de Oriente, avalan el título o grado obtenido, el nombre de estas instituciones debe incluirse aquí.

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumandá, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CUNDELA
Secretario



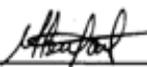
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telesinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manuja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 6/6

Derechos:

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicado CU-034-2009): “Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.”



MSc Mary J. Longart de Reyes
.AUTOR