



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

TESIS DE GRADO:

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

MODALIDAD:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*) COMO
AGENTE LIGANTE EN LA PRODUCCIÓN DE MORTADELA
TIPO BOLOGNA

AUTORES:

GARCÍA MENDOZA JORDAN JAVIER
ZAMBRANO MENDOZA MICHAEL JAIR

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. PLINIO VARGAS ZAMBRANO, Mg. Sc.

CHONE – MANABÍ – ECUADOR

JULIO, 2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Investigación principalmente para nuestro padre, Jehová Dios.

A mi madre Carmen Mendoza Alcívar, con mucho cariño y amor, le dedico este trabajo de investigación, por su más grande apoyo incondicional, siempre cada uno de mis logros serán dedicados para ti mamá, eres la mejor, te amo.

A mi padre Carlos García Laaz, por todos sus consejos, y siempre brindarme su cariño incondicional.

A mis hermanos Erika Estefanía, Jean Carlos, Sandy Jazmín y Carlos Humberto que junto a mis cuñados y cuñada han sido para mí el más grande apoyo incondicional, son los mejores.

A mis apreciados y amados sobrinos Karol, Melanie, Julieth Intriago García, Crystell Morocho García y Mathias García Criollo.

A mi tía Margarita, por toda su paciencia, consejos y apoyo incondicional, sin duda eres importante en mi vida, para ti este gran logro.

A mis abuelitos/as y de manera general a mis demás familiares que siempre han estado en todo momento brindándome su apoyo, alegría y buenos deseos.

Jordan García Mendoza

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Joselito Zambrano y Marsella Mendoza quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido que hoy logre llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, por mostrarme su apoyo incondicional y el interés para que estudie y desarrolle completamente en todos los aspectos de mi vida. Los quiero mucho.

A mis hermanos Henry Javier y Lilibeth Liceth por su cariño y apoyo incondicional, a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma siempre están acompañándome en todos mis sueños y metas.

Michael Zambrano Mendoza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por el apoyo y acceso a su Laboratorio de Investigación de Alimentos.

A la Universidad Técnica de Manabí mi más profundo agradecimiento por darme la oportunidad de formarme como un profesional de excelencia.

A mis docentes de la Facultad de Ciencias Zootécnicas en especial a quienes conforman el departamento de procesos agroindustriales, les agradezco por todo el conocimiento brindado y creer en mí.

Agradezco de todo corazón a mis estimados y queridos docentes, Dr. Alex, Ing. Wagner, Ing. Isabel, Dr. Patricio e Ing. Cecilia, por la confianza y apoyo incondicional brindado en cada momento, por permitirme avanzar e ir mejorando en la Investigación, por todas sus enseñanzas, muchas gracias.

De forma muy especial, agradezco a mi Tutor Ing. Plinio Vargas, por toda su ardua labor de guía, amigo y apoyo incondicional en todo este proceso académico y de Investigación.

A mi querida Tía Margarita le agradezco mucho por todo su cariño, amor y apoyo incondicional.

A mi apreciado padre, y queridos hermanos y hermanas junto a sus familias, agradecerles por todo su apoyo, y cariño incondicional, se los aprecia mucho.

Agradecido con la mujer que me ha enseñado, que todo se consigue a través de esfuerzo y dedicación, gracias por tanto mamá.

A Dios por todas sus bendiciones.

Jordan García Mendoza

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Manabí, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimientos.

A mis amigos, por apoyarme cuando más los he necesitado, por extender su mano en momentos difíciles, mil gracias, siempre los llevare en mi corazón.

De manera especial al Ing. Plinio Vargas mi Tutor de Tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

Agradezco a mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa Universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

Michael Zambrano Mendoza

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Plinio Vargas Zambrano, Mg. Sc. catedrático de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí CERTIFICO, que la presente tesis titulada:

ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*) COMO AGENTE LIGANTE EN LA PRODUCCIÓN DE MORTADELA TIPO BOLOGNA, ha sido realizada por los egresados: García Mendoza Jordan Javier y Zambrano Mendoza Michael Jair; bajo la dirección del suscrito habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Chone, Julio de 2020

Ing. Plinio Vargas Zambrano, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación designado por: el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

TEMA:

“ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*) COMO AGENTE LIGANTE EN LA PRODUCCIÓN DE MORTADELA TIPO BOLOGNA”

REVISADA Y APROBADA POR:

Ing. JOSÉ PATRICIO MUÑOZ MURILLO, Ph.D.
REVISOR DE TESIS

Ing. WAGNER GOROZABEL MUÑOZ, Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. ALEX DUEÑAS RIVADENEIRA, Ph.D.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. CECILIA PÁRRAGA ÁLAVA, Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE LOS AUTORES

JORDAN JAVIER GARCÍA MENDOZA y MICHAEL JAIR ZAMBRANO MENDOZA, declaran bajo juramento que el presente proyecto de investigación es absolutamente original y de nuestra autoría, siendo el más fiel reflejo de los conocimientos adquiridos en nuestra formación académica superior, nos permitimos manifestar que las referencias bibliográficas han sido consultadas y son de nuestra absoluta responsabilidad.

JORDAN J. GARCÍA MENDOZA

MICHAEL J. ZAMBRANO MENDOZA

ÍNDICE

CONTENIDO	pág.
DEDICATORIA _____	II
DEDICATORIA _____	III
AGRADECIMIENTO _____	IV
AGRADECIMIENTO _____	V
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS _____	VI
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN _____	VII
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE LOS AUTORES _____	VIII
ÍNDICE _____	IX
ÍNDICE DE TABLAS _____	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS _____	XIV
RESUMEN _____	XV
ABSTRACT _____	XVI
1. INTRODUCCIÓN _____	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	3
2. JUSTIFICACIÓN _____	4
3. OBJETIVOS _____	5
3.1 OBJETIVO GENERAL _____	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____	5
4. HIPÓTESIS _____	5
5. MARCO REFERENCIAL _____	5
5.1. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS _____	5
5.2. CARNE _____	6
5.2.1. CALIDAD DE LA CARNE _____	6
5.2.2. CARNE DE BOVINO _____	7
5.2.3. CARNE DE PORCINO _____	7
5.3. PRODUCTOS CÁRNICOS _____	8
5.3.1. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS _____	8
5.3.1.1. CRUDOS FRESCOS _____	8
5.3.1.2. CRUDOS-CURADOS _____	9

5.3.1.3. TRATADOS POR CALOR _____	9
5.3.1.4. ESCALDADOS _____	10
5.4. MORTADELA _____	10
5.4.1. TIPOS DE MORTADELA _____	11
5.4.1.1. MORTADELA BOLOGÑA GRUESA Y DELGADA _____	11
5.4.1.2. MORTADELA ESPECIAL _____	11
5.4.1.3. MORTADELA BOLOGNA _____	11
5.5. COMPONENTES BÁSICOS DE LA MORTADELA _____	11
5.5.1. GRASA DORSAL PORCINO _____	11
5.5.2. HARINA DE SOYA _____	12
5.5.3. AGUA HELADA O HIELO _____	12
5.5.4. SAL _____	12
5.5.5. SAL DE CURA _____	13
5.5.6. FOSFATO _____	13
5.5.7. GLUTAMATO MONOSÓDICO _____	13
5.5.8. ÁCIDO ASCÓRBICO _____	14
5.5.9. CONDIMENTO PARA MORTADELA _____	14
5.5.10. COLOR _____	14
5.5.11. TRIPA SINTÉTICA _____	14
5.6. YUCA _____	14
5.6.1. TAXONOMÍA DE LA YUCA _____	15
5.6.2. IMPORTANCIA ALIMENTARIA Y ECONÓMICA DE LA YUCA _____	16
5.6.3. PROCESO DEL ALMIDÓN DE YUCA _____	17
5.6.4. ALMIDÓN DE YUCA _____	17
5.7. ALMIDONES _____	18
5.7.1. ALMIDÓN NATIVO _____	19
5.7.2. ALMIDÓN AGRIO _____	19
5.7.3. AMILOSA/AMILOPECTINA _____	20
5.7.4. GELIFICACIÓN _____	21
5.7.5. RETROGRADACIÓN _____	21
5.8. FUNCIÓN DE LOS ALMIDONES EN PRODUCTOS CÁRNICOS _____	22

5.9. AGENTES LIGANTES _____	23
5.10. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE PERFIL DE TEXTURA _____	23
5.11. EVALUACIÓN SENSORIAL _____	24
6. MATERIALES Y MÉTODOS _____	25
6.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN _____	25
6.1.1. TEÓRICO HISTÓRICO _____	25
6.1.2. TEÓRICO LÓGICO _____	25
6.1.3. EXPERIMENTAL _____	26
6.1.4. ESTADÍSTICO _____	26
6.2. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO _____	26
6.3. MATERIAS PRIMAS _____	26
6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL _____	27
6.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL _____	28
6.5.1. ALMIDÓN DE YUCA _____	28
6.5.1.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL _____	29
6.5.2. MORTADELA TIPO BOLOGNA _____	29
6.5.2.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL _____	31
6.6. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE PERFIL DE TEXTURA _____	33
6.7. ANÁLISIS SENSORIAL _____	33
6.8. PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES _____	34
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	34
7.1. CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA _____	34
7.1.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL _____	34
7.1.2. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA _____	34
7.2. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE PERFIL DE TEXTURA _____	35
7.2.1. DUREZA _____	35
7.2.2. ELASTICIDAD _____	36
7.2.3. GOMOSIDAD _____	36
7.2.4. COHESIVIDAD _____	36
7.2.5. ADHESIVIDAD _____	38
7.2.6. MASTICABILIDAD _____	39

7.3. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL _____	40
7.4. ANÁLISIS SENSORIAL _____	40
7.4.1. SABOR y COLOR _____	41
7.4.2. OLOR _____	42
7.4.3. MASTICABILIDAD _____	43
7.4.4. GOMOSIDAD _____	44
7.4.5. CALIDAD GENERAL _____	45
7.5. PRUEBA AFECTIVA _____	46
7.6. COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL MEJOR TRATAMIENTO _____	47
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	48
8.1. CONCLUSIONES _____	48
8.2. RECOMENDACIONES _____	49
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	49
10. ANEXOS _____	63
ANEXO 1. PROCESO DE ALMIDÓN DE YUCA. _____	63
ANEXO 2. PROCESO DE MORTADELA TIPO BOLOGNA CON ALMIDÓN DE YUCA. _____	69
ANEXO 3. PRUEBA SENSORIAL. _____	71
ANEXO 4. PANEL SENSORIAL DE JUECES SEMI-ENTRENADOS. _____	72
ANEXO 5. PRUEBA AFECTIVA. _____	73
ANEXO 6. PANEL SENSORIAL DE JUECES CONSUMIDORES. _____	74
ANEXO 7. REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS EN ALMIDÓN DE YUCA. _____	75
ANEXO 8. REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN ALMIDÓN DE YUCA. _____	76
ANEXO 9. REPORTE DE ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA. _____	77
ANEXO 10. REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN MORTADELA TIPO BOLOGNA. _____	78
ANEXO 11. REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS AL MEJOR TRATAMIENTO. _____	79
ANEXO 12. NORMA INEN 1340. _____	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulación de los Tratamientos. _____	27
Tabla 2. Formulación de la mortadela. _____	31
Tabla 3. Composición proximal del Almidón de yuca. _____	34
Tabla 4. Análisis microbiológicos en Almidón de yuca. _____	35
Tabla 5. Análisis de varianza para los atributos del análisis instrumental del perfil de textura. _____	35
Tabla 6. Evaluación microbiológica del diseño experimental. _____	40
Tabla 7. Resultados del análisis de varianza no paramétrico para los atributos no significativos del perfil sensorial. _____	41
Tabla 8. Resultados del análisis de varianza no paramétrico para los atributos significativos del perfil sensorial. _____	42
Tabla 9. Composición proximal del Mejor Tratamiento en estudio (T3). _____	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma para procesar Mortadela tipo Bologna con adición de Almidón de yuca (Manihot esculenta Crantz)	32
Figura 2. Comparación de promedios según la prueba de TUKEY para la variable cohesividad.	37
Figura 3. Comparación de promedios según la prueba de TUKEY para la variable adhesividad.	38
Figura 4. Comparación de promedios según la prueba de TUKEY para la variable masticabilidad.	39
Figura 5. Comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis para la variable olor.	43
Figura 6. Comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis para la variable masticabilidad.	44
Figura 7. Comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis para la variable gomosidad.	45
Figura 8. Comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis para la variable calidad general.	46
Figura 9. Resultados de aceptación y rechazo del mejor tratamiento (T3).	47

RESUMEN

En la industria alimentaria va en aumento el uso de almidones nativos para sus diversos procesos, entre ellos los utilizados en productos cárnicos, esto se debe a la capacidad ligante que presentan para retener humedad, mejorar la textura del producto y sus rendimientos. Por lo tanto, se evaluó el efecto del almidón de yuca como agente ligante en la producción de mortadela tipo bologna. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial donde A: representó las concentraciones de almidón de yuca al 60 % 80 % y 100 % más un Testigo. Se analizaron variables de perfil de textura por método instrumental y análisis sensorial por escala hedónica. Se determinó que las variables dureza, elasticidad y gomosidad no presentaron diferencias significativas, al contrario, la adhesividad, cohesividad y masticabilidad si fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos. Las variables color y sabor presentaron un $p > 0,05$ mientras que el olor, masticabilidad, gomosidad y calidad general mostraron un $p < 0,05$. En conclusión, el tratamiento T3 (100% almidón de yuca) presentó mejores características texturales en, adhesividad -0,01 N, y masticabilidad 16,56 N, al contrario, el Testigo manifestó mejor cohesividad. Los catadores semi-entrenados manifestaron una mayor aceptación por la formulación del T3, la cual se enmarco dentro de la categoría de me gusta moderadamente en todos los atributos y presentó valores idóneos de pérdida por calentamiento 60,27 %; grasa 12,81 %; y cenizas 3,18 %; menos de proteína 11,82 % y pH 6,73. El almidón nativo de yuca puede ser considerado como posible agente ligante en emulsiones cárnicas.

Palabras clave: almidón de yuca, análisis sensorial, efecto ligante, mortadela bologna, perfil de textura.

ABSTRACT

In the food industry, the use of native starches for their various processes is increasing, including those used in meat products, this is due to the binding capacity they present to retain moisture, improve the texture of the product and its yields. Therefore, the effect of cassava starch as a binding agent on the production of bologna-type mortadella was evaluated. A completely randomized experimental design was applied, with a factorial arrangement where A: represented the concentrations of cassava starch at 60 % 80 % and 100 % plus a Control. Variables of texture profile were analyzed by instrumental method and sensory analysis by hedonic scale. It was determined that the variables hardness, elasticity and rubberiness did not present significant differences, on the contrary, the adhesiveness, cohesiveness and chewiness if they were statistically different between the treatments. The color and flavor variables presented a $p > 0.05$ while the odor, chewiness, guminess and general quality showed a $p < 0.05$. In conclusion, treatment T3 (100% cassava starch) presented better textural characteristics in, adhesiveness -0.01 N, and chewiness 16.56 N, on the contrary, the Control showed better cohesiveness. The semi-trained tasters manifested a greater acceptance of the T3 formulation, which was framed within the category of moderately likes in all attributes and presented ideal values of loss on heating 60.27%; fat 12.81%; and ash 3.18%; less protein 11.82% and pH 6.73. Native cassava starch can be considered as a possible binding agent in meat emulsions.

Keywords: cassava starch, sensory analysis, binding effect, bologna mortadella, texture profile.

1. INTRODUCCIÓN

La yuca es un alimento que puede crecer en diferentes zonas geográficas, de acuerdo con estudios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, al año se cosechan en el mundo 170 millones de toneladas de raíces frescas y, de estas, aproximadamente la quinta parte (34 millones) es producida en América Latina y el Caribe (Rico y Peralta, 2020). En países como Ecuador, se cultivan alrededor de 21.000 a 26.000 hectáreas, además, en toda la nación existen solo dos especies, la *Manihot esculenta* y *Manihot leptophylla*. Sin embargo, dentro del género *Manihot* se han clasificado más de un centenar de especies, de las cuales la única cultivada comercialmente es la *Manihot esculenta* Crantz (Arzube, 2015).

Esta especie (*Manihot esculenta* Crantz) perteneciente a la familia Euphorbiaceae, es un arbusto perenne originario de Suramérica y difundido en muchos países de zonas tropicales y subtropicales de América, Asia y África, incluidas muchas islas del Pacífico. Es el cuarto producto básico más importante después del arroz, el trigo y el maíz, es un cultivo rústico particularmente importante en los suelos áridos o propensos a la sequía (Beovides, *et al.*, 2014; Silva, *et al.*, 2008), de gran aceptación en las industrias procesadoras de alimentos como producto primario o secundario (Pizarro, *et al.*, 2016) en la producción de harinas, materias primas de concentrados y en la obtención de almidones (García, *et al.*, 2018).

El almidón de yuca es de constante producción en Ecuador, aprovechando los suelos de las regiones de Manabí que sin problema alguno producen yuca en todas las estaciones. Posee una variedad de propiedades interesantes, como baja gelatinización, claridad y sabor suave, que lo hacen deseable para aplicaciones en industrias alimentarias y no alimentarias. Particularmente, se produce en rallanderías, que elaboran diferentes tipos de almidón (Sabando, 2017; Zhang, *et al.*, 2013). Entre ellos, el almidón dulce o nativo es utilizado como ingrediente en alimentos, textiles, papel e industria biotecnológica, aunque esta demanda no es relevante. El almidón agrio es utilizado principalmente como ingrediente para productos de panadería como el pan de yuca entre otros (García, *et al.*, 2018). Ambos productos (dulce y agrio)

artesanales son típicos en la provincia de Manabí, y representan la principal fuente de ingreso económico para diversas familias (Álava, *et al.*, 2017).

Según Pereira, *et al.*, (2019) La funcionalidad de los diferentes tipos de almidones depende de muchos factores, incluyendo su fuente, estructura granular, contenido de amilosa y amilopectina y distribución de la longitud de la cadena de ramificación. Diversos estudios han reportado, que el almidón nativo de yuca, es utilizado como agente ligante de agua, coadyuvante de emulsificaciones, fuente de carbohidratos, espesante y agente texturizante (Vargas, 2010). También se promueve su utilización por ser un producto de naturaleza abundante (Meaño y Castillo, 2019). Por otra parte, se han presentado mejoras en la textura y la calidad organoléptica de los productos cárnicos emulsionados mediante el uso de almidones (Pereira, *et al.*, 2019).

El almidón es uno de los ingredientes alimenticios añadido a la mezcla de masa cruda durante preparación para mejorar su calidad, entre otras ventajas, actúa como agente ligante al agua, retención de humedad, mantener la jugosidad y mejorar los atributos de textura en los productos cárnicos. Además, juega un papel importante en la reducción del costo de producción, puede parcialmente reemplazar la costosa fracción de carne en la formulación y brindar las características deseadas en el producto (Prabpree y Pongsawatmanit, 2011; Wu, *et al.*, 2018; Ramos *et al.*, 2019)

Los almidones en la industria cárnica son ingredientes muy importantes y comunes, ya que actúan para mejorar la estabilidad del producto (García y Forero, 2014; Torres, 2018). Además, son agentes ligantes que perfeccionan la cohesión de las partículas de las diferentes materias primas del producto cárnico en proceso, retienen agua, aceites, lípidos y jugos naturales de la carne, también pueden actuar como emulsificante y lograr en el producto final una ganancia de peso, permitiendo aumentar la capacidad de almacenamiento, mejorando notablemente la apariencia y capacidad de rebanado que éste pueda presentar (Diaz, 2014).

Los agentes ligantes tienen como propósito ser capaces de retener la humedad durante todo el procesamiento y almacenamiento de los productos, disminuyendo la merma por cocción, logrando estabilizar la emulsión de humedad, grasa y proteínas,

mejorando la textura (firmeza, cohesión y jugosidad) de los productos cárnicos procesados (Pérez y Quintanilla, 2012).

De acuerdo a lo anterior, se crea el interés en dar uso a materias primas de origen vegetal como la yuca específicamente por su presencia de almidón, mismo que permitirá brindar un aporte valioso en la producción de embutidos.

En este estudio se plantea evaluar la adición de almidón de yuca como agente ligante y su efecto sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la producción de mortadela tipo bologna.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los productos agroindustriales más importantes elaborados con base en yuca son los almidones (dulce, agrario, modificado, no modificado), cuyas alternativas de utilización son extensas y variadas (Bailón, 2012). Sin embargo, los medianos y pequeños productores de almidón de yuca dado a su escasa capacitación sobre las ventajas que estos poseen para su comercialización, con clientes potenciales, han provocado efectos negativos no permitiendo incrementar su nivel de producción, y ventas sin conocer los gustos y preferencias de los consumidores y poder llegar a nuevos mercados que les permita mejorar su rentabilidad (Cueva, 2015).

Para los productores de almidón, uno de sus principales clientes o mercados potenciales, que presentan la necesidad de este recurso, son las industrias cárnicas, mismas que actualmente se han manifestado bajo una problemática inducida por una variedad de factores, entre ellos, la inclusión de materias primas a costos accesibles y de buena calidad, esto se debe, a que el mercado actual exige nuevas alternativas de alimentos procesados que incluyan la adición de productos naturales y brinden un aporte beneficioso para la salud como a su vez, una mejora en el producto final.

Por tal motivo, es importante realizar investigaciones con el uso de almidones nativos como el de yuca en la elaboración de productos cárnicos, y de esta forma, contar con resultados relevantes que generen mayor importancia para su producción y utilización. Por lo tanto, se plantea la siguiente interrogante, ¿De qué manera influirá sobre las

características fisicoquímicas y sensoriales, el uso almidón de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) como agente ligante en la producción de mortadela tipo bologna?

2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con las tendencias mundiales, cada vez el uso de agentes ligantes en la producción de embutidos se vuelven más necesarios para inducir la emulsión dentro de la masa cárnica y de esta forma presentar un derivado cárnico con mejores características sensoriales, cabe resaltar que de acuerdo a la materia prima utilizada en dicho proceso se puede obtener un producto de gran aporte nutricional, es por ello que en la actualidad se trata de incluir materias primas de origen natural que presenten estas características esenciales, en lo particular las raíces como la yuca contienen almidones que permiten desarrollar una mejor consistencia en los alimentos, destacando que estos también poseen un gran aporte calórico, se mantienen en constante producción y a bajo costo, son una alternativa viable para la industria de alimentos.

