

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE  
INGENIERÍA EN ALIMENTOS



**TRABAJO DE GRADUACIÓN:**

**Evaluación de la vida útil de la carne de res (*Bus taurus*) músculo psoas menor filete lomito almacenado a (4-6) °C, con un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*).**

Presentado a las autoridades del  
Centro Universitario de Sur Occidente -CUNSUROC-  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

LUIS ANGEL MAZARIEGOS CALDERÓN

201340566

CUI: 2415 34453 1103

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, ABRIL DE 2019.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos       | Rector             |
| Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo | Secretario General |

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE  
SUR OCCIDENTE**

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano | Director |
|----------------------------------|----------|

**REPRESENTANTES DOCENTES**

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| MSc. José Norberto Thomas Villatoro | Secretario |
| Dra. Mirna Nineth Hernández Palma   | Vocal      |

**REPRESENTANTE GRADUANDOS CUNSUROC**

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Lic. Ángel Estuardo López Mejía | Vocal |
|---------------------------------|-------|

**REPRESENTANTES ESTUDIANTILES**

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel | Vocal |
| PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís | Vocal |

## **AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA**

MSc. Luis Felipe Arias Barrios  
**Coordinador Académico**

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda  
**Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas**

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara  
**Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social**

Dr. Rene Humberto López Coti  
**Coordinador de las Carreras de Pedagogía**

MSc Víctor Manuel Nájera Toledo  
**Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos**

MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona  
**Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical**

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes  
**Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local**

Lic. Marco Vinicio Salazar Gordillo  
**Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales  
Abogacía y Notariado**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez  
**Coordinador de Área**

## **CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA**

MSc. Tania Elvira Marroquín Vázquez  
**Coordinadora de las Carreras de Pedagogía**

Lic. Henrich Herman León  
**Coordinador Carrera Periodista Profesional y  
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS:** Por brindarme salud y fortaleza para culminar esta etapa académica.

**A MI MADRE:** Lidia América Calderón Morales.

Por su apoyo desinteresado, sacrificio invaluable, amor y confianza hacia mí.

**A MI PADRE:** Jorge Raúl Mazariegos Juárez.

Por guiar mi vida con el ejemplo y por haberme brindado todo lo necesario para desarrollarme en mi etapa universitaria.

**A MIS HERMANOS:** Jorge Raúl y José Daniel, por el apoyo que demuestran siempre y en cualquier circunstancia que nos presenta la vida.

**A MI FAMILIA:** Por haber estado siempre pendiente de mis estudios, en especial a mi tío Joselito Ranferí Mazariegos Juárez.

**A MIS AMIGOS:** Que en momentos difíciles, siempre estuvieron para dar palabras de aliento, especialmente José Adolfo Batz Cantor, quien siempre estuvo motivándome a culminar esta etapa universitaria.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A:** Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que por medio de ella adquirí conocimientos fundamentales para mi formación académica y profesional.
- A:** Docentes de la Carrera Ingeniería en Alimentos, por compartir desinteresadamente sus conocimientos en cada etapa de mi formación académica.
- A:** Mis asesores, Licda. Gladys Calderón Castilla por su innegable y oportuno apoyo en esta etapa y al Dr. Edgar Roberto Del Cid Chacón por su reiterado apoyo y confianza en mi persona.
- A:** Cada uno de los compañeros con los que tuve el honor de compartir aula, ya que de ellos aprendí diferentes aspectos que me motivaron a seguir luchando por alcanzar mis objetivos.