En zonas rurales del cantón Chone provincia de Manabí se busca dar aprovechamiento a diversos productos obtenidos de materias primas autóctonas, como el almidón de yuca que es de amplia producción y de gran calidad. Sus características según investigaciones presentan gran interés para su utilización, por su acción ligante de agua, y estabilidad de productos cárnicos, pudiendo convertirse en una alternativa viable para reemplazar insumos como féculas de papa o proteínas aisladas de soya, que generalmente son adquiridas en mercados extranjeros por las industrias cárnicas.

El trabajo de investigación tiene como finalidad, realizar la producción de una mortadela tipo bologna con diferentes concentraciones de almidón de yuca, este proyecto se enfoca en la población en general permitiendo brindar una alternativa de aprovechamiento de este tipo de producto, y a su vez despertar la motivación por pequeñas medianas y grandes empresas que se dediquen a la elaboración de productos cárnicos de inducir ese tipo de materia prima en sus procesos. De tal forma

que no solo los grandes empresarios se vean beneficiados sino también, los agricultores que se dediquen a esta actividad de extraer el almidón.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del almidón de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) como agente ligante en la producción de mortadela tipo Bologna

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar mediante pruebas microbiológicas y fisicoquímicas la calidad del almidón de yuca (*Manihot esculenta Crantz*).
- Reemplazar proteína de soja por almidón de yuca en la producción de mortadela tipo bologna.
- Identificar el tratamiento con mejores características texturales por medio de análisis de perfil de textura.
- Identificar mediante un análisis sensorial el tratamiento con mayor aceptación y su contenido nutricional por medio de análisis bromatológicos.

4. HIPÓTESIS

El uso de almidón de yuca influirá sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la producción de mortadela tipo bologna.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS

La carne y los productos cárnicos son alimentos altamente consumidos por la población humana, debido a sus características sensoriales y de composición son muy aconsejable por su gran riqueza en nutrientes, fundamentalmente en proteínas de alto valor biológico de 16-25 % y un 40 % de aminoácidos esenciales en sustancias

nitrogenadas no completas, vitaminas y minerales (Méndez, 2014; Horcada y Polvillo, 2010).

De igual forma Olmedilla y Jiménez, (2014) señalan que la carne y los productos cárnicos generalmente son reconocidos como alimentos altamente nutritivos, que proporcionan cantidades notables de proteína (que contiene aminoácidos esenciales para la salud humana), ácidos grasos, vitaminas (es una de las mayores fuentes de vitamina B12), minerales (principalmente hierro y zinc) y otros compuestos bioactivos.

5.2. CARNE

Por carne se entiende la parte muscular comestible de los animales de abasto sacrificados y faenados en condiciones higiénicas. Se incluyen las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de él en los procesos de manipulación, preparación y transformación (Horcada y Polvillo, 2010).

El Codex Alimentarius define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin”. La carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos (FAO, 2015).

La carne debe estar libre de medicamentos suministrados a los animales antes del sacrificio y de cualquier otra sustancia que pueda comprometer la salud del consumidor (Püssa, 2013) de lo contrario este alimento podría volverse un alimento altamente peligroso para la salud pública (Marques, *et al.*, 2011).

5.2.1. CALIDAD DE LA CARNE

En general, cuando se hace referencia a la calidad de la carne, inmediatamente se piensa en variables como suavidad, color, jugosidad, sabor, aroma y vida útil. Entre los atributos que más influyen en la satisfacción del consumidor destacan la suavidad de la carne (terneza), la jugosidad y el sabor de la carne cocida. Todas estas características se logran durante el proceso de producción al buscar ajustarse a las

expectativas del consumidor final. Este proceso va desde la ceba del ganado hasta la comercialización de los productos obtenidos en la forma en que el consumidor los requiera (León y Carrasco, 2012).

5.2.2. CARNE DE BOVINO

La carne de res para el consumo humano es uno de los renglones importantes dentro de la economía de un país, tiene una gran importancia socioeconómica ya que sirve como base para el desarrollo, generación de empleo y sostenibilidad (Aguilar, *et al.*, 2018).

Además, es un producto de alto valor entre los alimentos de origen animal, representa una fuente importante de lípidos, vitaminas, minerales y proteínas que constituyen características bromatológicas que son tomadas en cuenta en el factor nutricional e influyen notablemente en su calidad (Delgado y Cedeño, 2013; Efrén, *et al.*, 2007).

5.2.3. CARNE DE PORCINO

La carne de cerdo es considerada un alimento con gran potencial dentro del consumo de los habitantes del país como a nivel mundial. Es rica en nutrientes, incluidos los aminoácidos esenciales. También es bien digerible, lo que justifica, al menos en parte, el rápido desarrollo en el mundo de la industria de productos de carne de cerdo y todas las transacciones comerciales relacionadas (Kouame Kohi *et al.*, 2019).

Los factores que más influyen la compra de carne de cerdo fresca, son la cantidad de grasa, el color y las pérdidas de agua. Mientras que la decisión de volver a comprar un producto recae sobre la satisfacción sensorial proporcionada por el sabor, olor y textura (Castro y Narvaéz, 2013).

En efecto 100 gr de carne de cerdo pueden llegar a contener 0.95 mg de vitamina B1, lo cual está cercano a cubrir los requerimientos diarios de una mujer (1.1 mg/día) o un hombre (1.2 mg/día) y totalmente de un niño (0.6 mg/día) (Rubio y Braña, 2013).

5.3. PRODUCTOS CÁRNICOS

Los productos cárnicos son los resultantes del procesamiento de la carne, se comercializan como alimentos listos para consumo. Puede tratarse de piezas de carne enteras, pero lo más común es que se trate de productos elaborados mediante mezcla y picado de trozos secundarios de carne, grasa, órganos animales, o sangre con otros ingredientes, seguido por el embutido y cocción (Valenzuela y Pérez, 2016; Grande, *et al.*, 2011).

Son componentes esenciales de la dieta humana. El valor nutricional de los mismos se debe principalmente a la energía que aportan, el alto valor biológico de sus proteínas ricas en aminoácidos esenciales, el aporte de vitaminas del complejo B (B1, B2, B6, B12), siendo además fuente de elementos traza de gran importancia como el hierro hemínico de gran biodisponibilidad y el zinc (Terrasa, 2012).

5.3.1. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

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 de calor o algún otro proceso característico en su tecnología de elaboración, la forma del producto terminado, su durabilidad o cualquier otro criterio (Velasco, 2018).

En dependencia del tratamiento que reciban, se pueden clasificar en: frescos, crudos–adobados, crudos–curados, tratados por el calor, platos preparados cárnicos y otros derivados cárnicos. Entre los cárnicos cocidos encontramos productos como el paté, fiambres, salchichas tipo frankfurt, cortados, mortadela o el jamón cocido (Rodríguez, 2012; Muntal, 2007). Son emulsificaciones cárnicas de gran consumo y popularidad en muchos países del mundo, ya que forman parte de la dieta del 23% de la población a nivel mundial (Matute, 2017).

5.3.1.1. CRUDOS FRESCOS

Los embutidos crudos frescos pueden consumirse en estado fresco o cocinado posterior a una maduración. Aquellos, en su procesamiento utilizan materias primas

crudas, y que no requieren de tratamiento térmico. El ahumado no está considerado dentro del proceso de tratamiento térmico, por lo tanto, los embutidos crudos pueden ser ahumados o no. Se mantienen a una temperatura entre 0 °C y 4 °C, cuyo periodo de vida útil oscila entre uno a cinco días. Según la capacidad de maduración, los embutidos crudos se pueden clasificar en embutidos de larga, mediana y corta duración. Algunos ejemplos de embutidos crudos son: chorizos, salchicha desayuno, salami (Matovelle, 2016; Ccama, 2017).

5.3.1.2. CRUDOS-CURADOS

Los embutidos crudos curados son productos que tradicionalmente sirven para la conservación de la carne mediante fermentación y/o secado (Arnau 2011). se elaboran mediante la adición de sales de curado bien en la superficie de la pieza entera, bien mezclándolas con la carne picada o bien sumergiendo la pieza en salmuera. Posteriormente se dejan madurar y secar durante un período que puede abarcar desde algunas semanas a varios meses o incluso años. Opcionalmente los productos pueden someterse a una operación de ahumado antes de la maduración. En este grupo cabe citar, entre otros, el jamón ibérico, el jamón de Parma, la cecina, el lacón, el lomo curado y los embutidos crudos curados (Fernández, 2016).

5.3.1.3. TRATADOS POR CALOR

El tratamiento térmico por calor se aplica en los embutidos para favorecer la coagulación de la estructura proteica características del embutido escaldado, para eliminar los microorganismos, inactivar enzimas y obtener las características sensoriales deseadas (olor, color, sabor y consistencia) (Guzmán, 2010).

Los productos cárnicos tratados por calor representan el principal grupo de producción, en las industrias transformadoras de la carne. Son preparados esencialmente con carnes y/o despojos comestibles de una o varias de las especies animales de abasto, aves y caza autorizadas, que se han sometido en su fabricación a la acción del calor, alcanzando en su punto crítico una temperatura suficiente para lograr la coagulación total o parcial de sus proteínas cárnicas y, opcionalmente a ahumados y/o maduración,

en este grupo se encuentran, las pastas de hígado, butifarras, mortadelas, jamón, entre otros (Vaquero, 2013).

5.3.1.4. ESCALDADOS

Los escaldados se preparan a partir de carne fresca, no completamente madurada y se someten a un proceso de escaldado antes de su comercialización con el fin de disminuir la población microbiana, favorecer la conservación y coagular la proteína. El escaldado consiste en un tratamiento a baño maría de 75 °C durante un tiempo que depende del tamaño del embutido (Rompiche, 2018). Por ejemplo: mortadelas, salchichas tipo frankfurt, jamón cocido, etc. La temperatura externa del agua o de los hornos de cocimiento no debe pasar de 75 – 80 °C. Los productos elaborados con féculas se sacan con una temperatura interior de 72 – 75 °C y sin fécula 70 – 72 °C (Peña, 2018).

5.4. MORTADELA

Los productos cárnicos emulsionados, como la mortadela, representan un segmento importante del procesamiento de la carne (Orsolin, *et al.*, 2015). El nombre de la mortadela empezó a difundirse por el año de 1661, cuando el Cardenal Farnese publicó un artículo en el que se explicaba la fabricación de este tipo de producto, sus ingredientes, y los tiempos y temperaturas para su cocción, es decir las normas de producción actuales (Almeida, 2011).

La mortadela es un fiambre de origen italiano elaborado principalmente con carne de cerdo picada finamente a la que se adiciona condimentos y/o aditivos permitidos; estos ingredientes son mezclados y cocidos a una temperatura determinada por un cierto tiempo (Tinoco, *et al.*, 2011). Contiene elementos indispensables para la alimentación cotidiana, tales como hidratos de carbono, lípidos y minerales, que son macromoléculas indispensables y favorables para el cuerpo humano; además posee vitaminas las cuales son vitales para el funcionamiento y metabolismo del cuerpo humano (Bravo y Mendoza, 2016).

5.4.1. TIPOS DE MORTADELA

5.4.1.1. MORTADELA BOLOGÑA GRUESA Y DELGADA

Ambas mortadelas de la variedad bologña se elaboran a partir de carne de res y cerdo combinadas, y se conservan a una temperatura de 2 °C y 4 °C. La diferencia de estas dos variedades radica en su peso, en la bologña gruesa es aproximadamente de 3,65 kg, y en la bologña delgada es de 2,3 kg. Estos productos una vez empacados pueden ser consumidos (Benalcázar y Wilches, 2010).

5.4.1.2. MORTADELA ESPECIAL

Se trata de un embutido escaldado, compuesto por una emulsión de carne vacuna (res), carne de cerdo y gordura de cerdo finamente picada, mezclada con dados de tocino de cerdo en cubos (10 x 10 mm) y embutidos en una tripa 30 natural como la vejiga o sintética como celofán, fibrosa o poliamida (Vire, 2012). Su presentación es en piezas largas, a este producto se lo debe conservar a una temperatura entre 2 °C y 4 °C (Benalcázar y Wilches, 2010).

5.4.1.3. MORTADELA BOLOGNA

Es un embutido escaldado compuesto principalmente por carne fresca y grasa, que junto con otros ingredientes como, el hielo, los condimentos y adicionando determinados niveles de harinas y féculas, pueden tener, no sólo un esperado efecto económico, sino también un positivo efecto tecnológico. (Vargas, *et al.*, 2019). La diferencia de esta mortadela con los otros tipos de embutidos escaldados es su formulación y su presentación, ya que son embutidos gruesos similar a los jamones (FAO, 2020).

5.5. COMPONENTES BÁSICOS DE LA MORTADELA

5.5.1. GRASA DORSAL PORCINO

El “tocino dorsal o del espinazo”, teniendo como nombres comunes utilizados para su denominación el de lardo, tocino de cinta, tocino de lomo y el más usado, simplemente, tocino es el más adecuado para la fabricación de embutidos (Moreno y Rodríguez, 2018).

5.5.2. HARINA DE SOYA

Las proteínas de soya, en sus diferentes formas sea como harinas, concentrados o aislados son muy usadas en los productos cárnicos por sus propiedades funcionales y su costo relativamente bajo con respecto a la carne magra. Por otra parte, han sido incorporadas en estos productos por su capacidad de retención de agua y de ligazón de grasa, incremento en la estabilidad de la emulsión y el incremento en los rendimientos de producto final (Ospina, *et al.*, 2011).

Tienen una función similar a la proteína cárnica, ayuda a crear textura, da un sabor suave, tiene alta capacidad de emulsificación, estabilizando el agua y la grasa, incrementa la retención de agua, tiene altos rendimientos de procesamiento, tanto en cocción, reproceso y rebanabilidad, además de ser nutricionalmente equivalente a la proteína cárnica es una fuente económica de proteína (Carrillo, 2012).

5.5.3. AGUA HELADA O HIELO

Es uno de los componentes más importantes de los embutidos, ya que está influye directamente en sus propiedades físico-químicas, bioquímicas y mecánico estructurales. Además, al agregar agua al comienzo de la mezcla en el emulsionador, se genera el aumento del coeficiente de elasticidad de la mezcla para embutidos, lo que influye positivamente en todo su proceso de aglutinación (Ordoñez y Patiño, 2012).

5.5.4. SAL

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 (Vargas, *et al.*, 2014).

5.5.5. SAL DE CURA

Los embutidos son sometidos a un proceso de curado, en el cual se adiciona nitrito de sodio (NaNO_2) o potasio (KNO_2), en forma pura o mezclado con sal común (cloruro de sodio) denominado sal de cura. La aplicación original de la sal de cura está relacionada con el desarrollo del color rosado estable, además, genera características sensoriales de textura, aroma y sabor. Además, se extiende a la prolongación de la vida de anaquel y a la protección de las grasas frente a la oxidación (Vindas, *et al.*, 2017; Reyo, *et al.*, 2019).

Los nitritos como los nitratos son sales de curado ampliamente utilizadas como aditivos por industria alimentaria, principalmente por las industrias cárnicas, como sustancias conservadoras, es decir, se agregan a los alimentos para prevenir o retrasar acciones microbianas o enzimáticas, protegiendo así los alimentos del deterioro (Zancheta, *et al.*, 2015). Además, son un fuerte inhibidor de bacterias anaeróbicas, dentro de las cuales la más importante es el *Clostridium botulinum* y contribuye al control de otros microorganismos, entre ellos la *Listeria monocytogenes* (Gallego, 2013).

5.5.6. FOSFATO

La principal función de los fosfatos es el incremento de retención de humedad de las proteínas. Además, permiten que la carne retenga la humedad durante la cocción, por lo que el producto no perderá demasiado peso durante este proceso y ello proporciona un beneficio importante al productor de embutidos (Mayer y Bertoluzzo, 2012). Por otra parte, se utilizan con propósitos tecnológicos para mejorar la estabilidad de emulsiones y salmueras cárnicas (Pellón, *et al.*, 2018).

5.5.7. GLUTAMATO MONOSÓDICO

El glutamato monosódico (GMS) es un agente saborizante usado para aportar sabor a carne, o umami, a los alimentos, por otra parte, fabricantes de todo el mundo añaden este potenciador del sabor a sus productos alimenticios para que sean más sabrosos y palatables y promover una mayor cantidad durante la ingesta de los mismos, favoreciendo así su consumo (Carbonero, 2013).

5.5.8. ÁCIDO ASCÓRBICO

Es considerado como uno de los más potentes agentes antioxidantes del organismo. Es una vitamina hidrosoluble y esencial. Los antioxidantes de la dieta como la vitamina C pueden inhibir la formación intragástrica de esos compuestos N-nitrosos, como también neutralizar o “barrer” radicales libres y de esta manera proteger contra el cáncer gástrico (Ayala, *et al.*, 2016).

5.5.9. CONDIMENTO PARA MORTADELA

Los condimentos para embutidos van a depender de los gustos de cada región o país, generalmente se utilizan para conferir en el producto cárnico ciertas características sensoriales específicas al producto. Se emplean, además, mezclas de una amplia variedad de componentes tales como pimentón, canela, pimienta, ajo, orégano, azúcar, etc. (Saigua, 2017).

5.5.10. COLOR

La aplicación de colorantes naturales resulta ser muy adecuados. Dentro de estas aplicaciones se pueden encontrar el licopeno, el aditivo natural más estudiado, en los últimos años, como aditivo cárnico. Algunos colorantes como el carmín, el beta-caroteno, la norbixina y la zeaxantina han sido igualmente utilizado en la industria cárnica (Mercadante, 2010).

5.5.11. TRIPA SINTÉTICA

Son muy usadas en la industria cárnica debido a que presentan características tecnológicas superiores en algunos aspectos a las de las tripas naturales. Están fabricadas a base de: hidratos de celulosa, pergamino natural, polímeros mixtos, polipropileno y polietileno. Lo más importante cuando se usan estas tripas es conocer sus características, para así poder evitar defectos de fabricación (Paredes, 2013).

5.6. YUCA

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*), es una planta originaria de América del Sur y fue domesticada hace unos 5000 años y cultivada extensivamente, desde entonces,

en zonas tropicales y subtropicales del continente (Nicaragua y Pavón, 2014). Es un tubérculo originario del trópico americano, apreciada por los pequeños agricultores por su tolerancia a la sequía y a los suelos infértiles, el cultivo es eco-eficiente por naturaleza y brinda una fuente confiable de alimentación, así como ingresos provenientes de los mercados para una amplia variedad de alimentos, forrajes y productos industriales (Dane, 2016).

Es el cuarto producto básico más importante después del arroz, trigo y maíz, ocupa un lugar importante en la agricultura de las regiones de clima tropical, (João, *et al.*, 2016) pertenece a la familia Euphorbiaceae, es una planta cultivada en varias regiones del mundo, bajo diferentes condiciones de temperaturas, precipitaciones y tipo de suelo, además posee una gran variabilidad genética (Oliveira y Miglioranza, 2014).

En Ecuador la yuca es una raíz considerada parte de la seguridad alimentaria de la población, especialmente de las regiones costa y sierra, con amplio potencial de desarrollo agroindustrial. Las zonas que más la cultivan se encuentran en la provincia de Manabí, destacando la parroquia de Canuto del cantón Chone por el valor agregado que se le otorga a su raíz a través de productos y subproductos con diferentes usos (Vera, *et al.*, 2019).

La yuca es importante, principalmente por su participación en los sistemas agrícolas, requiere de pocos fertilizantes, plaguicidas y agua y puede cosecharse en cualquier momento entre los 8 y 24 meses después de haberla plantado, por lo que puede quedarse en la tierra como defensa contra una escasez de alimentos inesperada, y por su aporte a la dieta de la población tanto humana como animal. Las principales ventajas de la yuca son su mayor eficiencia en la producción de carbohidratos en relación con los cereales y su alto porcentaje de almidón contenido en la materia seca (Vera, *et al.*, 2019).

5.6.1. TAXONOMÍA DE LA YUCA

La yuca pertenece al reino Vegetal, división Spermatophyta, subdivisión Angiospermae y a la clase Dicotyledoneae. Se encuentra ubicada en el orden Euphorbiales, familia Euphorbiaceae, tribu Manihotae a la que pertenece el género

Manihot. La familia Euphorbiaceae, constituida por unas 2 700 especies, se caracteriza por un notable desarrollo de los vasos laticíferos, compuesto por células secretoras llamadas galactocitos y éstos producen la secreción lechosa que caracterizan a las plantas que la representan. También constituyen a esta familia numerosas malezas, plantas ornamentales y otras de valor medicinal. Un género muy importante de esta familia lo constituye *Manihot*, el cual solo se encuentra en las Américas (Suárez, 2016).

Se han descrito alrededor de 98 especies asignadas a este género, de las que solo la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) tiene relevancia económica y es cultivada. El nombre científico de la yuca, fue pronunciado originalmente por Crantz, en 1766. Posteriormente, fue clasificada por Pohl en 1827 y Pax en 1910 como dos especies diferentes, dependiendo si se trataba de yuca amarga (*M. utilissima*) o dulce (*M. aipi*). Finalmente, Allem (1995) propuso que la especie *M. esculenta* fuera dividida en tres subespecies: *M. esculenta*, *M. flavellifolia* y *M. peruviana*, el cual sugirió que estas dos últimas subespecies son formas silvestres de la versión cultivada *M. esculenta* subespecie *esculenta* (Suárez, 2016).

5.6.2. IMPORTANCIA ALIMENTARIA Y ECONÓMICA DE LA YUCA

La yuca es de importancia alimenticia en la población (Garzón, 2016) y es catalogada como la más importante dentro de este grupo de plantas (raíces y tubérculos), por su principal valor económico en su órgano de reserva o almacenamiento de energía. Este producto se dirige fundamentalmente a cuatro mercados según los usos principales del mismo: como raíz fresca y procesada para consumo humano, como insumo en la industria alimenticia procesada para producir harina seca, como materia prima en la industria productora de alimentos balanceados para animales y como producto intermedio en la industria no alimenticia (Suárez y Mederos, 2011).

Es la tercera fuente más importante de calorías en las regiones tropicales, después del arroz y el maíz. Millones de personas dependen de la mandioca en África, Asia y América Latina. Es por esto que se ha considerado de vital importancia para la seguridad alimentaria de sus productores. Solo es superada por el maíz como fuente de almidón, y algunas variedades recién desarrolladas contienen en sus raíces un almidón muy solicitado por la industria (Arguedas, *et al.*, 2015).

Su contribución al bienestar y seguridad alimentaria de la población y versatilidad de los sistemas productivos le confieren importancia a este cultivo para los agricultores con recursos limitados. Las raíces de la yuca y los subproductos obtenidos a partir de esta planta representan gran valor económico para el desarrollo agrícola a nivel global (Luna, *et al.*, 2018). Las raíces de yuca son una de las fuentes más importantes de almidón en los ambientes tropicales (Pizarro, *et al.*, 2016).

5.6.3. PROCESO DEL ALMIDÓN DE YUCA

En el sector agroindustrial del almidón, a partir de una gran variedad de cultivos (cereales, raíces y tubérculos) anualmente se extraen unos 60 millones de toneladas, para uso en una amplia gama de productos. Un 10 % de ese almidón se produce con las raíces de la yuca, la cual es muy competitiva por contener más almidón por peso seco que cualquier otro cultivo alimentario y porque su almidón es fácil de obtener con tecnologías simples (Torres, *et al.*, 2010).

El almidón nativo de yuca se obtiene a partir de métodos tradicionales, el cual consiste de las operaciones de rallado, lavado, filtrado, sedimentación y secado, este proceso generalmente se realiza de forma manual y algunos casos dependiendo de la tecnología, se realizan a mediana escala industrial o industrialmente. Durante la sedimentación de la lechada de almidón se obtiene un sobrenadante, denominado mancha que es rico en almidón y proteínas. Este material puede ser sometido a un segundo proceso de sedimentación para favorecer la eficiencia en la extracción del almidón. Como subproducto del proceso se obtiene afrecho y como residuos cáscara, tierra y agua residual (Pérez, *et al.*, 2017).

5.6.4. ALMIDÓN DE YUCA

Los componentes químicos de mayor importancia entre los productos y subproductos obtenidos a partir de raíces y tubérculos son los almidones, responsables de la mayoría de las propiedades funcionales que determinan su utilización como ingredientes en la elaboración de diversos productos alimenticios (Román, *et al.*, 2015). El almidón de yuca, presenta una variedad de beneficios por su composición fisicoquímica, siendo una mezcla de dos polímeros, amilosa y amilopectina, cuya

proporción es relativa en cualquier almidón, tiene una amplia gama de aplicaciones en la industria de alimentos, papel, catón, textil, farmacéutica y adhesivos, cumple la función de agente espesante, ligante, humectante, gelificante, mejorador de textura, y estabilizante, convirtiéndose en un producto de gran importancia en el sector agroindustrial (Olivio, 2016).

El almidón de yuca puede clasificarse como agrio y nativo. El almidón agrio sufre un proceso de fermentación que le otorga propiedades deseables para los alimentos; el almidón nativo no es sometido a un proceso de fermentación, y es el que se usa generalmente en la industria. Una de las principales propiedades del almidón nativo es su semicristalinidad, donde la amilopectina es el componente dominante de la cristalización en la mayoría de los almidones. La porción cristalina está compuesta por estructuras de doble hélice formadas por puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo en las cadenas lineales de la molécula de amilopectina y por cadenas externas de amilopectina unidas con porciones de amilosa (Trujillo, 2014).

5.7. ALMIDONES

El almidón es la mayor fuente de hidratos de carbono en la dieta del ser humano y el polisacárido de almacenamiento más abundante en las plantas. Se presenta naturalmente en forma de gránulos en los cloroplastos de hojas verdes y amiloplastos de semillas, legumbres y tubérculos (Villarreal, *et al.*, 2018). Está compuesto de dos homopolímeros de glucopiranososa con diferentes estructuras; la amilosa, que está compuesta de unidades de D-glucosa unidas a través de enlaces α -D-(1-4) y la amilopectina, el polímero ramificado del almidón, compuesto de segmentos de glucosa unidos por enlaces α -D-(1-4) que contienen ramificaciones de unidades de glucosa unidas mediante enlaces α -D-(1-6) (Cuevas, 2017).

Comercialmente se utilizan diversas plantas para la producción de almidón tales como el maíz, la yuca (mandioca o tapioca), el plátano, el arroz, la papa. La selección de la planta depende de las propiedades funcionales del almidón que se deseen. El almidón se puede encontrar en diversas partes de una planta ya sea en la raíz, tallo o frutos y semillas; se deposita en forma de gránulos semicristalinos (insolubles en agua fría) los cuales asemejan esferulitas en donde se alternan laminillas amorfas y cristalinas. El

diámetro de los gránulos generalmente oscila en un rango menor de $1\mu\text{m}$ hasta más de $100\mu\text{m}$ y la morfología puede ser regular (por ejemplo, esférica, ovoide o angular) o bastante irregular (Cuevas, 2017).

El 75 % de todo el material orgánico en la tierra está presente en forma de polisacáridos. Un polisacárido importante es el almidón. Las plantas sintetizan y almacenan almidón en su estructura como reserva de energía (Gadhavé, *et al.*, 2018), en la industria alimentaria es utilizado como ingrediente esencial, por su gran versatilidad y su costo relativamente bajo. Debido a sus propiedades fisicoquímicas y funcionales los almidones se emplean como: agentes espesantes para incrementar la viscosidad de salsas y potajes, como agentes estabilizantes de geles o emulsificantes, como elementos ligantes y agentes de relleno, éste puede ser utilizado sin modificar (almidón nativo) y modificado (Arzapalo, *et al.*, 2015).

5.7.1. ALMIDÓN NATIVO

El almidón nativo de yuca es un polisacárido con extensa aplicación en la industria alimentaria (Barragán, *et al.*, 2016). Se emplea principalmente en la fabricación de papel, la preparación de pegantes, la perforación de pozos petroleros y la fabricación de dinamita, así como en la industria textil y de alimentos preparados (Vergara, *et al.*, 2018). también es conocido como tapioca, es el componente principal de las raíces de yuca, y puede representar hasta el 80% del peso seco de la raíz (Soto, 2016).

5.7.2. ALMIDÓN AGRIO

El almidón agrio de yuca se obtiene mediante reacciones ácidas y de hidrólisis parcial del almidón nativo ocasionada por la actividad enzimática de microorganismos amilolíticos propios de un proceso de fermentación anaerobia, que luego de un secado al sol modifican su estructura (Serna, *et al.*, 2017). Para cumplir con este proceso, es llevado a tanques de fermentación y se cubre por una capa del líquido sobrenadante de la sedimentación en periodos que van 20 a 90 días. Este almidón es usado en la fabricación de productos de panadería tradicionales y se obtiene en procesos cuyos parámetros no están bien definidos, por lo cual existe variación en la calidad del producto final (Chiquiza, *et al.*, 2016).

5.7.3. AMILOSA/AMILOPECTINA

La amilosa y la amilopectina, representan entre el 98-99 % del peso seco del gránulo de almidón. Las propiedades y la proporción de cada uno de los polisacáridos en el gránulo de almidón determinan las características de los almidones de cada una de las fuentes vegetales. Los dos polisacáridos se diferencian por la longitud de la cadena y los tipos de enlaces, ya que en la amilosa son cadenas lineares de 100 a 10.000 residuos glucosil unidos por enlaces α -1,4; mientras que la amilopectina está formada por cadenas más cortas unidas por enlaces α -1,4, y adicionalmente presenta enlaces α -1,6 responsables de los puntos de ramificación. Dichos puntos se encuentran cada 15 a 30 unidades de glucosa (Cortés, *et al.*, 2015).

El almidón de yuca está formado en promedio por 17 % de amilosa, 83 % amilopectina, con una temperatura de gelatinización de 65.2 °C. Es un almidón que presenta mejor estabilidad en procesos de refrigeración y congelación, permitiendo compactar de forma eficiente la matriz cárnica (Villacís, 2016). Se debe tomar en cuenta que la relación de amilosa/amilopectina en los almidones no es igual; ésta va a variar según el clima, la edad, sitio de cultivo y la fuente del almidón. Estas diferencias permiten que los almidones tengan características diferentes tales como: textura, solubilidad, índice de absorción de agua, estabilidad de gel, y viscosidad (García y Loor, 2017).

Aunque su nivel de amilosa y amilopectina es bajo a comparación de otros almidones, este tiene un gran poder gelificante, permitiendo una mejor retención de agua y así poder aumentar rendimientos en los embutidos, para generar una mayor estabilidad en el producto. Este almidón puede gelificar a temperaturas mayores a los 67 °C logrando que el embutido no pierda humedad durante el proceso de cocción (Jervís, 2017). Sin embargo, Durante un tratamiento hidrotérmico, el almidón sufre una serie de modificaciones que van a influir sobre su estructura, pasando por tres fases importantes: gelatinización, gelificación y retrogradación, los cuales causan hinchamiento, hidratación, fusión y ruptura de los gránulos de almidón (Aristazábal y Sánchez, 2007).

Dada su estructura altamente organizada, y las múltiples interacciones que existen entre sus dos polisacáridos constituyentes (amilosa y amilopectina), los gránulos de

almidón nativos son insolubles en agua fría. Sin embargo, cuando se calientan, empieza un proceso lento de absorción de agua en las zonas interlamelares amorfas, que son las menos organizadas y las más accesibles, debido a que los puentes de hidrógeno no son tan numerosos ni rígidos como en las áreas cristalinas. A medida que se incrementa la temperatura, se retiene mayor cantidad de agua y el gránulo empieza a hincharse y aumentar de volumen. Este fenómeno puede observarse al microscopio, sin que se presente un aumento importante en la viscosidad; una vez que la parte amorfa se ha hidratado completamente, la fase cristalina inicia un proceso semejante, pero para esto requiere más energía. Al llegar a ciertas temperaturas, normalmente alrededor de 65 °C (depende del tipo de almidón) el gránulo alcanza su volumen máximo y pierde tanto su patrón de difracción de rayos X como la birrefringencia; si se administra más calor, el gránulo hinchado incapacitado para retener más líquido, se rompe parcialmente y la amilosa y la amilopectina, fuertemente hidratadas, se dispersan en el seno de la suspensión (Serrano, 2016).

5.7.4. GELIFICACIÓN

Desde el punto de vista tecnológico la gelificación es una propiedad funcional que presentan los almidones en la formulación de diversos productos como los cárnicos, permitiendo unir los trozos de carne y mejorar el agua y la grasa (Hleap, *et al.*, 2015) la temperatura de gelatinización del almidón debe ser inferior a la temperatura interna final a la que se cocina el producto ya que el almidón es capaz de gelatinizar y maximizar los rendimientos (Hasenhuettl y Hartel, 2019). El almidón de yuca tiene una temperatura de gelatinización relativamente baja en comparación con otros almidones, la cual varía de 49 a 64 °C o de 62 a 73 °C según la variedad, constitución genética y el ambiente de desarrollo del cultivo (Vargas y Hernández, 2013).

5.7.5. RETROGRADACIÓN

Los almidones se utilizan como materia prima principal o en forma de aditivos, estos se han empleado en diferentes tipos de alimentos procesados, sin embargo, cuando estos se congelan, la formación de cristales de hielo dentro de la matriz alimentaria causa estrés físico a los productos y al descongelar el derretimiento de

estos cristales de hielo conducen a la pérdida de humedad y el ablandamiento en la textura de estos, afectando la calidad de los alimentos, este proceso se denomina retrogradación y se acelera por congelación y descongelación (Pizarro, *et al.*, 2016).

La retrogradación de amilosa en alimentos procesados es considerada importante debido a su influencia sobre propiedades relacionadas con la adhesividad, la capacidad de absorber agua y la digestibilidad, mientras que, la retrogradación de amilopectina es un proceso más importante en el envejecimiento de productos ricos en almidón (Barrera, 2014).

5.8. FUNCIÓN DE LOS ALMIDONES EN PRODUCTOS CÁRNICOS

Entre los aditivos utilizados en la industria cárnica el almidón aporta sus propiedades funcionales o características específicas dentro de la matriz cárnica, lo cual favorece la apariencia general del producto sin olores ni sabores desagradables, e incrementa la capacidad de retención de agua, previene pérdidas de humedad a través del tiempo (sinéresis), mejora la textura, la tajabilidad e imparte características ligantes durante el proceso de cocción (Zárate, *et al.*, 2013).

El almidón es probablemente uno de los carbohidratos más utilizados en la industria cárnica debido a su disponibilidad y beneficios económicos. En general se puede decir que las siguientes son las razones de aplicación de los almidones: absorben agua y son agentes ligantes, mejora textura (firmeza cohesión, jugosidad) de los productos cárnicos; reduce los costos; disminuye las pérdidas de cocción, reduce el encogimiento y retiene la humedad; reduce el contenido de grasa en el producto (Rompiche, 2018).

Los almidones son utilizados principalmente para modificar o generar viscosidad a través de su capacidad de ligazón, como agentes texturizante, en el aspecto sensorial (sabor, textura, jugosidad, color) además de mejorar el rendimiento. En los puntos más importantes a controlar, quizá el más significativo es el de cocimiento, dado que este punto representa la máxima aplicación o ventaja técnica (Rompiche, 2018).

En el cocimiento es donde se conjuga la máxima absorción de agua, expansión del gránulo y aumento de volumen siempre y cuando se tenga controlada la temperatura

en el mismo. Si se llegara a sobrepasar el punto de cocimiento por un excesivo calentamiento, el gránulo hinchado se rompería parcialmente, afectando la amilopectina y amilosa que fuertemente hidratadas vierten su contenido al producto de una manera inconveniente, resultando la sinéresis, es decir, el desprendimiento de agua causado por la retrogradación de la amilosa (Rompiche, 2018).

5.9. AGENTES LIGANTES

Los almidones como agentes ligantes cumplen la función de facilitar la obtención de una masa cárnica homogénea. En consecuencia, al enfriarse el producto, no se producen desgarramientos en las operaciones posteriores de corte. Asimismo, se mejora el brillo y la presentación del producto (Correa y González, 2015). Además, también proporcionan características relacionadas con la textura, como la jugosidad al retener agua y disminuir aún más la pérdida de cocción en los productos cárnicos (Kaur y Sharma, 2019).

Los agentes ligantes como el almidón, aportan la mayor parte de sus propiedades funcionales dentro de la matriz cárnica, pueden agregarse a los embutidos por una o más de las siguientes razones; mejora la estabilidad de la emulsión, aumenta la capacidad de ligar agua, resaltan el aroma, reducen las mermas durante la cocción, mejoran la textura y facilitan el rebanado del producto, disminuyen los gastos de formulación (Mendoza y Calvo, 2010; Guerrero y Nova, 2016) asegurando a los consumidores de los productos cárnicos un alimento completo tanto en requerimientos nutricionales, como en el cuidado de su salud (Sánchez, 2019).

5.10. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE PERFIL DE TEXTURA

Es uno de los análisis realizados en el campo de la ingeniería de alimentos que se usa para medir las propiedades físicas y que establece el comportamiento de los sólidos cuando se produce compresión y relajación en los alimentos. Su objetivo es representar en lo posible el comportamiento reológico del alimento durante la masticación y la posterior deglución (Esquivel, 2017).

El análisis de perfil de textura es una prueba basada en la imitación del proceso de masticación con una doble compresión (en dos ciclos) de una muestra de alimento. El

resultado obtenido relaciona la fuerza aplicada en función del tiempo, mediante una curva que permite definir una amplia variedad de parámetros de textura tales como dureza, cohesividad, elasticidad, masticabilidad, gomosidad y adhesividad, entre otros (Chen y Opara, 2013).

La textura es un importante impulsor de las preferencias del consumidor. Esta se puede medir objetiva (instrumental) y subjetivamente (pruebas sensoriales). Entre los dispositivos de prueba instrumentales, están los texturómetros, los cuales imitan las condiciones de la masticación y presentan excelentes correlaciones con las evaluaciones sensoriales de textura. Por esta razón, han sido ampliamente utilizados para medir la textura de diferentes tipos de alimentos (Maldo y Conti, 2014).

En los últimos años, los consumidores han requerido en el caso de los productos cárnicos, que sean seguros, nutritivos, convenientemente ricos en variedad, innovadores y atractivos en apariencia, especialmente en textura, así como en olores y sabores (Chen y Opara, 2013). Hoy en día, el equipo más usado para determinar los parámetros requeridos de textura es el Texturómetro, que recopila la mayoría de las pruebas en un solo aparato y porque desarrolla una técnica de simulación, es decir, simula la mordedura de un alimento (Torres, *et al.*, 2015).

5.11. EVALUACIÓN SENSORIAL

La calidad sensorial de los productos cárnicos es la cualidad más destacada, de la cual depende la decisión final del consumidor. En este sentido, el hombre no sólo consume un producto cárnico por su valor nutritivo, sino por las percepciones sensoriales y placenteras que se generan durante su ingesta. Desde hace algunas décadas se ha intentado cuantificar las sensaciones percibidas por los consumidores al degustar un alimento. Para lo cual se ha desarrollado la ciencia que se denomina evaluación sensorial (Gamero, 2015).

La evaluación sensorial es una herramienta que le permite valorar la percepción -por parte del consumidor- de un producto como un todo, o de un aspecto específico del mismo. En este tipo de pruebas, la información proporcionada por un panel se percibe por los órganos sensoriales de la vista, el olfato, el oído, el gusto y el tacto y los

resultados permiten determinar cómo el procesamiento y la formulación de un producto afecta la aceptabilidad de un alimento (Ávila y González, 2011).

La determinación de la aceptabilidad de un producto permite, entre otras cosas, hacer estudios comparativos de productos existentes en el mercado para conocer en general en qué grado son distinguidos y preferidos por el consumidor. De esta forma, los resultados obtenidos pueden ser utilizados para mejorar productos ya existentes o crear nuevos de acuerdo a los gustos del consumidor, así como, al conocimiento de las características sensoriales de los mismos, de tal forma que se permita mejorar efectivamente o crear productos con características sensoriales que agraden o se tienda a disminuir o eliminar aquellas que desagradan (Chaparro, *et al.*, 2013).

Los métodos sensoriales abarcan desde los métodos afectivos que permiten estimar la aceptabilidad, percepción y expectativas que tienen los consumidores sobre un producto alimenticio, hasta los métodos analíticos que emplean jueces entrenados que permiten estimar el grado de diferenciación y la descripción cuantitativa de los atributos que caracterizan al mismo producto (Chaparro, *et al.*, 2013).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

6.1.1. TEÓRICO HISTÓRICO

El método teórico histórico se utilizó por su importancia en el análisis bibliográfico y la recolección de información científica proveniente de libros, revistas como de artículos científicos, esenciales para el desarrollo de la investigación.

6.1.2. TEÓRICO LÓGICO

Este método comprendió el plano de los objetivos específicos y sus tareas a desarrollar siguiendo un razonamiento sistemático con una formulación teórica-lógica de los procesos investigados, a su vez consistió primero en la obtención del almidón de yuca y posteriormente su aplicación como agente ligante en la mortadela tipo bologna.

6.1.3. EXPERIMENTAL

El método experimental fue utilizado en base a la manipulación del factor en estudio (almidón de yuca) y su efecto sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del producto cárnico (mortadela tipo bologna).

6.1.4. ESTADÍSTICO

Las formulaciones determinadas para mortadela tipo bologna con adición de almidón de yuca, se basaron en un procesamiento estadístico con el fin de obtener un producto estándar en comparación con el testigo.

6.2. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La experimentación, elaboración y acondicionamiento del almidón de yuca se desarrolló de forma Industrial en los Laboratorios de Frutas/Hortalizas y Bioquímica, mientras que la elaboración del producto y el análisis sensorial, se realizó en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales en el Área de Cárnicos y en aulas de la carrera de Agroindustrias. Todos los procesos fueron realizados en la Facultad de Ciencias Zootécnicas extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí.

Los análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos del Almidón de yuca y Mortadela tipo bologna fueron realizados en los Laboratorios de las carreras de Agroindustria y Medicina Veterinaria de la ESPAM “MFL” ubicados en el Campus Politécnico en la ciudad de Calceta, Cantón Bolívar Provincia de Manabí.

El análisis instrumental de perfil de textura (dureza, elasticidad, adhesividad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad) se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la “ULEAM” ubicado en la ciudad de Manta, Vía San Mateo.

6.3. MATERIAS PRIMAS

A nivel de yuca se trabajó con raíces de bajo amargor variedad (*Manihot esculenta Crantz*) de aproximadamente 12 meses de edad provenientes del Rancho “El Gavilán” ubicado en la comunidad “Buenos Aires” de la parroquia Eloy Alfaro, cantón Chone provincia de Manabí.

Las carnes magras de res/cerdo y grasa dorsal porcino fueron adquiridas en la Cooperativa de Producción Agropecuaria “CHONE LTDA”. Ubicada en la Av. Eloy Alfaro Km 1¹/₂ de la vía Chone – Portoviejo.

Los insumos que se utilizaron en la formulación del producto cárnico fueron, sal común, sal de cura, fosfato, glutamato monosódico, ácido ascórbico, color, y condimento para mortadela, además, como materia prima no cárnica, se utilizó harina de soya, mismos que fueron suministrados por el Almacén Pecuario Chimborazo, Ecuador.

6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial, para el factor en estudio se consideró el Factor A: almidón de yuca en concentraciones de 60 % (T1), 80 % (T2) y 100 % (T3) respectivamente, a su vez, para establecer diferencias en las variables de estudio se formuló un tratamiento testigo, con tres repeticiones por tratamiento (Tabla 1). Las concentraciones de almidón representan la sustitución de harina de soya en formula (Tabla 2).

Tabla 1. Formulación de los Tratamientos.