## ÍNDICE GENERAL

|       |                                                                |    |
|-------|----------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN .....                                             | 1  |
| 2     | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                               | 2  |
| 3     | JUSTIFICACIÓN .....                                            | 3  |
| 4     | MARCO TEÓRICO.....                                             | 4  |
| 4.1   | Antecedentes.....                                              | 4  |
| 4.2   | Carne de res.....                                              | 5  |
| 4.2.1 | Definición.....                                                | 5  |
| 4.2.2 | Estructura básica del músculo .....                            | 5  |
| 4.2.3 | Componentes de la carne de res .....                           | 5  |
| 4.2.4 | Cambios post mortem y transformación del músculo en carne..... | 7  |
| 4.2.5 | Parámetros de calidad de la carne.....                         | 9  |
| 4.2.6 | Aspectos sensoriales de la carne de vacuno .....               | 10 |
| 4.2.7 | Refrigeración y congelamiento de carne .....                   | 10 |
| 4.2.8 | Tipos de corte de carne bovina.....                            | 12 |
| 4.3   | Sistemas dispersos o coloidales .....                          | 14 |
| 4.4   | Polisacáridos .....                                            | 16 |
| 4.4.1 | Solubilidad de los polisacáridos .....                         | 17 |
| 4.4.2 | Almidón.....                                                   | 17 |
| 4.5   | Malanga.....                                                   | 20 |
| 4.5.1 | Aspectos generales .....                                       | 20 |
| 4.5.2 | Variedades de malanga.....                                     | 20 |
| 4.6   | Vida de anaquel.....                                           | 21 |
| 4.6.1 | Análisis de estabilidad (vida de anaquel) .....                | 21 |
| 4.7   | Recubrimiento comestible .....                                 | 23 |

|       |                                                                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.7.1 | Generalidades .....                                                                               | 23 |
| 4.7.2 | Formación de recubrimientos comestibles .....                                                     | 23 |
| 4.7.3 | Procedimientos de obtención de recubrimientos a base de biopolímeros .....                        | 24 |
| 4.8   | Análisis sensorial .....                                                                          | 24 |
| 4.8.1 | Propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano .....                                    | 24 |
| 4.8.2 | Pruebas sensoriales.....                                                                          | 26 |
| 4.8.3 | Métodos estadísticos empleados en evaluación sensorial .....                                      | 27 |
| 5     | OBJETIVOS .....                                                                                   | 28 |
| 5.1   | General.....                                                                                      | 28 |
| 5.2   | Específicos .....                                                                                 | 28 |
| 6     | HIPÓTESIS .....                                                                                   | 29 |
| 7     | RECURSOS Y EQUIPO.....                                                                            | 30 |
| 7.1   | Recursos.....                                                                                     | 30 |
| 7.1.1 | Recursos humanos .....                                                                            | 30 |
| 7.1.2 | Institucionales.....                                                                              | 30 |
| 7.1.3 | Económicos .....                                                                                  | 30 |
| 7.2   | Materiales y equipo.....                                                                          | 30 |
| 7.2.1 | Extracción de almidón .....                                                                       | 30 |
| 7.2.2 | Elaboración de recubrimiento.....                                                                 | 31 |
| 7.2.3 | Análisis fisicoquímicos (pH, Acidez, Capacidad de retención de agua).....                         | 31 |
| 7.2.4 | Análisis microbiológicos ( <i>E. coli</i> , <i>Salmonella ssp</i> , <i>Pseudomonas sp</i> ) ..... | 32 |
| 7.2.5 | Test de evaluación sensorial .....                                                                | 32 |
| 8     | MARCO OPERATIVO .....                                                                             | 33 |
| 8.1   | Primera etapa .....                                                                               | 33 |
| 8.1.1 | Extracción de almidón de malanga.....                                                             | 33 |