TRATAMIENTOS EN ESTUDIO		
Tratamientos	FACTOR A: Concentraciones de almidón de yuca	Repeticiones
Testigo	0 % almidón de yuca	3
T1	60 % almidón de yuca + 40 % harina de soya	3
T2	80 % almidón de yuca + 20 % harina de soya	3
T3	100 % almidón de yuca	3

Para el diseño experimental las variables a evaluar fueron:

- Análisis instrumental de perfil de textura (dureza, elasticidad, adhesividad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad)
- Análisis sensorial (color, sabor, olor, masticabilidad, gomosidad y calidad general).

Los datos para las variables de perfil instrumental de textura fueron determinados por medio de un análisis de la varianza. De acuerdo a los resultados de ANOVA, se realizó

una comparación de promedios mediante la prueba de TUKEY al 0,05 % de significancia y un nivel de confianza de 95 %.

Para las variables del perfil sensorial se utilizó el análisis de la varianza no paramétrico y la prueba de Kruskal Wallis al 0,05 % de significancia. La graficación de los promedios con diferencia significativa y los resultados de la prueba afectiva para el mejor tratamiento se realizaron mediante una estadística descriptiva en Microsoft Excel 2016.

6.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

6.5.1. ALMIDÓN DE YUCA

Para la obtención y acondicionamiento del almidón de yuca dulce, se utilizó la guía técnica descrita por (Aristizábal y Sánchez, 2007). En cada proceso se realizó la modificación pertinente a la investigación (Figura 1).

Se receptaron raíces frescas de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), luego fueron seleccionadas y clasificadas con criterios de calidad evitando la selección de aquellas que mantuvieran presencia de hongos o índices de deterioro, posteriormente con una solución de 20 ppm de hipoclorito de sodio se lavaron las raíces y se eliminaron las impurezas adheridas en ellas; se realizó el despojo de la cascara utilizando cuchillos de acero inoxidable. Para liberar los gránulos del almidón contenidos en las células de los tubérculos, las raíces fueron introducidas en un rallador eléctrico de escala industrial marca INMEGAR N° de serie 030814 fabricado de acero inoxidable 304 de procedencia Manabí - Ecuador; la extracción del almidón se realizó depositando la pulpa sobre una tela tipo organza que cuelga o esta fija en forma de hamaca por encima de un depósito, tanque o en este caso tinas plásticas rectangulares; el colado se efectuó de forma manual, lavando con agua potable y exprimiendo la pulpa mientras la lechada de almidón es recolectada en el depósito, luego por medio de la sedimentación empezó la separación de los gránulos de almidón de la suspensión en agua, esta operación duró un tiempo de cinco horas, posteriormente se retiró el líquido sobrenadante y se obtuvo en el fondo la torta del almidón. Para obtener la humedad necesaria del producto final, se utilizó el secado solar, esta operación consistió en

ubicar la torta de almidón sobre láminas de zinc durante tres días por ocho horas a temperaturas que fueron desde los 27 °C hasta los 31 °C.

Para mejorar las características finales del almidón, se efectuaron procesos de acondicionamiento de molienda, tamizado y empaque.

Para los gránulos de mayor tamaño del almidón de yuca la molienda se realizó con un mortero de mano, luego el producto fue pasado por un tamiz N° 35 de acero inoxidable marca USA STANDARD TEST SIEVE este proceso se ejecutó con el fin de obtener una harina fina con un tamaño de partícula de 0,50 mm. El producto fue pesado en una balanza analítica digital, empaquetado en fundas herméticas de polietileno y sellado al vacío en una selladora al vacío en acabado de acero inoxidable posteriormente el almidón fue almacenado a temperatura de 27 °C.

Al almidón de yuca luego de 24 horas de almacenamiento se le realizó análisis microbiológicos de, recuento estándar en placa, mohos y hongos por el método NTE INEN 1529-10.

6.5.1.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL

El almidón de yuca se evaluó bromatológicamente por medio de los siguientes análisis.

- Proteína (KJELDAHL)
- Grasa (AOAC 17th),
- Fibra (INEN 542),
- Ceniza (INEN 487),
- Humedad (INEN 464),
- Carbohidratos y energía (calculado).

6.5.2. MORTADELA TIPO BOLOGNA

Por su amplio consumo en el Ecuador, el material experimental fue una mortadela tipo bologna de 1kg. En la tabla 2 se muestra su formulación y en la figura 1 el flujograma de procesamiento.

Para el proceso experimental del producto cárnico se receptó carne magra de bovino, porcino y grasa dorsal porcino. La materia prima se evaluó en base a tres importantes características organolépticas; color brillante, olor normal y textura firme. La cantidad en total que se utilizó por cada materia prima cárnica fue de; 3,240 kg de carne magra de bovino, 3,960 kg de carne magra de porcino y 2,160 kg de grasa dorsal porcino, posteriormente se dividió el valor general y se pesó para el total de 12 unidades experimentales establecidas en 1 kg (Tabla 2); el troceado de las carnes fue en fragmentos de 5/10 cm mientras que la grasa fue en segmentos de 1/3 cm hasta su posterior utilización ambas materias primas se mantuvieron en congelación; la molienda se realizó utilizando un molino industrial de marca TC22, frecuencia de 60HZ, 0.75 KW, con discos de 7 mm para carnes y discos de 9 mm para grasa. Se procedió a realizar la emulsión cárnica añadiendo carne molida de res y cerdo, sal, fosfatos, sal de cura, y 50% de hielo, en un emulsionador tipo QS620B BIG FOOD, frecuencia de 60HZ, 220 V de procedencia Manabí, Ecuador, luego de un minuto, se adicionó la grasa, especias y condimentos, se continuó emulsionando por otro minuto, seguido se le agregó ácido ascórbico, después de un minuto y de acuerdo a cada tratamiento se adicionó la materia prima no cárnica (harina de soya/almidón de yuca) y el 50% de hielo restante, a la masa cárnica se le añadió colorante rojo natural y se continuó emulsionando por dos minutos más, finalizado el proceso de emulsionado, se adecuaron las tripas sintéticas de medio calibre adquiridas en el almacén Pecuario de Chimborazo Ecuador y se colocaron en una embutidora manual, previo a su adecuación se embutió la masa cárnica de manera uniforme evitando la presencia de aire al interior del producto; el amarre de las mortadelas se efectuó de forma manual; para el escaldado del producto se utilizó una marmita de acero inoxidable, estando el agua a temperatura de 75 °C las piezas de mortadelas fueron introducidas durante una hora, posteriormente se llevaron a un choque térmico con agua helada -1 °C por diez minutos, luego el producto fue almacenado a temperatura de refrigeración 4 °C.

Adicional, para garantizar la inocuidad del producto, a todos los tratamientos en estudio incluido el Testigo, se le realizaron análisis Microbiológicos de Enterobacteriácea (NTE INEN 1529-10).

6.5.2.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL

De acuerdo a la NTE INEN 1340, y previamente escogido el mejor tratamiento de mortadela, al producto se le realizaron los siguientes análisis Bromatológicos.

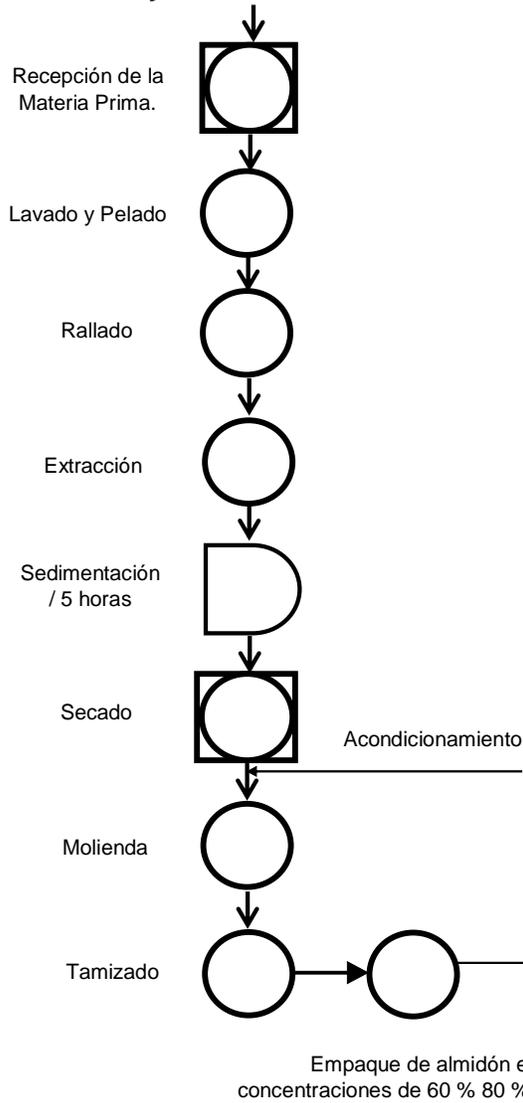
- Pérdida por calentamiento (NTE INEN 777)
- Grasa total (NTE INEN 778)
- Proteína (NTE INEN 781)
- Cenizas (NTE INEN 786)
- pH (NTE INEN 783)

Tabla 2. Formulación de la mortadela.

INGREDIENTES	MASA (g)
Carne magra de bovino	270
Carne magra de porcino	330
Grasa dorsal porcino	180
Harina	50
Agua helada	170
Total	1000 g
Sal	20
Sal de cura	0,12
Fosfato	3
Glutamato monosódico	1
Ácido Ascórbico	0,5
Pimienta blanca	1
Pimienta negra	0,5
Orégano	1,5
Ajo	2
Cebolla	3
Canela	1,5
Nuez moscada	2
Color	0,25
Total	36,4 g

Fuente: (Vargas, *et al.*, 2019)

Proceso y acondicionamiento de Almidón de yuca



Proceso de Mortadela tipo Bologna

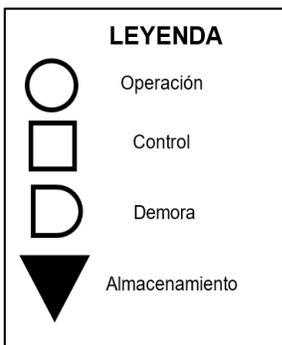
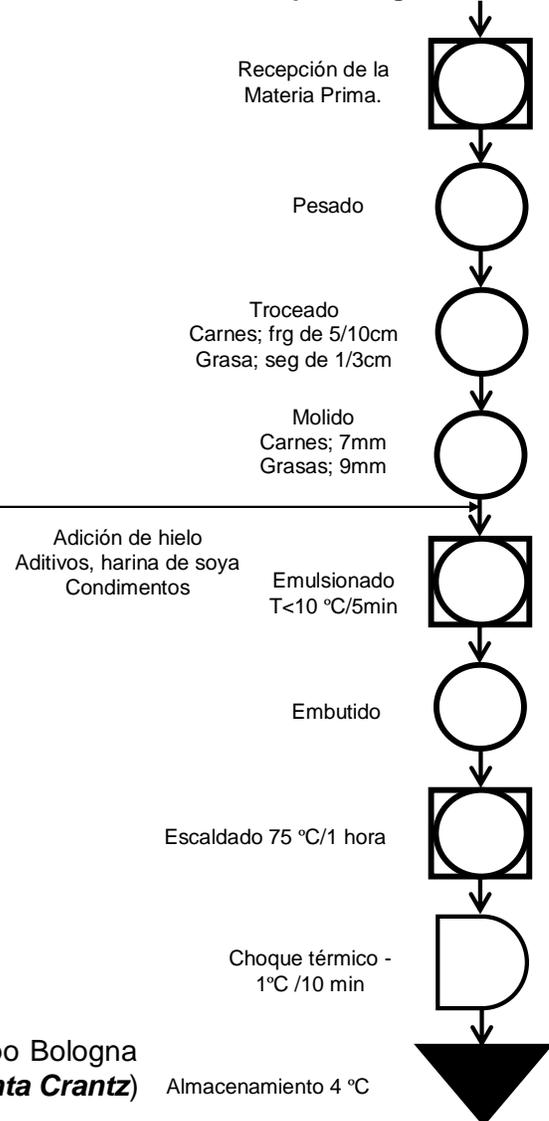


Figura 1. Flujograma para procesar Mortadela tipo Bologna con adición de Almidón de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) Almacenamiento 4 °C

6.6. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE PERFIL DE TEXTURA

Se realizó un análisis instrumental de perfil de textura mediante un analizador tipo Texturómetro Shimadzu Universal Tester EZTest EZ-LX, el cual fue dirigido a todos los tratamientos experimentales incluido el testigo. Las muestras de mortadela se cortaron en rodajas de aproximadamente 5 cm de grosor y se dejaron reposar por una hora a temperatura ambiente dentro de una bolsa de polietileno para evitar la pérdida de humedad. Se realizó una doble compresión a 75 % de deformación (estrés normal) y a una velocidad de cabezal de 10mm/s, con un tiempo de espera de 5 segundos entre las compresiones. Los resultados fueron analizados mediante el software Trapezium x

Los parámetros evaluados fueron dureza (N), elasticidad (adimensional), cohesividad (adimensional), adhesividad (N), gomosidad (N) y masticación (N).

6.7. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial de cada una de las formulaciones contó con un panel de 8 jueces semi-entrenados, con experiencia en productos cárnicos.

Para identificar el mejor tratamiento los jueces evaluaron en términos de calidad los atributos; olor, color, sabor, masticabilidad, gomosidad, y calidad general. Para ello se empleó un test hedónico con escala de intervalos que van del 1 al 9, donde 1 corresponde al grado de aceptación de me disgusta muchísimo y 9 de me gusta muchísimo, delimitada de la siguiente manera: 1 = me disgusta muchísimo, 2 = me disgusta mucho, 3 = me disgusta moderadamente, 4 = me disgusta poco, 5 = ni me gusta - ni me disgusta, 6 = me gusta poco, 7 = me gusta moderadamente, 8 = me gusta mucho y 9 = me gusta muchísimo, luego se les facilitó las muestras codificadas en orden aleatorio y un vaso con agua purificada.

Adicional, para medir la aceptación o rechazo del mejor tratamiento, se realizó una prueba afectiva, para ello se contó con la participación de 30 consumidores potenciales del producto cárnico. Luego se les facilitó la muestra correspondiente y un test con los indicadores de; me gusta y no me gusta (ISO 11136, 2014).

6.8. PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para el procesamiento de los datos se utilizaron los siguientes softwares estadísticos *InfoStat* versión libre 2019 (Argentina) y *Trapezium x* (Europa).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA

7.1.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL

En la tabla 3 se muestra la composición proximal del almidón de yuca para proteína 2.31 %, grasa 0.05 %, fibra 0,0 %, ceniza 0,44 % y humedad 13,94 % estos resultados son ligeramente diferentes a los reportados por otros estudios de almidón de yuca (Figuroa, *et al.*, 2019). Su calidad puede variar de acuerdo al tipo de especie, o variedad de tubérculo, condiciones de cultivo y tecnología aplicada en el proceso de extracción (Knowles, *et al.*, 2012; Carvalho, *et al.*, 2010). Sin embargo, sus valores se encuentran dentro de los rangos permisibles por la FAO (Aristizábal y Sánchez, 2007).

El contenido de carbohidratos es de 83,26 %, por lo tanto, es el macrocomponente más abundante y presenta una mayor fuente de energía 3219,15 kcal/kg, aquellos valores se relacionan al intervalo reportado por la literatura de Vargas y Hernández, (2013). Este componente es importante en los productos cárnicos, ya que favorece los rendimientos por cocción, mejora la textura y permite alcanzar las características deseadas del producto final (Álvarez y Romero, 2017).

Tabla 3. Composición proximal del Almidón de yuca.

Proteína	Grasa	Fibra	Ceniza	Humedad	Carbohidratos	Energía
2,31	0,05	0,0	0,44	13,94	83,26	3219,15

7.1.2. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA

De manera general se obtuvo un almidón de yuca con excelente calidad, el cual fue evaluado microbiológicamente, de tal forma en la tabla 4 se exponen los resultados, los cuales permitieron indicar que el almidón se encuentra apto para ser usado como insumo en la mortadela tipo bologna sin afectar la calidad del producto final. Aquellos

valores se encuentran dentro de lo exigido por la INEN 1529-10, sin embargo, en las rallanderías el mal procesamiento del tubérculo puede generar una contaminación en el almidón, es por ello que se debe asegurar las buenas prácticas de manufactura durante todo el proceso de producción e investigación (Álava, *et al.*, 2017).

Tabla 4. Análisis microbiológicos en Almidón de yuca.

Microorganismos	Resultados	Limite permisible (NTE 1529-10 1998)
Recuento estándar en placa Ufc/gr	NEGATIVO	1 x 10 ⁴
Mohos Ufc/gr	NEGATIVO	1 x 10 ⁴
Hongos Ufc/gr	NEGATIVO	1 x 10 ⁴

7.2. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE PERFIL DE TEXTURA

La tabla 5 muestra el análisis de varianza del perfil instrumental de textura establecido en el diseño experimental, y dirigido a cada atributo de respuesta, seguido se detalla los resultados para los atributos no significativos dureza (N) elasticidad (adimensional) y gomosidad (N) y comparación de medias por prueba de TUKEY para los atributos significativos cohesividad (adimensional), adhesividad (N) y masticabilidad (N).

Tabla 5. Análisis de varianza para los atributos del análisis instrumental del perfil de textura.

Diseño Expt.	Dureza	Elasticidad	Gomosidad	Cohesividad	Adhesividad	Masticabilidad
	NS	NS	NS	**	**	**
Testigo	13,18	0,29	0,81	0,87	-0,02	17,85
T1	11,60	0,41	0,64	0,69	-0,02	12,08
T2	13,22	0,40	0,66	0,75	-0,01	14,12
T3	14,90	0,45	0,79	0,43	-0,01	16,56
p-valor	0,1018	0,1019	0,0800	0,0080	0,0081	0,0441
CV	10,37	17,75	11,89	16,30	20,00	14,17

NS = No significativo al 0,05%. ** = Significativo al 0,05%

7.2.1. DUREZA

El análisis de varianza para el atributo dureza, no presentó diferencia significativa, aun así, en la tabla 5 se logra apreciar en los resultados los promedios generados entre los tratamientos, siendo el T1 de menor promedio con 11,60 N, en aumento el Testigo 13,18 N y T2 13,22 N, mientras que el tratamiento de mayor dureza fue el T3 con 14,90 N (100 % Almidón de yuca), estos resultados se encuentran superiores a los reportados por Paternina, *et al* (2016) quienes utilizaron 100 % almidón de yuca en la

formulación de salchichas obteniendo una dureza de 5,392 N estos resultados pueden variar de acuerdo al tipo de almidón que se utilice como del embutido que se desee producir, según lo demostrado por Tosati, *et al.*, (2017) al obtener promedios superiores de hasta 15,71 N en una emulsion carnica con almidon de curcuma. Una dureza por debajo de un rango de 20 N es deseable en los productos carnicos y se relaciona al buen rendimiento del producto (Guerrero y Nova, 2016).

7.2.2. ELASTICIDAD

Los resultados de (ANOVA) no demostraron diferencia significativa en la variable elasticidad, aun así, en la tabla 5 se observó un valor mínimo de elasticidad de 0,29 para el Testigo, con un valor intermedio de 0,40 el T2 (80 % Almidón de yuca + 20 % harina de soya) 0,41 el T1 (60 % Almidón de yuca + 40 % harina de soya) y con un mayor promedio de 0,45 el T3 (100 % Almidón de yuca), estos valores son inferiores al reportado por Facchini, (2016) sin embargo, mientras más alta sea la elasticidad mayor será la probabilidad del alimento en regresar a su forma original (Ariza, 2018).

7.2.3. GOMOSIDAD

En la tabla 5 se muestra que en el atributo gomosidad no existe diferencia significativa. Aun así, se logró identificar qué tratamiento mantiene un valor menor y mayor, es decir, que el tratamiento T1 presento un promedio inferior de 0,64 N mientras que en valores intermedios se presentan el T2 y T3 con 0,66 N y 0,79 N seguido en mayor promedio el Testigo con un valor de 0,81 N, los valores por debajo de un promedio de 20 N son deseables y favorecen la jugosidad del producto cárnico (Guerrero y Nova, 2016), sin embargo, entre menos gomoso mejor, a su vez estudios han demostrado que la gomosidad no solo se ve influida por los carbohidratos presentes en los tubérculos o harinas de diversas cascaras, sino también por el estado de la carne, es decir que entre más magra sea, el producto poseerá una gomosidad mayor (Carvajal, *et al.*, 2019).

7.2.4. COHESIVIDAD

La figura 2 muestra la comparación de promedios según la prueba de Tukey, misma que adecuo los tratamientos en dos rangos A y B, permitiendo establecer que el

tratamiento T3 y el T1 no son estadísticamente diferente entre sí, de igual forma, aunque en grupo diferente B, no se presenta diferencia significativa en los tratamientos T1 T2 y Testigo, pero el T3 si difiere significativamente al 0,05 % frente al Testigo y T2. En cuanto a los valores promedios, el T3 mantiene un resultado de 0,43 menor a los demás, mientras que el T1 manifestó un valor de 0,69 seguido del T2 con 0,75 y en mayor valor el Testigo con 0,87. Lo cual permite establecer que la adición de almidón de yuca en formula influye sobre la cohesividad del producto cárnico, la variación significativa de los resultados se debe a la menor cantidad de proteína que poseen los almidones o agentes ligantes en comparación con la carne, generando que la interacción de las moléculas durante la formación de la emulsión sea menos estable, ya que una de las principales funciones de las proteínas es mantener la cohesividad del producto (Asimbaya, 2016), es por esta razón que el atributo ya mencionado fue mayor para el Testigo formulado con 100 % harina de soya (fuente rica en proteínas) y menor para el T3 100 % almidón de yuca, esto guarda relación con lo manifestado por Contado, *et al.*, (2015) quienes en su investigación demostraron una cohesividad de 0,882950 al usar almidón de yacón en la producción de jamones.

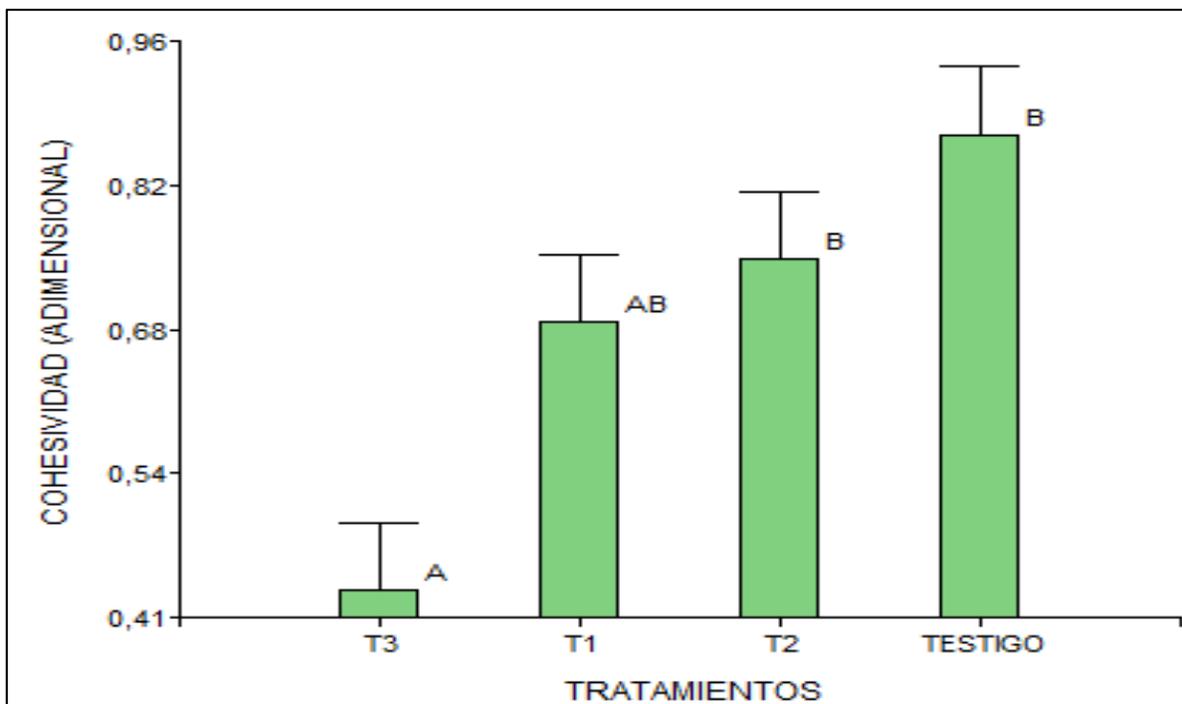


Figura 2. Comparación de promedios según la prueba de TUKEY para la variable cohesividad. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

7.2.5. ADHESIVIDAD

El análisis de varianza, presentó diferencia estadística en el atributo adhesividad, de tal forma la figura 3 demostró que prueba de Tukey ordenó los tratamientos con un mínimo de diferencia en 2 grupos, A y B. Es decir que el Tratamiento Testigo, T1 y T2 al pertenecer al mismo grupo (B) no son significativamente diferentes entre sí, por otra parte, el Tratamiento T3 junto al T2 y T1 tampoco presentaron diferencia estadística, pero el tratamiento T3 frente al Testigo si son significativamente diferentes al 0,05 %. Esto indica, que la adición de almidón de yuca en concentraciones de 60 %, 80 % y 100 % influyen en la Adhesividad de la mortadela tipo bologna. De esta manera el Tratamiento T3 (100 % almidón de yuca) presentó un valor de -0,01 y el Testigo con mayor promedio de -0,02. Los resultados para este atributo son negativos en todos los tratamientos, lo que significa que los productos no presentan una adhesividad excesiva (Alvis, *et al.*, 2017), sin embargo, aquello no genera problema para el consumidor, puesto que, sí las emulsiones cárnicas presentaran un grado superior de adhesividad serían más pegajosas, lo que facilitaría la adhesión del producto en el paladar, y un aumento en términos de inversión energética al retirarlo (Correa y González, 2015).

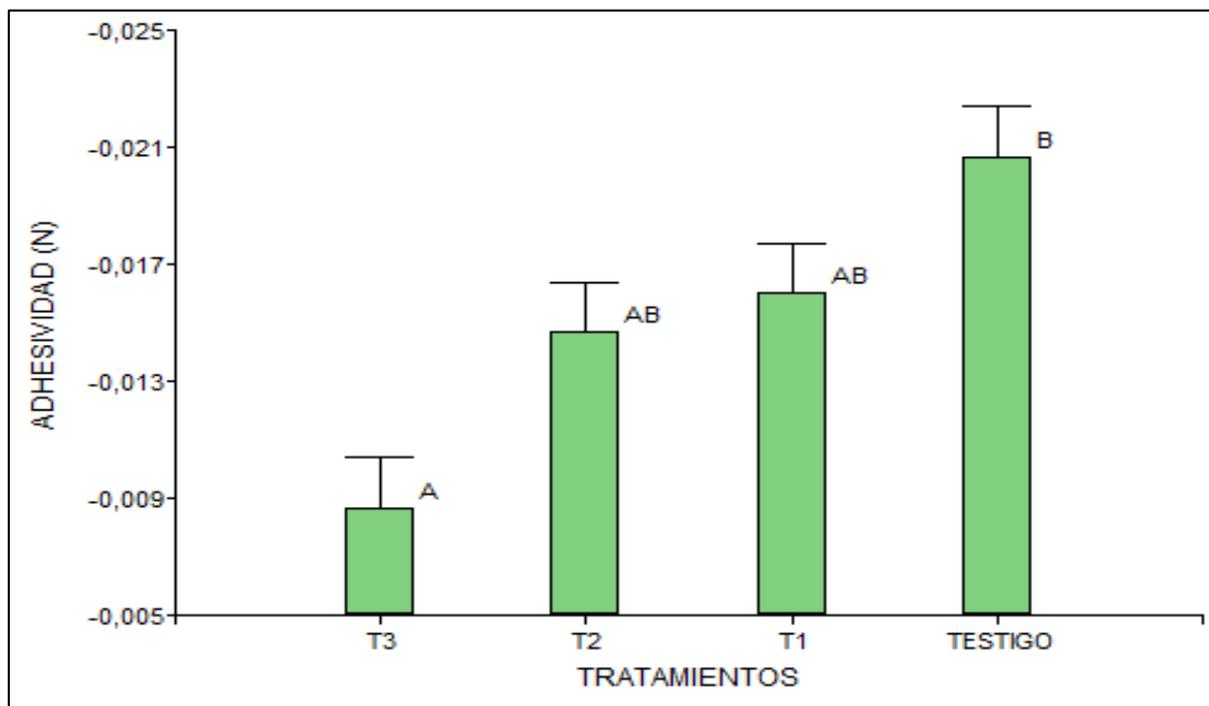


Figura 3. Comparación de promedios según la prueba de TUKEY para la variable adhesividad. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

7.2.6. MASTICABILIDAD

En la figura 4 la prueba de Tukey al 0,05 % de significancia ordenó a los tratamientos en dos grupos A y B, de esta forma se logró identificar que el T2 y T3 no presentaron diferencia significativa frente al T1 y el Testigo, por otra parte, el T1 si es significativamente diferente con el Tratamiento Testigo. Los presentes resultados para masticabilidad, permiten apreciar un valor minino de 12,08 N para el T1 en asenso el T2 con un promedio de 14,12 N seguido del T3 con 16,56 N y en mayor valor el tratamiento Testigo con 17,85 N. Sin embargo, este parámetro no deberá ser muy superior, puesto que puede generar desgaste energético en el momento de masticar el producto, es por ello que en vista que el Testigo presentó el valor más alto en esta variable, el T3 es considerado como la mejor opción, sus valores hacen referencia a los reportados por el estudio de Marques, (2015) quien al adicionar almidón de yuca al 1, 2, 3 y 4 % más tripolifosfato de sodio, y proteína de soya concentrada en formulación básica de mortadela de pollo, obtuvo efectos significativos en los parámetros de textura pero superiores en la masticabilidad $40,601 \pm 0,912$ y $49,242 \pm 3,839$ N.

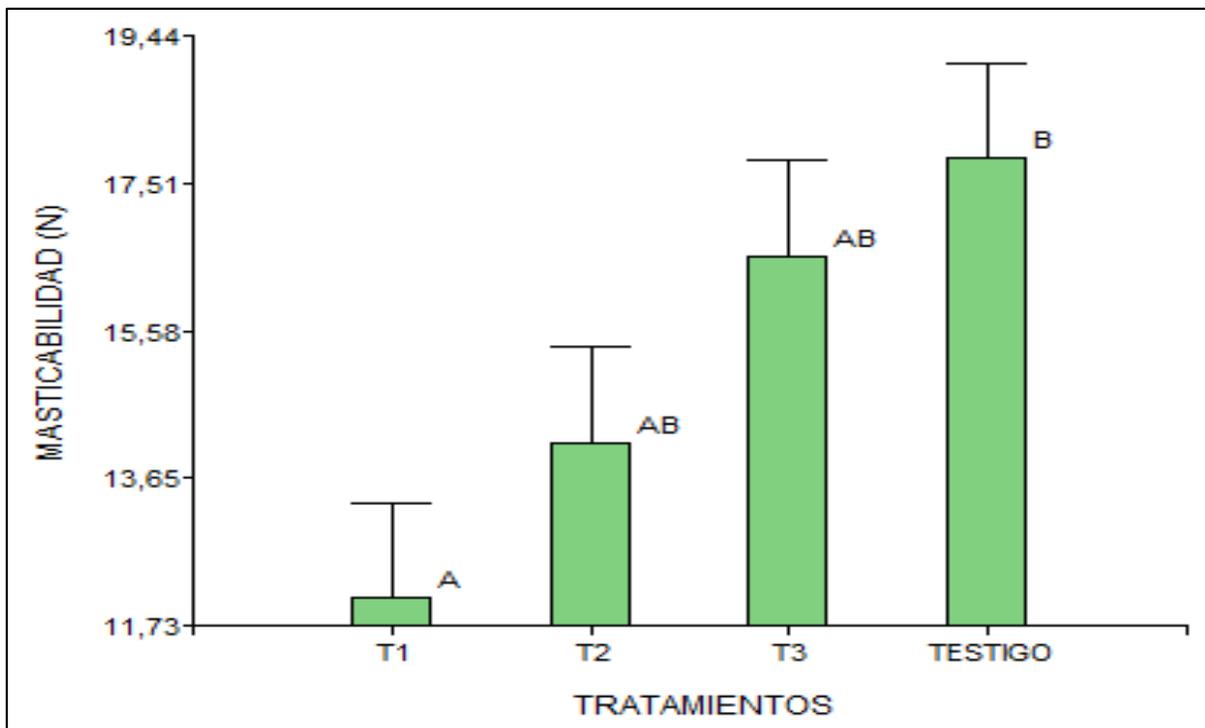


Figura 4. Comparación de promedios según la prueba de TUKEY para la variable masticabilidad. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

7.3. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

La tabla 6 indica que la evaluación microbiológica de *Enterobacteriácea* presentó resultados negativos en todo el diseño experimental, dándose cumplimiento con lo exigido por la INEN 1340. Además, este parámetro se lo realizó con el fin de garantizar un producto inocuo para los consumidores y asegurar que cualquier tratamiento que resultara bueno, no traería inconvenientes en la investigación, ya que, según Ruiz, *et al.*, (2018) las *Enterobacteriáceas* se encuentran principalmente en productos derivados de la carne, a su vez, este tipo de análisis microbiológico define la calidad del producto y proporciona información sobre posible contaminación microbiana que este posea, permitiendo tomar decisiones sobre su comercialización y consumo (Rodríguez *et al.*, 2013).

Tabla 6. Evaluación microbiológica del diseño experimental.

Diseño Expt.	Microorganismos	Resultados	Limite permisible (NTE INEN 1340:96)
Testigo	Enterobacteriácea	NEGATIVO	$1,0 \times 10^1$
T1	Enterobacteriácea	NEGATIVO	$1,0 \times 10^1$
T2	Enterobacteriácea	NEGATIVO	$1,0 \times 10^1$
T3	Enterobacteriácea	NEGATIVO	$1,0 \times 10^1$

7.4. ANÁLISIS SENSORIAL

En cada una de las formulaciones se contó con la participación de un panel conformado por 8 jueces semi-entrenados y familiarizados con productos cárnicos (Docentes de la carrera de Agroindustrias). Aquel número de panelistas es seleccionado por su agudeza organoléptica (Perén y Pérez, 2017), sin embargo, es importante indicar que el número recomendado por varios autores es mínimo de 7 y máximo 15 personas, con esto se evita resultados con poca validez y datos innecesariamente grandes (Taípe, 2019), aunque si se trata de evaluar perfil de textura sensorial, también puede ser mínimo de 6 y máximo de 10 catadores (Bustamante, 2017).

7.4.1. SABOR y COLOR

En la tabla 7 el análisis de varianza no paramétrico para los atributos sabor y color con $p > 0,05$ % no presentaron diferencia significativa, aun así, en cuanto a las medias presentadas se logró verificar que el tratamiento con mayor ponderación para ambos atributos fue el T3 con 7,75 para color mientras que para sabor fue una media de 7,88 colocándolo dentro de la categoría de me gusta moderadamente, estos resultados hacen referencia a los reportados por Granados, *et al.*, (2013) con valores que se encuentran inferiores en calificación, pero superior en categoría en una salchicha con adición de almidón de papa y proteína de soya siendo para sabor (3,17) y color (3,20) encontrándose entre “me gusta muchísimo” y “me gusta mucho”. Por otra parte, Júnior, *et al.*, (2019) manifestó valores 6.43 ± 1.61 y 7.71 ± 1.36 en mortadela con almidón de yuca en formula sin antioxidante sintético y microcristales de curcumina. Al contrario, Guerra, *et al.*, (2011) reportó valores de 7,4 y 7,6 para los atributos color y sabor en una mortadela con 10 % de grasa de cabra y 3 % de almidón, considerada por los catadores muy apreciada para su consumo.

En la mortadela tipo bologna estos atributos no se vieron afectados porque el almidón de yuca dentro de sus ventajas presentó un color blanco y sabor suave, que permiten fusionarse a la emulsión cárnica sin alterar la percepción y agrado del producto, siendo aquellas características propias del alimento.

Tabla 7. Resultados del análisis de varianza no paramétrico para los atributos no significativos del perfil sensorial.

Diseño Experimental	Sabor Media \pm D.E.	Color Media \pm D.E.
T1	6,88 \pm 1,25	6,88 \pm 1,25
T2	6,50 \pm 1,07	6,63 \pm 1,19
T3	7,88 \pm 0,83	7,75 \pm 0,71
Testigo	7,13 \pm 0,99	7,00 \pm 0,76
p-valor	0,0545 NS	0,1834 NS

NS = No Significativo al 0,05 %

En la tabla 8 se aprecia los resultados del análisis de varianza no paramétrico para los atributos olor, masticabilidad, gomosidad y calidad general, con un $p < 0,05$ presentaron diferencia significativa, continuamente se detalla la comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis.

Tabla 8. Resultados del análisis de varianza no paramétrico para los atributos significativos del perfil sensorial.

Diseño Experimental	Olor Media \pm D.E.	Masticabilidad Media \pm D.E.	Gomosidad Media \pm D.E.	Calidad general Media \pm D.E.
T1	6,25 \pm 1,13	6,25 \pm 0,71	6,38 \pm 0,74	6,38 \pm 1,06
T2	6,50 \pm 1,41	6,50 \pm 1,07	6,63 \pm 1,06	6,75 \pm 1,49
T3	7,88 \pm 0,35	7,75 \pm 1,28	7,63 \pm 1,30	7,88 \pm 0,64
Testigo	6,13 \pm 1,13	7,75 \pm 0,89	7,50 \pm 0,93	7,75 \pm 0,71
p-valor	0,0103**	0,0035**	0,0218**	0,0182**

** = Significativo al 0,05 %

7.4.2. OLOR

En la figura 5 se logra apreciar que el atributo sensorial Olor presentó diferencia significativa. Es decir que la prueba de Kruskal Wallis permite establecer que el Tratamiento Testigo (0 % almidón de yuca) junto con el T1 y T2 al pertenecer al mismo rango (A) no presentan diferencia significativa entre sí, pero el tratamiento T3 al estar con un rango distinto (B) si difiere significativamente sobre los demás tratamientos, lo cual indica, que los primeros tratamientos se encuentran con una calificación de me gusta poco, mientras que el T3 presenta una aceptación de me gusta moderadamente. Estos resultados permiten establecer que los catadores semi-entrenados escogieron como mejor tratamiento al T3 y su promedio de 7,88 es similar a los reportados por Cosme *et al.*, (2018) en un embutido crudo y cocido tipo salchicha común elaborado con aislado de soya y harina de guayaba obteniendo como resultado una ponderación de 5,0 a 7,5.

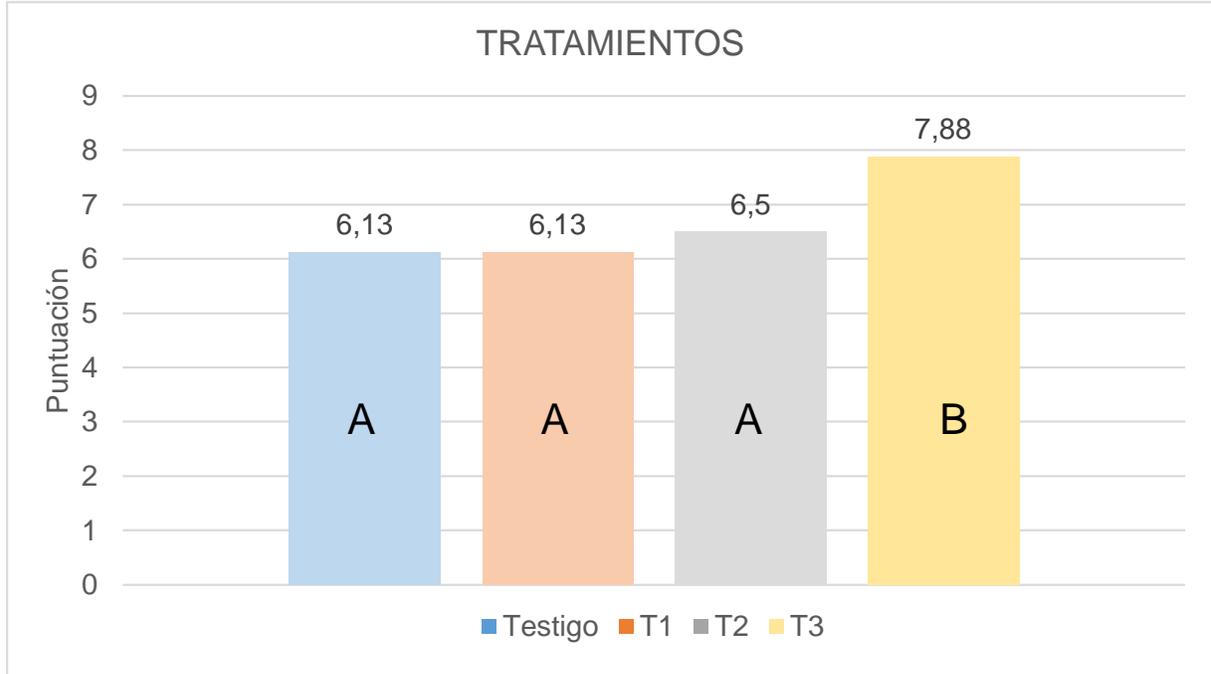


Figura 5. Comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis para la variable olor. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

7.4.3. MASTICABILIDAD

En la figura 6 se logra observar que el atributo masticabilidad presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos. La comparación de medias según la prueba de Kruskal Wallis, ordenó en dos grupos los tratamientos (A y B), siendo así, que, el T1 junto al T2 no son significativamente diferentes entre sí, pero si presentaron diferencia significativa frente al Testigo y el T3. Por lo tanto, con menor promedio se encuentra el T1 (60 % almidón de yuca + 40 % harina de soja) con 6,25 en una categoría de me gusta poco y aunque el Testigo y el T3 presenten mayor aceptación por igual con promedio de 7,75 y calificación según la escala hedónica, de me gusta moderadamente, la prueba estadística pondera al T3 como mejor tratamiento. Lo cual indica que la adición de almidón de yuca en formula influye sobre este atributo, estos resultados se correlacionan con los manifestados en el análisis instrumental de perfil de textura realizado en esta investigación, las puntuaciones se encuentran superiores a la reportada por Cori, *et al.*, (2014) quienes al adicionar almidón de papa, concentrado de soja en salchichas, obtuvieron una calificación por parte de los jueces

de 5,15 sensación al masticar que manifestó un agrado ligero sobre el producto, en cambio González *et al.*, (2015) al usar en su estudio almidón de papa y proteína aislada de soya en salchichones, manifestó una calificación igualmente inferior de $6,01 \pm 0,32$.