|       |                                                                        |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.1.2 | Diagrama de bloques “extracción almidón” .....                         | 35 |
| 8.1.3 | Elaboración de recubrimiento comestible. ....                          | 36 |
| 8.1.4 | Recubrimiento de la carne .....                                        | 36 |
| 8.2   | Segunda etapa .....                                                    | 38 |
| 8.2.1 | Determinaciones fisicoquímicas.....                                    | 38 |
| 8.2.2 | Determinación microbiológica .....                                     | 38 |
| 8.2.3 | Evaluación sensorial .....                                             | 38 |
| 9     | RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....                             | 40 |
| 9.1   | Obtención de la carne.....                                             | 40 |
| 9.2   | Preparación de las muestras .....                                      | 40 |
| 9.3   | Preparación y aplicación del recubrimiento comestible .....            | 40 |
| 9.4   | Preparación de muestras para panel piloto.....                         | 40 |
| 9.5   | Evaluación sensorial .....                                             | 41 |
| 9.5.1 | Día 0: .....                                                           | 41 |
| 9.5.2 | Día 12 .....                                                           | 45 |
| 9.5.3 | Día 18: .....                                                          | 48 |
| 9.6   | Determinaciones fisicoquímicas .....                                   | 52 |
| 9.6.1 | Determinación de pH (Día 0, 12 y 18) .....                             | 52 |
| 9.6.2 | Determinación de acidez titulable (Día 0, 12 y 18) .....               | 53 |
| 9.6.3 | Determinación de capacidad de retención de agua (Día 0, 12 y 18) ..... | 55 |
| 9.7   | Determinaciones microbiológicas.....                                   | 58 |
| 9.7.1 | <i>Escherichia coli</i> (Día 0 y 18).....                              | 58 |
| 9.7.2 | <i>Salmonella ssp/25g</i> (Día 0 y 18).....                            | 59 |
| 9.7.3 | <i>Pseudomonassp</i> (Día 0 y 18) .....                                | 60 |
| 10    | CONCLUSIONES .....                                                     | 61 |

|      |                                                                 |    |
|------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 11   | RECOMENDACIONES .....                                           | 62 |
| 12   | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                 | 63 |
| 13   | ANEXOS.....                                                     | 66 |
| 14   | APÉNDICE .....                                                  | 76 |
| 14.1 | Boleta evaluación sensorial.....                                | 76 |
| 14.2 | Resultados análisis estadísticos de grupo de igual tamaño ..... | 79 |
| 15   | GLOSARIO.....                                                   | 85 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 13. 1 Metodología de aspectos fisicoquímicos .....        | 66 |
| Anexo 13. 2 Corte de carne de vacuno .....                      | 69 |
| Anexo 13. 3 Metodología análisis microbiológico.....            | 70 |
| Anexo 13. 4 Resultados microbiológicos .....                    | 71 |
| Anexo 13. 5 Descripción del análisis estadístico empleado ..... | 75 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Parámetros microbiológicos de la carne de res. ....                        | 9  |
| Tabla 2 Sistemas coloidales según el estado físico de los componentes.....         | 15 |
| Tabla 3 Usos de los polisacáridos.....                                             | 16 |
| Tabla 4 Formulación recubrimiento comestible .....                                 | 36 |
| Tabla 5 Valores de características sensoriales día 0.....                          | 41 |
| Tabla 6 Media de puntuación en la característica sensorial de color día 0 .....    | 42 |
| Tabla 7 Media de puntuación en la característica sensorial de olor día 0 .....     | 43 |
| Tabla 8 Media de puntuación en la característica sensorial de textura día 0.....   | 43 |
| Tabla 9 Media de puntuación en la característica sensorial de sabor día 0 .....    | 44 |
| Tabla 10 Valores de características sensoriales día 12.....                        | 45 |
| Tabla 11 Media de puntuación en la característica sensorial de color día 12 .....  | 45 |
| Tabla 12 Media de puntuación en la característica sensorial de olor día 12 .....   | 47 |
| Tabla 13 Media de puntuación en la característica sensorial de textura día 12..... | 47 |
| Tabla 14 Media de puntuación en la característica sensorial de sabor día 12 .....  | 47 |
| Tabla 15 Valores de características sensoriales día 18.....                        | 48 |
| Tabla 16 Media de puntuación en la característica sensorial de color día 18 .....  | 49 |
| Tabla 17 Media de puntuación en la característica sensorial de olor día 18 .....   | 50 |
| Tabla 18 Media de puntuación en la característica sensorial de textura día 18..... | 50 |
| Tabla 19 Media de puntuación en la característica sensorial de sabor día 18 .....  | 51 |
| Tabla 20 Resultados pH.....                                                        | 52 |
| Tabla 21 Resultados acidez .....                                                   | 53 |
| Tabla 22 Resultados Capacidad de Retención de agua .....                           | 55 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Sacrificio de un animal bovino .....               | 12 |
| Figura 2 Estructura molecular de la amilosa .....           | 18 |
| Figura 3 Estructura conformacional de la amilopectina ..... | 18 |
| Figura 4 Estructura del gránulo de almidón .....            | 19 |
| Figura 5 Diagrama extracción de almidón .....               | 35 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Imagen 1 Muestras panel sensorial día 0.....  | 42 |
| Imagen 2 Muestras panel sensorial día 12..... | 46 |
| Imagen 3 Muestras panel sensorial día 18..... | 49 |