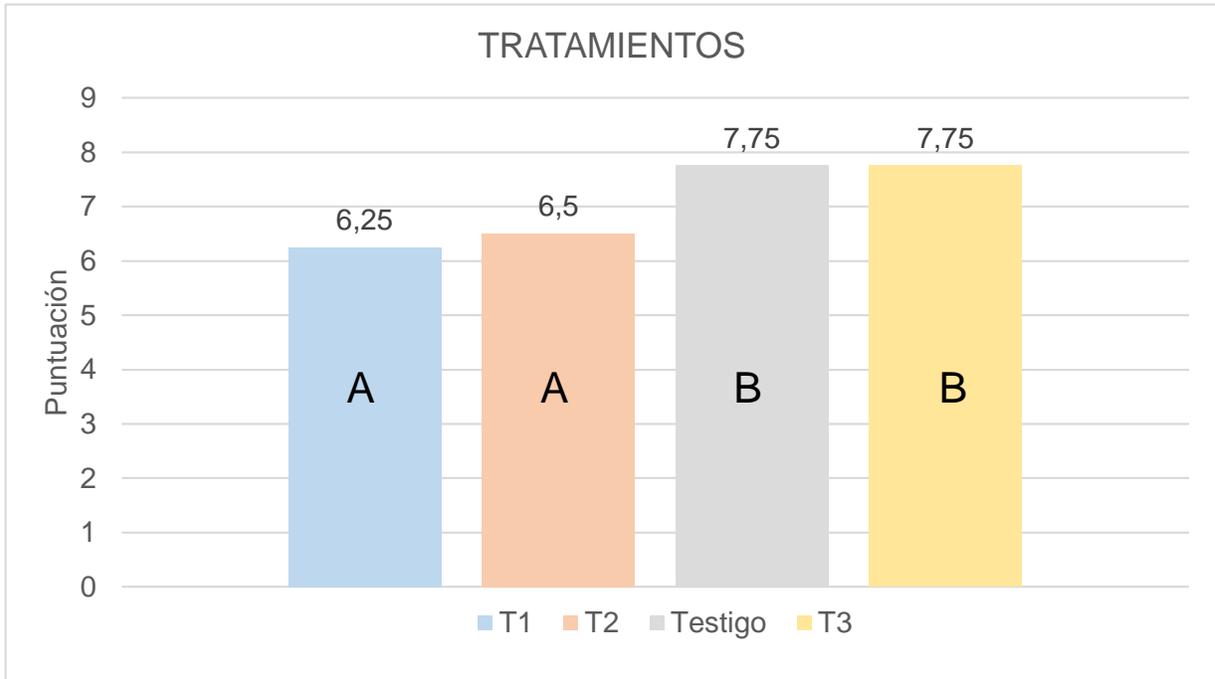


Figura 6. Comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis para la variable masticabilidad. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

7.4.4. GOMOSIDAD

En la figura 7 se logra observar que existe diferencia significativa para el atributo gomosidad. La prueba de Kruskal Wallis establece que el tratamiento T2 al estar relacionado en ambos rangos A y B, no presenta diferencia estadística significativa frente al T1, Testigo y T3. Por otra parte, el T1 si difiere significativamente frente al Testigo y T3. En este atributo, el T1 (60 % almidón de yuca + 40 % harina de soya) presentó un menor promedio de aceptación de 6,38, mientras que el T3 según los resultados presentados por la prueba estadística, se pondera como el mejor tratamiento con un promedio de 7,63 y una calificación según escala hedónica de “me gusta moderadamente”, aquellos valores son similares a la determinación de perfil de textura sensorial en el cual se encuentra la detección de gomosidad en un 66,7 % para una emulsión cárnica de salchicha tipo hot-dog (Puma y Núñez, 2018).

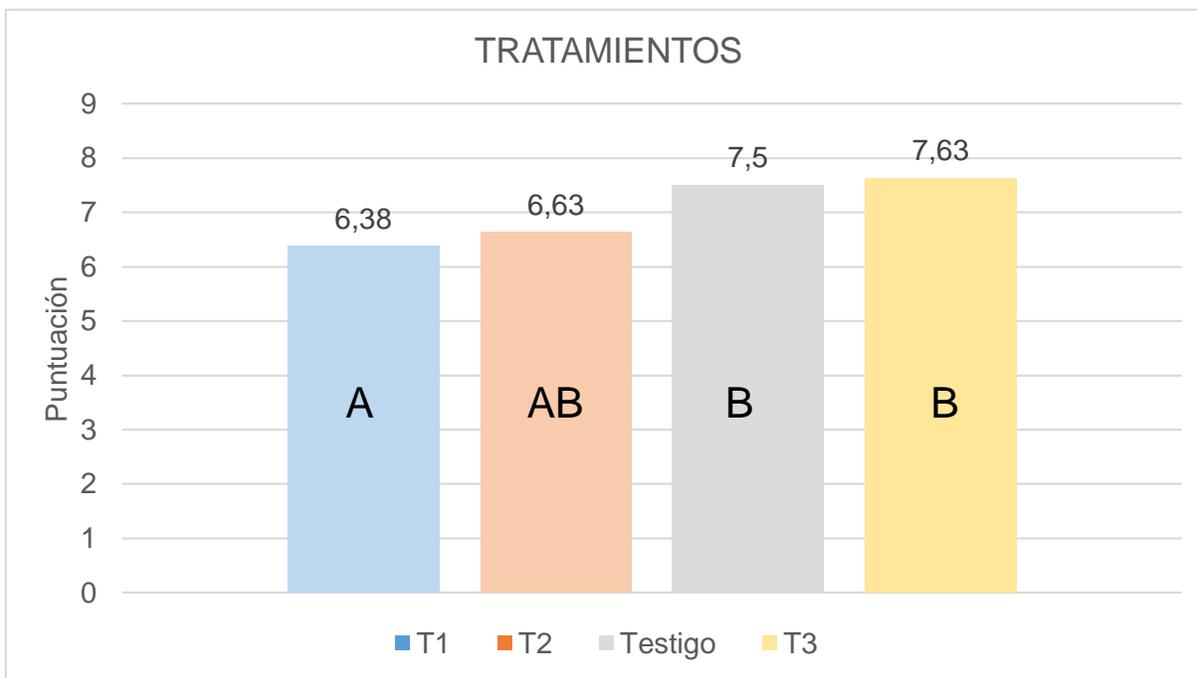


Figura 7. Comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis para la variable gomosidad. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

7.4.5. CALIDAD GENERAL

En la figura 8 para el atributo calidad general se presentan los resultados con diferencia significativa entre los tratamientos. Según la prueba de Kruskal Wallis el tratamiento T2 no presentó diferencia significativa frente al T1, Testigo y T3. Mientras que el testigo (0 % Almidón de yuca) y T3 (100 % Almidón de yuca) sí difieren significativamente frente al T1. Se puede apreciar que, el tratamiento con menor promedio de aceptación por parte de los catadores semi-entrenados, fue el T1 (60 % Almidón de yuca + 40 % harina de soya) con 6,38 en categoría de me gusta poco, al contrario, el T3 con un promedio de 7,88 se pondera como el mejor tratamiento en categoría de me gusta moderadamente. Estos resultados de calidad general, se encuentran similares a los reportados por Morais, *et al.*, (2013) con calificación de 7,02 por parte de los jueces la mortadela con almidón de yuca (5 %), texturado de proteína de soja (4 %) y 70 % de carne de *C. yacaré* es considerada moderadamente deseable para su consumo. Otros estudios como el de Torres, *et al.*, (2014) señalan que es posible reemplazar la harina de trigo utilizada como sustancia de relleno por almidón de malanga (Colocasia

esculenta) al 50, 75 y 100 % sin que ello tenga un efecto negativo en la aceptabilidad del producto.

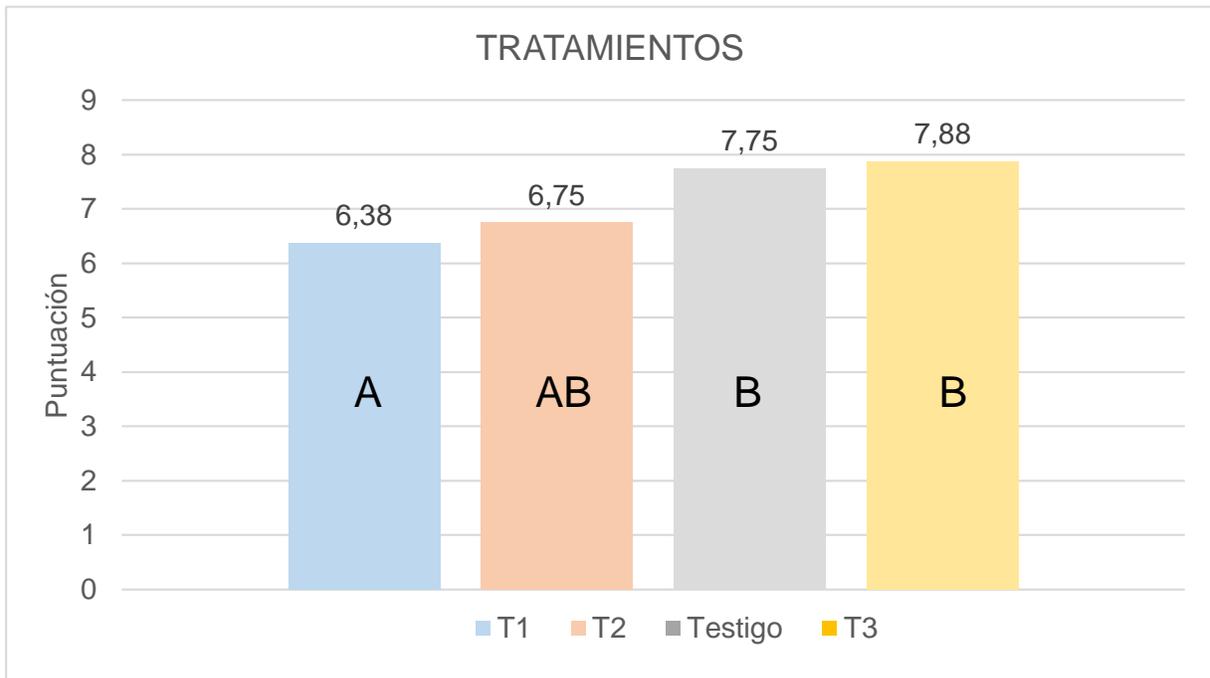


Figura 8. Comparación de promedios según la prueba de Kruskal Wallis para la variable calidad general. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

7.5. PRUEBA AFECTIVA

En la figura 9 se detalla la aceptación y rechazo del producto considerado como mejor tratamiento en estudio.

La evaluación afectiva realizada por jueces consumidores, demostró una aceptación del 83 % hasta el 100 % del producto, según los atributos evaluados respectivamente por indicadores de me gusta y no me gusta, lo cual estableció que la mortadela tipo bologna con 100 % de almidón de yuca puede ser de agrado para un mayor número de consumidores potenciales, cabe mencionar que la participación de este tipo de jueces, busca establecer el grado de aceptación de un producto con características novedosas pero que sea de consumo frecuente por la población (Osorio, 2019; Sánchez y Mejías, 2015).

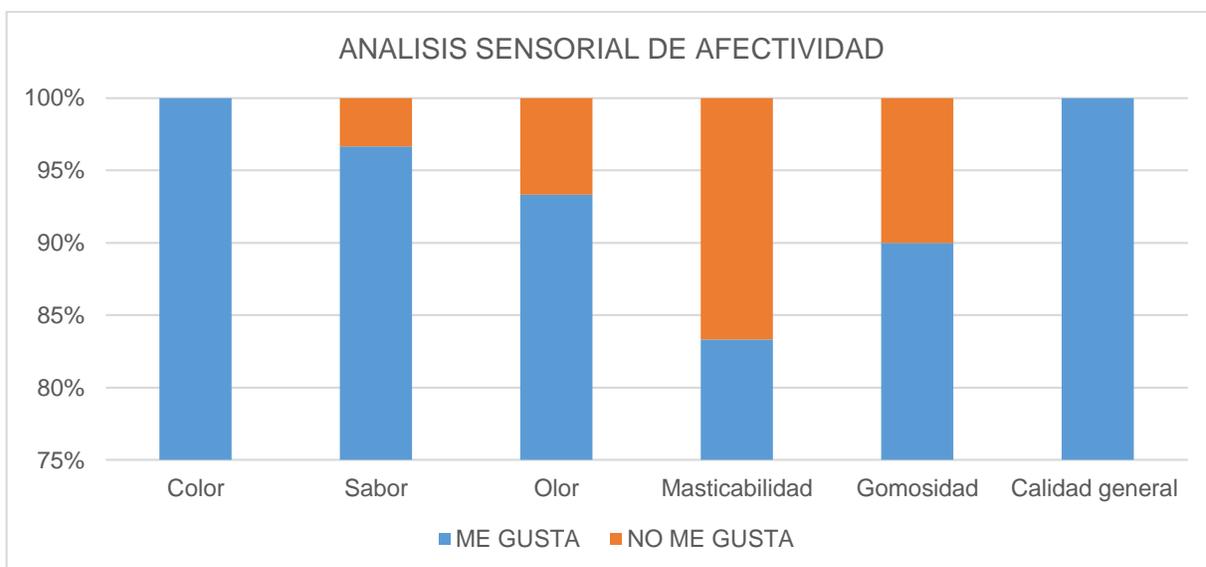


Figura 9. Resultados de aceptación y rechazo del mejor tratamiento (T3).

7.6. COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL MEJOR TRATAMIENTO

En la tabla 9 y según lo establecido por la norma INEN 1340 para mortadelas, se logra apreciar los resultados bromatológicos que fueron evaluados al mejor tratamiento escogido por parte de los jueces semi-entrenados.

Tabla 9. Composición proximal del Mejor Tratamiento en estudio (T3).

Parámetros	Resultados	Límite Min. Máx. (NTE INEN 1340:96)	
Proteína	11,82	12	(Min)
Ceniza (libre de cloruros)	3,18	3,5	(Máx)
pH	6,73	6,2	(Máx)
Grasa	12,81	25	(Máx)
Perdida por calentamiento	60,27	65	(Máx)

Se puede decir, que los resultados de análisis bromatológico para el T3 (100 % Almidón de yuca) de: ceniza 3,18 %, grasa 12,81 %, y perdida por calentamiento de 60,27 % se encuentran dentro de los límites permisibles por la NTE INEN 1340. Sin embargo, los parámetros que no cumplieron con el mínimo y el máximo que estipula la INEN, fueron: la proteína y el pH. Es decir que el uso de almidón de yuca, en sustitución total de la harina de soya en fórmula, disminuyó considerablemente la proteína del embutido a 11,82 % no alcanzando el valor mínimo de 12 %. Esto se debe

al bajo nivel proteico que poseen los almidones. En esta investigación el valor de proteína se encuentra menor al expuesto por Zárate, *et al.*, (2013) de 14,99 % en una mortadela patrón con almidón comercial de papa. Este valor puede variar considerablemente de acuerdo a la calidad de la carne como del tipo de materias primas no cárnicas que se utilicen en la formulación de embutidos.

En cuanto al pH su resultado en la mortadela tipo bologna fue de 6,73, valor que superó el pH máximo de 6,2 que exige la NTE INEN 1340. Este aumento de pH hace referencia a lo expresado por Marques, (2015) quien en su estudio evidenció un ligero aumento de pH (5.92 ± 0.03 y 6.15 ± 0.04) al adicionar almidón de yuca al 1, 2, 3 y 4 % en mortadela de pollo. Sin embargo, es evidente que un pH alcalino, neutro no superior a 9 ni inferior a 4 es el medio idóneo para proliferación de bacterias, pero si bien es cierto, también estos productos presentan en su formulación conservantes que ayudan a impedir el crecimiento de microorganismos patógenos.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- El almidón de yuca presentó una carga microbiana dentro de los límites permisibles por la NTE INEN 1529-10 lo que garantizó un producto inocuo, en cuanto a sus parámetros fisicoquímicos se logró determinar una excelente calidad de carbohidratos, y demás propiedades, a excepción de la fibra que reportó un 0,0%.
- En la elaboración de mortadela tipo bologna, se realizó el reemplazo de proteína de soya por almidón de yuca en concentraciones de 60 % 80 % y 100 %.
- Las variables dureza, elasticidad y gomosidad presentaron un $p > 0,05$ % mientras que la adhesividad, cohesividad y masticabilidad dieron como resultado un $p < 0,05$ %, sin embargo, el tratamiento que presentó mejores propiedades texturales fue el T3 (100 % almidón de yuca).
- En el análisis sensorial de la mortadela tipo bologna, el almidón de yuca no influyó en las variables color y sabor, mientras que las demás variables olor, masticabilidad, gomosidad y calidad general si presentaron diferencia

significativa, sin embargo, en todos los atributos el T3 se enmarca dentro de la categoría de me gusta moderadamente.

- Los análisis bromatológicos presentaron valores idóneos que se encuentran dentro de la NTE INEN 1340. Con una pérdida por calentamiento inferior al reportado por la norma, se logra determinar que la inclusión del 100 % de almidón de yuca en la fórmula, mejora el rendimiento del producto.

8.2. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de factibilidad del almidón nativo de yuca a mediana escala industrial que permita favorecer su utilización en diversos procesos cárnicos.
- Relacionar nuevas investigaciones con el almidón nativo de yuca en diferentes emulsiones cárnicas y utilizar otras fuentes de proteínas que permitan contrarrestar los resultados expuestos en este estudio.
- Realizar un control en tiempo y temperatura sobre el cambio que se produzca en las propiedades texturales del producto durante almacenamiento.
- Evaluar la vida de anaquel del producto con 100 % almidón de yuca en comparación con las mortadelas comerciales.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar Gálvez, F. L., Flores Blacio, M. V., Sánchez Quinche, Á. R., y Zapata Saavedra, M. L. (2018). Determination of tetracycline residues in samples of bovine beef used for Human Consumption. *La Técnica Revista de las Agrociencias*, (20), 67-78.

Álava Moreira, L. M., Bravo Zamora, B. M., Zambrano Ruedas, J. F., Zambrano Velásquez, D. L., y Loo Cusme, R. K. (2017). Caracterización física y microbiológica del almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) producido en Canuto-Manabí (Ecuador). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21(2), 25-40.

Almeida Pazmiño, G. A. (2011). Desarrollo de una mortadela con jalapeño e implementación de una planta procesadora de este producto. (Proyecto de Investigación). Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.

Álvarez Bermúdez, M. G., y Romero, E. K., (2017). Harina de plátano como sustituto de grasa en salchicha de pollo y efecto sobre las propiedades funcionales y organolépticas. (Proyecto de Investigación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ESPAM MFL. Calceta – Ecuador.

Alvis, A., Romero, P., Granados, C., Torrenegra, M., y Pajaro Castro, N. (2017). Evaluación del color, las propiedades texturales y sensoriales de salchicha elaborada con carne de babilla (Caimán *Crocodilus Fuscus*). *Rev Chil Nutr*, 44(1), 89-94.

Arguedas Gamboa, P., Mora Molina, J., y Sanabria Mora, J. (2015). Comparación del contenido de carotenoides en productos nutracéuticos elaborados a partir de dos variedades de camote y yuca. *Revista Tecnología en Marcha*, 28(4), 42-53.

Aristizábal, J., y Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Roma: Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163.

Ariza Perdomo, E. A. (2018). Efecto del almidón de maíz nativo y modificado en las propiedades funcionales de carne de pollo (*Musculus pectoralis major*) con miodegeneración. (Tesis). Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano – Honduras

Arnau, J. (2011). Problemas de los embutidos crudos curados. *Eurocarne*, 194, 50-65.

Arzapalo Quinto, D., Huamán Cóndor, K., Quispe Solano, M., y Espinoza Silva, C. (2015). Extraction and characterized starch three varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) black collana, red pasankalla and white junín. *Rev. Soc. Quím. Perú*, 81(1), 44 - 54.

Arzube Mora, B. M. (2015). "Estudio de los costos de producción y rentabilidad del valor agregado a base de yuca (*Manihot esculenta*) y su aporte en la economía familiar de la asociación de discapacitados del cantón Mocache, Provincia de los Ríos año 2013". (Proyecto de Investigación). Universidad Estatal de Quevedo. Los Ríos - Ecuador.

Asimbaya Marcatayata, A. D. (2016). Elaboración de salchichas FRANKFURT con harina de chíá (*Salvia hispánica* L.) como sustancia de relleno. (Proyecto de Investigación). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito - Ecuador.

Ávila-de Hernández, R. M., y González-Torrivilla, C. C. (2011). La evaluación sensorial de bebidas a base de fruta: Una aproximación difusa. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 15(60), 171-182.

Ayala Armijos, J. H., García González, C., Sánchez Prado, R., Jirón Vélez, Y., y Washington Espinoza, R. (2016). Effect of addition of ascorbic acid in the degradation of nitrate and nitrite in mortadella. *CIENCIA UNEMI*, 9(20), 85-92.

Bailón Macías, K. M. (2012). La comercialización de almidón de yuca, hacia el mercado de Colombia y la influencia de una planta procesadora para el desarrollo microempresarial de la parroquia canuto del Cantón Chone. (Tesis de Grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador.

Barragán Villoría, K., Salcedo Mendoza, J., y Figueroa Flórez, J. (2016). Propiedades tecno-funcionales de almidón modificado de yuca (*Manihot esculenta* C.) por pregelatinización tipo batch. *Agronomía Colombiana Suplemento*, 1, 317-320.

Barrera, G., N. (2014). Efecto del almidón dañado sobre las propiedades de las masas panarias y la calidad de los panificados. (Tesis Doctoral) Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Córdoba.

Beovides García, Y., Milián Jiménez, M. D., Coto Arbelo, O., Rayas Cabrera, A., Basail Pérez, M., Santos Pino, A., y Rodríguez Pérez, D. (2014). Morphological and agronomic characterization of cuban cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz). *Cultivos Tropicales*, 35(2), 43-50.

Benalcázar López, J. A., y Wilches Garzón P. E. (2010). Análisis del trabajo en la fábrica de embutidos "La Italiana" aplicado a las líneas de producción de embutidos. (Tesis de Grado). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca – Ecuador.

Bustamante Oyague, B. (2017). Aplicación de dos metodologías de punto de corte y de riesgos acumulados de Weibull, para la determinación de la vida útil del pan de molde blanco. (Tesis de Maestría) Facultad de Ingeniería Química, Callao – Perú.

Bravo Vélez, C. G., y Mendoza Zambrano, R. A. (2016). Efecto de adición de harina de arroz en la elaboración de mortadela de carne de cerdo. (Proyecto de Investigación). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Chone - Ecuador.

Carbonero Carreño, M. R. (2013). Glutamato Monosódico "La trampa de los alimentos sabrosos". *Trastornos de la Conducta Alimentaria*, 17, 1863-1876.

Carrillo Arteaga, M. C. (2012). Utilización de OKARA de soya en un embutido cárnico de pollo. (Proyecto de Investigación). Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.

Carvajal-Macías, B., Pérez-Ramírez, S., Gaviria-Gaviria, Y., y Álzate-Agudelo, J. (2019). Sustitución de nitritos en un producto cárnico embutido por nabo (*Brassica rapa*) y sustitución parcial de harina de papa (*Solanum tuberosum*) por harina de cáscara de mango (*Mangífera indica*) para la evaluación del desarrollo de color y textura. *Informador Técnico*, 83(1), 19-29.

Carvalho Vieira, J., Martins Montenegro, F., Santos Lopes, A., y Silva Pena, R. (2010). Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com fécula de mandioca. *Ciência Rural*, 40(12), 2574-2579.

Castro-Ríos, K., y Narvaéz-Solarte, W. (2013). Sensory quality and cooking loss in pork meat: effect of sex and source of selenium. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 130-135.

Chaparro Hernández, J., Castillejos Gómez, B. I., Carmona Escutia, R. P., Escalona Buendía, H. B., y Pérez Chabela, M. d. (2013). Sensory evaluation of sausages with orange peel flour and maguey leaf. *NACAMEH*, 7(1), 23-40.

Chen, L., y Opara, U. L. (2013). Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods – A review. *Journal of Food Engineering*, 119, 497-507.

Chiquiza Montaña, L. N., Montoya, O. I., Restrepo, C., y Orozco Sánchez, F. (2016). Estudio de la Microbiota del Proceso de Producción de Almidón Agrio de Yuca. *Información tecnológica*, 27(5), 03-14.

Ccama Llanos L. G. (2017). Evaluación microbiológica de embutido tipo chorizo artesanal que se expende en los mercados del distrito de Tacna. (Proyecto de Investigación). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna – Perú.

Contado, E., Rocha, D., Queiroz, E., Abreu, C., y Ramos, E. (2015). Emprego da farinha e do extrato de frutanos de yacon na elaboração de apresetados. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18(1), 49-56.

Correa Araujo, I., y González Romero, A. (2015). Evaluación de las propiedades texturales, funcionales y organolépticas de una emulsión cárnica, empleando mezclas de almidón de ñame (*Dioscorea rotundata*) y almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). (Proyecto de Investigación). Universidad de Córdoba. Berástegui.

Cori, M., Basilio, V., Figueroa, R., Rivas, N., y Martínez, S. (2014). Análisis del perfil de textura y evaluación sensorial de salchichas de pollo y codorniz. *Rev. Fac. Agron. (UCV)*, 40(1), 29-36.

Cortés Sierra, S., Chavarriaga, P., Ceballos, H., y López Carrascal, C. (2015). Evaluación de la expresión de genes implicados en la biosíntesis de almidón en diferentes variedades de yuca. *Acta Biológica Colombiana*, 20(2), 37-46.

Cosme Linares, W. A., Pacheco, M. J., y Saravia Arias, B. E. (2018). Harina de guayaba taiwanesa como sustituto de almidón en la producción de embutidos crudos y cocidos. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 7, 57 – 70.

Cuevas Carballo, Z. B. (2017). Obtención y caracterización de almidones termoplásticos obtenidos a partir de almidones injertados con poliésteres biodegradables. (Tesis Doctoral). Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida - México.

Cueva Pardo, A. R. (2015). “La comercialización de almidón de yuca cultivada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y la demanda en el mercado de Cali Colombia”. (Trabajo de Titulación). Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcan - Ecuador.

Dane. (2016). El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Colombia: Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria.

Delgado Demera, M. H., y Cedeño, C. A. (2013). Calidad e inocuidad de carnes bovinas obtenidas en un matadero municipal dela provincia de Manabí. *La Técnica Revista de las Agrociencias*, (10), 6-11.

Díaz Benítez, A. M. (2014). Aprovechamiento de la guayaba deshidratada y molida como agente ligante en la elaboración de salchichón. (Proyecto de Investigación). Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín.

Efrén Vásquez, R., Abadía, B., Arreaza, L. C., Ballesteros, H. H., y Muñoz, C. A. (2007). Factores asociados con la calidad de la carne. II parte: perfil de ácidos grasos de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(2), 66-73.

Esquivel Reyes, N. V. (2017). "Fruit Texture Analysis". (Proyecto de Investigación). Universidad Nacional de Trujillo. Perú.

Facchini, L. (2016). Avaliação das características físicas e aceitação sensorial de salsicha processada com fécula de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) esterificada. (Proyecto de Investigación). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campomourão.

FAO. (2015). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Producción y Sanidad Animal. Composición de la carne: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html.

FAO. (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Ficha técnica de procesos cárnicos, mortadela bologna: <http://www.fao.org/3/a-au165s.pdf>.

Fernández Hospital, X. (2016). Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiológica y aroma de los embutidos crudos curados. (Tesis Doctoral). Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Madrid.

Figueroa-Flórez, J., Cadena-Chamorro, E. M., Rodríguez-Sandoval, E., Salcedo-Mendoza, J., y Ciro-Velásquez, H. (2019). Cassava starches modified by enzymatic biocatalysis: effect of reaction time and drying method. *DYNA*, 86(208), 162-170.

Gadhav, R. V., Das, A., Mahanwar, P. A., y Gadekar, P. T. (2018). Starch Based Bio-Plastics: The Future of Sustainable Packaging. *Open Journal of Polymer Chemistry*, 8(2), 21-33.

Gallego Restrepo, J. A. (2013). "Fuente alternativa de nitratos para la industria cárnica: Influencia del extracto de apio y cultivos iniciadores sobre el color del jamón cocido tipo Medellín". (Tesis Doctoral). Universidad Miguel Hernández. Orihuela – España.

Gamero Negrón, R. (2015). Estudio de la calidad de carnes y productos cárnicos procedentes de hembras porcinas Ibéricas enteras, inmunocastradas y castradas quirúrgicamente. (Tesis Doctoral). UEX, Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Roma.

García Mendoza, D. C., y Forero Parra, M. (2014). Evaluación del comportamiento tecnológico de un aislado de proteína de amaranto (*Amaranthus spp*) como extensor en un producto cárnico cocido. (Proyecto de Investigación). Universidad del Salle. Bogotá.D.C.

García Mogollón, C., Salcedo Mendoza, J., y Alvis Bermúdez, A. (2018). Condiciones óptimas de la etapa de lixiviación en la extracción de almidón de yuca. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(1), 62-67.

García Saltos, M. S., y Loor España M. F. (2017). Efecto de la incorporación de tres tipos de almidones en las propiedades texturales de una carne vegetal. (Proyecto de Investigación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta – Ecuador.

Garzón, L. P. (2016). Importancia de las micorrizas arbusculares (MA) para un uso sostenible del suelo en la Amazonia colombiana. *Revista Luna Azul*, 42, 217-234.

Granados, C., Guzmán, L. E., y Acevedo, D. (2013). Análisis Proximal, Sensorial y de Textura de Salchichas Elaboradas con Subproductos de la Industria Procesadora de Atún (*Scombridae thunnus*). *Información Tecnológica*, 24(6), 29-34.

Grande Burgos, M. J., Lucas, M., López Aguayo, C., Pérez Pulido, R., y Gálvez, A. (2011). Bioconservación de productos cárnicos. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, 24(1), 111-124.

González Rodríguez, E., Giraldo Lopera, I. Q., y Restrepo Molina, D. A. (2015). Mechanical properties and sensory evaluation of salchichon standard extension containing an extensor of mechanically deboned chicken meat. *Vitae, Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 22(2), 101 – 110.

Guerra, I. C., Félex, S., Meireles, B., Dalmás, P. S., Moreira, R. T., Honório, V. G., . . . Madruga, M. S. (2011). Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. *Small Ruminant Research*, 98(3), 59-63.

Guerrero Nieto, E. J., y Nova García, J. C. (2016). Evaluación de las propiedades texturales y funcionales de una emulsión cárnica empleando mezclas de harina de arroz (*Oryza sativa*) partido y almidón de yuca (*Manihot esculenta*). (Proyecto de Investigación). Universidad de Córdoba. Berástegui.

Guzmán Álzate, N. (2010). Estandarización y caracterización de procesos en alimentos FRIKO S.A. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas – Antioquia.

Hasenhuettl, G. L., y Hartel, R. W. (2019). *Food Emulsifiers and Their Applications*. (Third Edition ed.). (C. Springer, Ed.) doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-030-29187-7>.

Hleap, J. I., Cardona, L., Agudelo, J., y Gómez, A. (2015). Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de salchichas elaboradas con inclusión de quitosano. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(2), 455-464.

Horcada, A., y Polvillo, O. (2010). La producción de carne en Andalucía (Conceptos básicos sobre la carne). Andalucía: Junta de Andalucía. Conserjería de Agricultura y Pesca.

INEN 1340. (1996). Carne y Productos Cárnicos. Mortadela. Requisitos. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/3/03%20AGP%2063%20NTE%20INEN%201340.pdf>

INEN 1529-10. (1998). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra de profundidad. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.1529.10.1998/page/n1>.

Jervis Gomezjurado, E. S. (2017). Desarrollo de un prototipo de snack cárnico tipo chip a partir de un embutido de pasta fina. (Trabajo de Titulación). UDLA. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Quito – Ecuador.

João, J. P., Mutunda, M. P., Taíla, A. F., y Rivera Espinosa, R. (2016). Potentiality of arbuscular mycorrhizal inoculants applied to cassava crop (*Manihot esculenta* Crantz) in Kibala, Angola. *Cultivos tropicales*, 37(2), 33-36.

Júnior, M. M., Oliveira, T. P., Gonçalves, O. H., Leimann, F. V., Medeiros Marques, L. L., Barros Fuchs, R. H., . . . Drova, A. A. (2019). Substitution of synthetic antioxidant by curcumin microcrystals in mortadella formulations. *Food Chemistry*, 300, 1-7.

Knowles, M. M., Pabón, M. L., y Carulla, J. E. (2012). Use of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and other starchy non-conventional sources in ruminant feeding. *Rev Colomb Cienc Pecu*, 25, 488-499.

Kaur, R., y Sharma, M. (2019). Cereal polysaccharides as sources of functional ingredient for reformulation of meat products: A review. *Journal of Functional Foods*, 62, 1-11.

Kouame Kohi, A., Bouatenin Koffi Maïzan, J.-P., Coulibaly Wahauwouele, H., Boraud Alloue, M., y Dje Koffi, M. (2019). Assessment of safety risks associated with pork meat sold on the market in Abidjan city (Cote d'Ivoire) using surveys and microbial testing. *Heliyon*, 5(7), 1-6.

Larmond, E. (1977). Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada: Research Branch, Canada Department of Agriculture.

Luna Castellanos, L. L., Espinosa Carvajal, M. R., Ossa Albis, V. A., Panza Tapia, B. D., y García Peña, J. A. (2018). Selección de herbicidas para el control de arvenses en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Bolívar, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícola*, 12,(3), 621-631.

León Banda, G. G., y Carrasco García, A. A. (2012). La carne de calidad: cuestión de bienestar. *La Ciencia y el Hombre*, XXV(2), 1-4.

- Maldo Paula, A., y Conti Silva, A. C. (2014). Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *Journal of Food Engineering*, 121, 9–14.
- Marques Luiz, A. H. (2015). Efeito da Composição Química Básica e Ingredientes nas características Físico-Químicas de Mortadela de Frango. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Marques, A., Lourenço, H. M., Nunes, M. L., Roseiro, C., Santos, C., Barranco, A., y Cencic, A. (2011). New tools to assess toxicity, bioaccessibility and uptake of chemical contaminants in meat and seafood. *Food Research International*, 44(2), 510-522.
- Matovelle Carrillo D. C. (2016). Optimización del uso de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) como sustituyente parcial de proteína en la elaboración del chorizo ahumado. (Proyecto de Investigación). Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca - Ecuador.
- Matute Heredia, F. J. (2017). Behavior of fat vegetable in the preparation of meat emulsifications. *La Técnica Revista de las Agrociencias, Edición especial*, 35 - 41.
- Mayer, L. E., Bertoluzzo, S. M., y Bertoluzzo, M. G. (2012). Determinación del agregado mínimo de tripolifosfato de sodio en pastones cárnicos. *ANALES AFA*, 22(1), 92-94.
- Meaño Correa, N., y Castillo, M. L. (2019). Determinación de las propiedades físicas, químicas y funcionales del almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) modificado mediante un tratamiento Alcohólico-Alcalino. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela*, 31, 98-109.
- Méndez Romero, J. I. (2014). "Detección de adulteración de carne cruda y procesada térmicamente mediante un protocolo analítico por qPCR Múltiple". (Tesis de Maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. México-Hermosillo, Sonora. 17 pp.
- Mendoza, E., y Calvo, C. (2010). Productos cárnicos. En E. Mendoza, y C. Calvo, *Bromatología Composición y propiedades de los alimentos* (pág. 170). México: McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A.
- Mercadante, A. Z. (2010). Effect of natural pigments on the oxidative stability of sausages stored under refrigeration. *Meat Science*, 84(4), 718 – 726.
- Morais, C., Morais Júnior, N. N., Vicente-Neto, J., Ramos, E. M., Almeida, J., Roseiro, C., . . . Bressan, M. C. (2013). Mortadella sausage manufactured with Caiman yacare (*Caiman crocodilus yacare*) meat, pork backfat, and soybean oil. *Meat Science*, 95(2), 403–411.
- Moreno, F., y Rodríguez, G. J. (2018). "Características tecnológicas de las dos capas de tocino de cerdo". (Proyecto de Investigación). UNCPBA. Tandil.

Muntal, B. M. (2007). Mejora de la seguridad alimentaria en productos cárnicos listos para el consumo mediante la aplicación combinada de tecnologías de conservación emergentes. (Tesis Doctoral). Universitat de Girona.

Nicaragua, K., y Pavón, F. (2014). Manejo Integrado de Plagas, Cultivo de yuca (1ra. ed.). Managua: Tiraje.

Oliveira, E. C., y Miglioranza, É. (2014). Densidade e distribuição estomática em mandioca *Manihot esculenta* Crantz cultivar IAC 576-70. *Scientia Agropecuaria*, 5(3), 135 - 140.

Olivio Ayala, M. Y. (2016). Cassava fermented starch flour producer plant design as a new alternative in the food industry. *Rev Journal Bol Cienc*, 11(35), 25 -40.

Olmedilla-Alonso, B., y Jiménez-Colmenero, F. (2014). Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 1197-1209.

Ordoñez Gonzáles, J. A., y Patiño Castro, E. F. (2012). Estudio técnico para la elaboración de salchichas a partir de carne de toyo blanco (*Carcharhinus falciformis*) y almidón modificado (Maltodextrina). (Proyecto de Investigación). Universidad de San Buenaventura. Santiago de Cali.

Orsolin Diones, S. C., Rosa Clarissa, D., y Steffens, J. (2015). Redução do tempo no processo de cozimento de mortadela e avaliação da qualidade final do produto. *Ciência Animal Brasileira*, 16(4), 589-597.

Osorio-Oviedo, A. A. (2019). Sensory analysis tests for the development of infant cereal products in Venezuela. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 13(2), 27-37.

Ospina Meneses, S. M., Restrepo Molina, D. A., y López Vargas, J. H. (2011). Meat products as functional food. *Rev. Lasallista Investig*, 8(2), 163-172.

Paredes Cano, J. E. (2013). "Proyecto de prefactibilidad para la importación de tripas artificiales para la elaboración de embutidos". (Proyecto de Investigación). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito - Ecuador.

Paternina C, A., Salcedo M, J., y Romero B, P. (2016). Efecto de la harina de ñame (*Dioscorea rotundata* P.) sobre las propiedades texturales de salchichas. *Agronomía Colombiana Suplemento*, 1, 379-381.

Pellón Olmedo, M., Sánchez Martín, M. A., Hernández, A., Pellicer Castillo, L. D., Rodríguez Barbero, E., Pachón, J., y Pastor Martín, R. (2018). La adulteración del kebab y la adición de fosfatos. *Gac Med Bilbao*, 115(4), 169-175.

Peña Herrera, P. (2018). Manual de charcutería enfocado en la elaboración de fiambres y embutidos. (Tesis de Grado). Universidad de los Hemisferios. Quito – Ecuador.

Pereira, J., Hu, H., Xing, L., Zhang, W., y Zhou, G. (2019). Influence of Rice Flour, Glutinous Rice Flour, and Tapioca Starch on the Functional Properties and Quality of an Emulsion-Type Cooked Sausage. *Foods*, 9(1), 2-12.

Perén Caté, V. R., y Pérez Mancio, A. R. (2017). Procesos y productos alimenticios. (Proyecto de Investigación) Universidad de San Marcos, Guatemala.

Pérez Morales, R. S., y Quintanilla Delgadillo, A. M. (2012). Utilización de sangre bovina para la elaboración de moronga (morcilla) como forma de aprovechamiento de subproductos de la Industria Cárnica. (Tesis de Grado). Facultad de Ciencias Químicas. León - Nicaragua.

Pérez Navarro, O., Ley Chong, N., González Suarez, E., y Valdés Valmaseda, C. (2017). "Modificación hidrotérmica del almidón de yuca para su empleo como estabilizador de helados". *Afinidad*, 74(580), 275- 281.

Pizarro, M., Sánchez, T., Ceballos, H., Morante, N., y Dufour, D. (2016). Diversificación de los Almidones de Yuca y sus Posibles Usos en la Industria Alimentaria. *Revista Politécnica*, 37(2), 1-6.

Puma Isuiza, G. y Núñez Saavedra, C. (2018). Determinación del perfil de textura sensorial de dos muestras experimentales de hotdog de pollo (*Gallus gallus*) obtenidas por Ingeniería Kansei Tipo II. *Anales Científicos*, 79(1), 210 – 217.

Püssa, T. (2013). Toxicological issues associated with production and processing of meat. *Meat Science*, 95(4), 844-853.

Prabpree, R., y Pongsawatmanit, R. (2011). Effect of tapioca starch concentration on quality and freeze-thaw stability of fish sausage. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 45(2), 314-324.

Ramos , M., Santos, R., y Beldarraín, T. (2019). Influencia de la cocción sobre las características sensoriales de rollos de carne de res reestructurada. *Ciencia y Tecnología de los alimentos*, 29(1), 34-41.

Reyo Herrera, A., García Revalcaba, D. E., Godínez Rodríguez, J. L., Farrés González-Sarabia, A. G., y Sánchez Chinchillas, A. (2019). Estudio sobre la evolución de las sales de cura en un producto cárnico sometido a diferentes tratamientos. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 644 - 656.

Rico Fontalvo, H. M., y Peralta Miranda, P. E. (2020). Comportamiento del consumidor frente a productos derivados de la yuca. *Innovar*, 30(75), 9-18.

Rodríguez Caturla, M. Y. (2012). Evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias y seguridad microbiológica de establecimientos de restauración colectiva y de platos de ensalada y cárnicos cocidos destinados a poblaciones de riesgo de Andalucía. (Tesis Doctoral). Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba. Córdoba - España.

Rodríguez-Pérez, W., García-Rincón, P. A., Sereno-Torres, D. M., Sierra-Arias, D., Guanga-Lozano, W., y Oliveros, Y. (2013). Análisis ficoquímicos y microbiológico de embutidos cárnicos producidos en la Universidad de la Amazonía. *Revista, Momentos de Ciencia*, 10(1), 25 – 31.

Román, Y., Techeira, N., Yamarte, J., Ibarra, Y., y Fasendo, M. (2015). Caracterización físico-química y funcional de los subproductos obtenidos durante la extracción del almidón de musáceas, raíces y tubérculos. *Interciencia*, 40(5), 350-356.

Rompiche Herrera, A. (2018). "Estandarización de los parámetros de calidad para el procesamiento de una línea de productos cárnicos embutidos". (Proyecto de Investigación). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Rubio Lozano, M. d., y Braña Varela, D. (2013). Composición de la carne mexicana (Primera Edición ed.). Ajuchitlán, Colón, Querétaro: C.P. 04010 México, D.F.

Ruiz-Roldán, L., Martínez-Puchol, S., Gomes, C., Palma, N., Riveros, M., Ocampo, K., . . . Pons, M. J. (2018). Presence of multidrug resistant Enterobacteriácea and Escherichia coli in meat purchased in traditional markets of Lima. *Rev. Perú. Med. Exp. salud pública*, 35(3), 425-432.

Sabando Muñoz, M. E. (2017). "Plan de exportación de almidón de yuca desde el Cantón Chone - Manabí al mercado de Florida – Estados Unidos". *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador*, 1-11.

Saigua Carrillo, S. M. (2017). Utilización de la crema de leche pasteurizada en reemplazo de la grasa de cerdo en la elaboración de la mortadela de pollo. (Proyecto de Investigación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.

Sánchez, L., y Mejías, A. (2015). Estudio comparativo de métodos de preparación de pescado basados en criterios sensoriales. *Semilleros*, 2 (4), 111-118.

Sánchez Valle, S. A. (2019). Determinación de la concentración de minerales en malanga morada (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) mediante espectroscopia vis-NIR. (Tesis de Maestría). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara.

Serna Fadul, T., Contreras Sincelajo, Y., Lozano Polo, M., Salcedo Mendoza, J., Hernández Ruydiaz, J. (2017). Variación del método de secado en la fermentación espontanea de almidón nativo de yuca. *@Limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 15(1), 50-65.

Serrano Fuster, M. (2016). Estudio de la cinética de retrogradación del almidón y del endurecimiento de las migas de panes libres de gluten. (Tesis de Maestría) Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba – Argentina.

Silva, J. T., Paula, C. D., Moreira de Oliiaavveira, T., y Pérez, O. A. (2008). Derivados de la yuca y componentes tóxicos en Brasil. *Temas Agrarios*, 13(2), 5-16.

Soto Vega, I. L. (2016). Efecto del almidón de yuca modificado con α -amilasa del *Bacillus licheniformis*, en las propiedades viscoelásticas, bromatológicas, físicas y sensoriales del diabolín. (Trabajo de Grado). Universidad de Córdoba. Berástegui.

Suárez Guerra, L. (2016). Efecto de PectiMorf® de la yuca (*Manihot esculenta* C.), cultivares 'CMC-40' y 'Señorita'. (Tesis Doctoral). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Mayabeque.

Suárez, L., y Mederos, V. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tendencias actuales. *Cultivos Tropicales*, 32(3), 27-35.

Taípe Vicaña, M. (2019). Elaboración de lámina de frutas (Fruit Leather) de papaya con maracuyá, fortificado con quinua, kiwicha y hierro a base de análisis sensorial. (Proyecto de Investigación) Universidad San Ignacio de Loyola. Lima - Perú.

Teira, G., y Perlo, F. B. (2006). Calidad de carnes bovinas. Aspectos nutritivos y organolépticos relacionados con sistemas de alimentación y prácticas de elaboración. *Rev. Ciencia, Docencia y Tecnología*, XVII(33), 173-193.

Terrasa, A. M. (2012). Alternativas tecnológicas aplicables al desarrollo y conservación de productos cárnicos cocidos (PATÉS) durante el almacenamiento refrigerado. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires-Argentina.

Tinoco, M., Rojas, C., Tripaldi, P., Criollo, M., y Huayasaca, L. (2011). Aplicación de funciones de decisión multicriterio y diseño Plackett-Burman para el estudio de la calidad sensorial de mortadelas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(1), 142-157.

Torres, J. D., Gonzalez-Morelo, K. J., y Acevedo Correa, D. (2015). Análisis del Perfil de Textura en Frutas, Productos Cárnicos y Quesos. *Revista ReCiTeIA*, 14(2), 63-75.

Torres, P., Pérez, A., Marmolejo, L., Ordóñez, J. A., y García, R. E. (2010). View of agroindustry of cassava starch extraction from the process standardization. *Rev. EIA. Esc. Ing. Antioq*, (14), 23-38.

Torres-Rapelo, A. L., Montero-Castillo, P. M., y Julio-González, L. C. (2014). Utilización de almidón de malanga (*Colocasia esculenta* L.) en la elaboración de salchichas Frankfurt. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 97-105.

Torres Egas, A. E. (2018). Caracterización bromatológica, microbiológica y organoléptica de una salchicha de pollo tipo I con contenido medio en sodio. (Tesis de Maestría). Universidad de las Américas. Quito - Ecuador.

Tosati, J. V., Messias, V. C., Carvalho, P. I., Rodrigues Pollonio, M. A., Meireles, M. A., y Rodrigues Monteiro, A. (2017). Antimicrobial Effect of Edible Coating Blend Based on Turmeric Starch Residue and Gelatin Applied onto Fresh Frankfurter Sausage. *Food and Bioprocess Technology*, 10(12), 2165–2175.

Trujillo Rivera, C. T. (2014). " Obtención de películas biodegradables de almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) doblemente modificado para uso de empaque de alimentos. (Proyecto de Investigación). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado - Perú.

Valenzuela, C., y Pérez, P. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. *Revista chilena de nutrición*, 43(2), 188-195.

Vaquero Martín, M. (2013). Estudio de la elaboración y conservación de lomo Sajonia ecológico mediante la incorporación de productos naturales. (Tesis Doctoral). Universidad D´Salamanca. Estación Tecnológica de la Carne. España.

Vargas Aguilar, P. (2010). Obtención de almidón fermentado a partir de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad valencia, factibilidad de uso en productos de panadería. *Tecnología en Marcha*, 23(3), 15-23.

Vargas Aguilar, P., y Hernández Villalobos, D. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Tecnología en Marcha*, 26(1), 37-45.

Vargas Velásquez, C., López Reinoso, A. R., y Flores Artunduaga, L. M. (2014). Evaluation nitrates/nitrites and sodium chloride concentration in processed meats sold in the capital of Tarija. *Rev. Vent. Cient*, 1(7), 1-8.

Vargas Zambrano, P. A., Mendoza Rivadeneira, F. A., Meza Cool, A., Cornejo Dueñas, G. J., Dueñas Rivadeneira, A. A., y Cedeño Palacios, C. A. (2019). Efecto de la adición de harina de Zapallo y cerveza en la mortadela tipo Bologna. *RECUS*, 4(2), 63-67.

Velasco Briceño D. A. (2018). Bioconservantes en productos cárnicos: implicaciones frente a los principales referentes regulatorios en *Listeria monocytogenes*. (Tesis de Maestría). Universidad de La Sabana. Bogotá – Colombia.

Vera Arteaga, T. A., Zambrano Vélez, M. I., y Muñoz Murillo, J. P. (2019). Raciones suplementarias con follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la alimentación de vacas lecheras brown swiss. *Pro-Sciences: Revista de Producción Ciencias e Investigación*, 3(19), 10 - 15.

Vergara N, A., Hernández R, M., Ramírez Díaz, R. (2018). Evaluación de la adhesión de un pegante realizado con almidón nativo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad M-TAI. *Fundación Universidad de América Revista de Investigación*, 11(1), 89-95.

Villarroel, P., Gómez, C., Vera, C., y Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Rev. Chil. Nutr*, 45(3), 271-278.

Villacís Bustamante, V. C. (2016). Efecto de la reducción de grasa y de la adición de leche descremada en polvo o almidón de yuca (*Manihot esculenta*) en las

características de un pepperoni acidificado. (Proyecto de Investigación). Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano – Honduras.

Vindas Angulo, L., Rodríguez Arce, N., y Araya Quesada, Y. (2017). Variación del contenido de nitrito de sodio residual en diferentes lotes de salchichas, de una misma formulación de una empresa productora costarricense. *Revista Pensamiento Actual*, 17(28), 88 - 98.

Vire Bustamante, R. D. C. (2012). Elaboración de mortadela especial con adición de diferentes porcentajes de queso semi maduro tipo cheddar, incorporado a la formulación. (Proyecto de Investigación). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos – Ecuador.

Wu, M., Wang, J., Ge, Q., Yu, H., y Xiong, Y. L. (2018). Rheology and microstructure of myofibrillar protein–starch composite gels: Comparison of native and modified starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 988–996.

Zárate Polanco, L. M., Otálora Santamaría, N. A., Ramírez Suárez, L., y Poveda Pisco, J. C. (2013). Sustitución del almidón en la formulación de mortadela por almidón de clones promisorios (*S. tuberosum* grupo Phureja). *Revista Épsilon*, (20), 41 - 58.

Zhang, Y., Huang, Z., Yang, C., Huang, A., Hu, H., Gong, Z., y Huang, K. (2013). Material properties of partially pregelatinized cassava starch prepared by mechanical activation. *Starch - Stärke*, 65(6), 461–468.

Zancheta Lamarino, L., Conceição Oliveira, M., Marques Antunes, M., Oliveira, M., y Alves Lima, A. (2015). Nitritos e nitratos em produtos cárneos enlatados e/ou embutidos. *Gestão em Foco*, (7), 246-251.

10. ANEXOS

ANEXO 1. PROCESO DE ALMIDÓN DE YUCA.

MATERIA PRIMA



LAVADO Y PELADO



RALLADO



COLADO



SEDIMENTACIÓN



SECADO SOLAR



MOLIENDA



TAMIZADO



EMPACADO



ANEXO 2. PROCESO DE MORTADELA TIPO BOLOGNA CON ALMIDÓN DE YUCA.

PESADO DE MATERIA PRIMA/INSUMOS CÁRNICOS



EMULSIONADO DE LA CARNE



EMBUTIDO



ESCALDADO



ANEXO 3. PRUEBA SENSORIAL.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

TEMA: Valoración organoléptica de MORTADELA TIPO BOLOGNA con TRES CONCENTRACIONES DE ALMIDÓN DE YUCA.

OBJETIVO: Evaluar las características organolépticas de la “Mortadela tipo bologna”

¡GRACIAS POR SU AYUDA!

TIPO: Valoración

MÉTODO: ESCALA HEDÓNICA

FECHA: _____

PUNTAJE y CATEGORÍA: (1: me disgusta muchísimo) (2: me disgusta mucho) (3: me disgusta moderadamente) (4: me disgusta poco) (5: ni me gusta – ni me disgusta) (6: me gusta poco) (7: me gusta moderadamente) (8: me gusta mucho) (9: me gusta muchísimo).

MUESTRA	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	ESCALA								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T0	COLOR									
	SABOR									
	OLOR									
	MASTICABILIDAD									
	GOMOSIDAD									
	CALIDAD GENERAL									
T1	COLOR									
	SABOR									
	OLOR									
	MASTICABILIDAD									
	GOMOSIDAD									
	CALIDAD GENERAL									
T2	COLOR									
	SABOR									
	OLOR									
	MASTICABILIDAD									
	GOMOSIDAD									
	CALIDAD GENERAL									
T3	COLOR									
	SABOR									
	OLOR									
	MASTICABILIDAD									
	GOMOSIDAD									
	CALIDAD GENERAL									

ANEXO 4. PANEL SENSORIAL DE JUECES SEMI-ENTRENADOS.

EVALUACIÓN SENSORIAL



ANEXO 5. PRUEBA AFECTIVA.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

TEMA: Almidón de yuca como agente ligante en la producción de mortadela tipo bologna.

OBJETIVO: Evaluar la aceptación del producto

¡GRACIAS POR SU AYUDA!

TIPO: Valoración

MÉTODO: Prueba afectiva

FECHA: _____

MARQUE con una **(X)** según sea su nivel de aceptación de las características sensoriales de la mortadela tipo bologna con 100% harina de almidón de yuca (T3).

MUESTRA	ATRIBUTO	INDICADORES	
		ME GUSTA	NO ME GUSTA
T3	COLOR		
	SABOR		
	OLOR		
	MASTICABILIDAD		
	GOMOSIDAD		
	CALIDAD GENERAL		

ANEXO 6. PANEL SENSORIAL DE JUECES CONSUMIDORES.



ANEXO 7. REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS EN ALMIDÓN DE YUCA.

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ ESPAM "MFL"
	INFORME DE RESULTADOS
NOMBRE DEL CLIENTE:	MICHAEL JAIR ZAMBRANO MENDOZA – JORDAN JAVIER GARCIA MENDOZA
SOLICITADO POR:	MICHAEL JAIR ZAMBRANO MENDOZA – JORDAN JAVIER GARCIA MENDOZA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	CHONE
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	HARINA DE ALMIDON DE YUCA
TIPO DE MUESTREO:	CLIENTE
ENSAYOS REQUERIDOS:	PROTEINA, GRASA, FIBRA, CENIZA, HUMEDAD, CARBOHIDRATOS, ENERGIA
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	27/09/2019 12H30
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	27/09/2019 - 30/09/2019
LABORATORIO RESPONSABLE:	BROMATOLOGÍA
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:	ING. EUDALDO LOOR M.

ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS
				HARINA DE ALMIDON DE YUCA
1	PROTEINA	KJELDAHL	%	2,31
2	GRASA	AOAC 17 th	%	0,05
3	FIBRA	INEN 542	%	0,0
4	CENIZA	INEN 487	%	0,44
5	HUMEDAD	INEN 464	%	13,94
6	CARBOHIDRATOS	-----	%	83,26
7	ENERGÍA	-----	Kcal/kg	3219,15

OBSERVACIONES:



FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Fecha: 30/09/2019

FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD

Fecha: 30/09/2019

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

ANEXO 8. REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN ALMIDÓN DE YUCA.



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
CLIENTE:	Jordan Javier García Mendoza Michael Jair Zambrano Mendoza	C.I:	131532440-8 131470125-9
DIRECCIÓN:	Chone	Nº DE ANÁLISIS	<u>27</u>
TELÉFONO:	0986532977	FECHA DE RECIBIDO	30/09/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA:	Harina de almidón de yuca	FECHA DE ANÁLISIS	30/09/2019
CANTIDAD RECIBIDA:	50 gr	FECHA DE MUESTREO	3/09/2019
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	FECHA DE REPORTE	4/09/2019

RESULTADOS

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO
MUESTRA # 1 HARINA DE ALMIDÓN DE YUCA	Determinación de REP (Recuento estándar en placa)	Negativo	UFC/gr	INEN 1529
	Determinación de Moho	Negativo	UFC/gr	INEN 1529
	Determinación de Levaduras	Negativo	UFC/gr	INEN 1529



Blgo. Johnny Navarrete A
COORDINADOR DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL
Correo: lab_microbiologiapecuaria@hotmail.com

ANEXO 9. REPORTE DE ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA.



Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 27 de enero de 2020

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a los estudiantes **García Mendoza Jordan Javier C.I. 131532440-8** y **Zambrano Mendoza Michael Jair C.I. 131470125-9** Estudiantes de Pregrado de la Universidad Técnica de Manabí (UTM). Los análisis fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Dureza, Elasticidad, Adhesividad, Cohesividad, Gomosidad y Masticabilidad), dichos análisis corresponden al trabajo de titulación “**Almidón de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) como agente ligante en la producción de mortadela tipo bolonga**”.

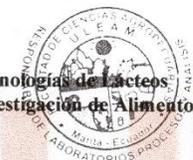
T1	DUREZA (N)	ELASTICIDAD (ADIMENSIONAL)	ADHESIVIDAD (N)	COHESIVIDAD (ADIMENSIONAL)	GOMOSIDAD (N)	MASTICABILIDAD (N)
R1	11,25	0,33	-0,013	0,785	0,78	13,26
R2	13,03	0,49	-0,018	0,623	0,49	10,10
R3	10,51	0,41	-0,017	0,661	0,65	12,87
T2						
R1	12,13	0,37	-0,011	0,773	0,66	15,06
R2	13,08	0,38	-0,015	0,819	0,60	17,22
R3	14,44	0,44	-0,018	0,653	0,71	10,09
T3						
R1	14,03	0,53	-0,009	0,223	0,85	16,66
R2	14,90	0,40	-0,007	0,517	0,73	17,03
R3	15,76	0,41	-0,010	0,554	0,80	16,00
TESTIGO						
R1	11,22	0,22	-0,018	0,815	0,86	17,85
R2	15,09	0,37	-0,025	0,910	0,77	19,20
R3	13,24	0,28	-0,019	0,881	0,81	16,50

Atentamente,


Ing. Marlon Castro García, Mg.

Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Lácteos.
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

www.uleam.edu.ec



Uleam

ANEXO 10. REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN MORTADELA TIPO BOLOGNA.



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
CLIENTE:	Michael Jair Zambrano Mendoza Jordán Javier García Mendoza	C.I:	131470125-9 131532440-8
DIRECCIÓN:	Chone	Nº DE ANÁLISIS	006
TELÉFONO:	0986532977 0986532977	FECHA DE RECIBIDO	21/01/2020
NOMBRE DE LA MUESTRA:	T ₀ Testigo T ₁ 60% A T ₂ 80% A T ₃ 100% A	FECHA DE ANÁLISIS	21/01/2020
CANTIDAD RECIBIDA:	100 gramos c/u	FECHA DE MUESTREO	22/01/2020
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	FECHA DE REPORTE	23/01/2020

RESULTADOS

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	
T ₀ Testigo	Determinación de <i>Enterobacteriácea</i>	Negativo	1,0x10 ¹	UFC/gr	NTE INEN 1529
T ₁ 60% A	Determinación de <i>Enterobacteriácea</i>	Negativo	1,0x10 ¹	UFC/gr	NTE INEN 1529
T ₂ 80% A	Determinación de <i>Enterobacteriácea</i>	Negativo	1,0x10 ¹	UFC/gr	NTE INEN 1529
T ₃ 100% A	Determinación de <i>Enterobacteriácea</i>	Negativo	1,0x10 ¹	UFC/gr	NTE INEN 1529



Blgo. Johnny Navarrete Alava .MPA
COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA

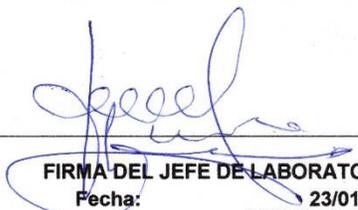
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL
Correo: labmicrobiologiamv@espam.edu.ec

ANEXO 11. REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS AL MEJOR TRATAMIENTO.

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ ESPAM "MFL"
INFORME DE RESULTADOS	
NOMBRE DEL CLIENTE:	JORDAN JAVIER GARCIA MENDOZA – MICHAEL JAIR ZAMBRANO MENDOZA
SOLICITADO POR:	JORDAN JAVIER GARCIA MENDOZA – MICHAEL JAIR ZAMBRANO MENDOZA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	CHONE
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	MORTADELA TIPO BOLOGNA (Tratamiento 3 : 100 % Almidón de yuca)
TIPO DE MUESTREO:	CLIENTE
ENSAYOS REQUERIDOS:	PROTEINA, GRASA, pH, CENIZA, PERDIDA POR CALENTAMIENTO
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	21/01/2020 10H30
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	21/01/2020 - 23/01/2020
LABORATORIO RESPONSABLE:	BROMATOLOGÍA
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:	ING. EUDALDO LOOR M.

ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS
				MORTADELA TIPO BOLOGNA
1	PROTEINA	INEN 781	%	11,82
2	CENIZA (libre de cloruros)	INEN 786	%	3,18
3	pH	INEN 783	-----	6,73
4	GRASA	INEN 778	%	12,81
5	PERDIDA POR CALENTAMIENTO	INEN 777	%	60,27

OBSERVACIONES:



FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
Fecha: 23/01/2020





FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD
Fecha: 23/01/2020

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

ANEXO 12. NORMA INEN 1340.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 340:96

Primera revisión

**CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. MORTADELA.
REQUISITOS.**

Primera Edición

MEAT AND MEAT PRODUCTS. BOLOGNA SAUSAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Industrias alimentarias, alimentos animales, productos cárnicos, mortadela, requisitos.
AL 03.02-805
CCL: 637.5
CBL: 3111
ICS: 67.130.10

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS MORTADELA REQUISITOS	NTE INEN 1 340:08 Primera revisión 1995-11
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la mortadela.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los requisitos que deben cumplir las mortadelas.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Mortadela. Es el embutido elaborado a base de carne molida o emulsionada, mezclada o no de: bovino, porcino, pollo, pavo y otros tejidos comestibles de estas especies; con condimentos y aditivos permitidos; ahumado o no y escaldado.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 La materia prima refrigerada que va a utilizarse en la manufactura, no debe tener una temperatura superior a los 7°C, y la temperatura en la sala de despacho no debe ser mayor de 14°C.</p> <p>4.2 El agua empleada en todos los procesos de fabricación, así como en la elaboración de salmuera, hielo y en el enfriamiento de envases o productos, debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 1 108.</p> <p>4.3 El agua empleada debe ser potable y tratada con hipoclorito de sodio o calcio, en tal forma que exista cloro residual libre, mínimo 0,5 mg/l, determinado después de un tiempo de contacto superior a 20 minutos.</p> <p>4.4 Todo el equipo y utensilios que se ponga en contacto con las materias primas y el producto semielaborado debe estar limpio e higienizado.</p> <p>4.5 Las envolturas que deben usarse son: Tripas naturales sanas, debidamente higienizadas o envolturas artificiales autorizadas por un organismo competente.</p> <p>4.6 El humo que se usa para realizar el ahumado de la mortadela debe provenir de maderas, aserrín o vegetales leñosos que no sean resinosos, ni pigmentados, sin conservantes de madera o pintura.</p> <p>4.7 Para la mortadela, a nivel de expendio se recomienda como valor máximo del Recuento Estándar en Placa (REP): $5,0 \times 10^6$ UFC*/g.</p> <p>_____</p> <p>* Unidades formadoras de colonias.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Industrias alimentarias, alimentos animales, productos cárnicos, mortadela, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN - Casilla 17-01-72000 - Buzón 1461 y Ave. 6 de Diciembre - Calle Ecuador - Prohibida la reproducción

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

- 5.1 La mortadela debe presentar color, olor y sabor propio y característicos del producto y estar exenta de olores y sabores anormales.
- 5.2 El producto debe presentar interiormente una textura firme y homogénea. Exteriormente, la superficie no debe ser resinosa ni exudar líquido y su envoltura debe estar completamente adherida.
- 5.3 La mortadela no debe presentar alteraciones o deterioros por microorganismos o cualquier agente biológico, físico o químico, además, debe estar exenta de materias extrañas.
- 5.4 La mortadela debe elaborarse con carne y tejidos comestibles, en perfecto estado de conservación.
- 5.5 En la fabricación no debe utilizarse grasa de bovino en porcentaje superior o en sustitución del tocino.
- 5.6 El producto debe estar exento de sustancias conservantes, colorantes y otros aditivos cuyo empleo no sea autorizado expresamente por las normas vigentes correspondientes.
- 5.7 El producto no debe contener residuos de plaguicidas, antibióticos, sulfas, hormonas o sus metabolitos, en cantidades superiores a las tolerancias máximas permitidas por las reglamentaciones sanitarias.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

- 6.1.1 Los aditivos permitidos en la elaboración de la mortadela, se encuentran en la tabla 1.

TABLA 1

ADITIVO	MAXIMO* mg/kg	METODO DE ENSAYO
Acido ascórbico y sus sales	500	NTE INEN 1359
Nitrito de sodio y/o potasio	125	NTE INEN 784
Polfosfatos (P2O5)	3 000	NTE INEN 782

* Dosis máxima calculada sobre el contenido neto total del producto final

- 6.1.2 El producto analizado de acuerdo con las normas vigentes debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos bromatológicos

REQUISITO	UNIDAD	Mín.	Máx.	MÉTODO DE ENSAYO
Pérdida por calentamiento	%	-	65	NTE INEN 777
Grasa total	%	-	25	NTE INEN 778
Proteína	%	12	-	NTE INEN 781
Cenizas (libre de cloruro)	%	-	3,5	NTE INEN 786
pH		5,0	6,2	NTE INEN 783
Almidón	%	-	5	NTE INEN 787

8.1.3 El producto analizado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3 para muestra unitaria y con los de la tabla 4 para muestras a nivel de fábrica.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos en muestra unitaria

REQUISITOS	Max UFC/g	METODO DE ENSAYO
Enterobacteriaceae	$1,0 \times 10^7$	NTE INEN 1529
Escherichia coli**	<3 *	
Staphylococcus aureus	$1,0 \times 10^7$	
Salmonella	aus/25g	

* Indica que en el método del número más probable NMP (con tres tubos por dilución), no debe dar ningún tubo positivo.

** Coliformes fecales

TABLA 4. Requisitos microbiológicos a nivel de fábrica

REQUISITOS	CATEGORÍA	CLASE	n	c	m UFC/g	M UFC/g
R.E.P.	2	3	5	1	$1,5 \times 10^5$	$2,0 \times 10^7$
Enterobacteriaceae	6	3	5	1	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$
Escherichia coli**	7	2	5	0	<3 *	-
Staphylococcus aureus	8	3	5	1	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$
Salmonella	11	2	10	0	aus/25g	-

* Indica que en el método del número más probable NMP (con tres tubos por dilución), no debe dar ningún tubo positivo.

** Coliformes fecales.

(Continúa)