## RESUMEN

La conservación de la carne ha sido una preocupación que ha estimulado la creatividad y el conocimiento. Esto llevó a nuestros ancestros a desarrollar diversos sistemas de procesamiento como el salado, ahumado, congelado, etc. Hoy en día, el reto principal, es el poder conservar la carne fresca (aquella que no ha sido sometida a ningún proceso que modifique de modo irreversible sus características sensoriales, microbiológicas y físico-químicas, salvo la refrigeración y el envasado), por el mayor tiempo posible.

Para la cadena de distribución de consumo de carne fresca, una alternativa para hacer más rentable y eficiente su negocio, es el aumento en la vida de anaquel. Una de las novedades que ha ido ganando terreno es el uso de recubrimientos comestibles, por lo cual la presente investigación se basó en evaluar la vida útil, por un periodo de 18 días, de la carne fresca con la utilización de un recubrimiento a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*), teniendo también una muestra patrón sin recubrimiento comestible. Para llevar a cabo dicha investigación se emplearon 100 trozos de carne de 30 gramos cada uno, 50 trozos con recubrimiento y 50 trozos sin recubrimiento, los cuales se almacenaron a temperatura de refrigeración (4-6) °C. A dichas muestras se les realizó evaluación sensorial mediante un panel piloto y análisis físicoquímicos: pH, acidez y capacidad de retención de agua, en los días 0, 12 y 18; así mismo se les realizó análisis microbiológicos: *E.coli*, *Salmonella sp* y *Pseudomonas sp*, en los días 0 y 18, estos resultados fueron comparados con los límites establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA- para carne fresca.

El análisis estadístico empleado fue de varianza para un grupo de igual tamaño para encontrar o no diferencia estadística entre las características sensoriales (olor, color, sabor y textura) entre ambas muestras, con recubrimiento y sin recubrimiento; el análisis estadístico se realizó en el día 0, 12 y 18. En dicho análisis estadístico se encontró diferencia estadística entre ambas muestras en la característica sensorial color, aunque en las características olor, sabor y textura no se encontró diferencia estadística significativa.

En los resultados microbiológicos, ambas muestras, evidencian presencia en el día 0 y desarrollo hasta el día 18 de *E.coli*; no existió la presencia de *Salmonella sp* y *Pseudomonas sp*, ni en el día inicial 0 ni en el día final 18. En los datos evaluados de los

análisis fisicoquímicos, se observó variaciones muy marcadas en el pH, capacidad de retención de agua y acidez; dichas variaciones afectaron directamente la vida útil de la carne.

## ABSTRACT

The conservation of meat has been a concern that has stimulated creativity and knowledge. Nowadays, the main challenge is to preserve fresh meat (one that has not been subjected to any process that irreversibly modifies its sensory, microbiological and physico-chemical characteristics, except for refrigeration and packaging), as long as possible.

For the distribution chain of fresh meat consumption, an alternative to make your business more profitable and efficient is the increase in shelf life. One of the alternatives that has been gaining ground is the use of edible coatings, for which the present investigation was based on evaluating the shelf life, for a period of 18 days, of fresh meat with the use of a coating based on taro starch (*Colocasia esculenta*), also having a standard sample without edible coating. To carry out this research, 100 pieces of meat of 30 grams each were used, 50 pieces with coating and 50 uncoated pieces, which were stored at refrigeration temperature (4-6) ° C. To these samples, a sensory evaluation was made through a pilot panel and physicochemical analysis: pH, acidity and water retention capacity, on days 0, 12 and 18; also microbiological analyzes: *E.coli*, *Salmonella sp* and *Pseudomonas sp*, on days 0 and 18, according to the limits established by the Central American Technical Regulation -RTCA- for fresh meat.

The statistical analysis used was of variance for a group of equal size to find or not statistical difference between the sensory characteristics (smell, color, taste and texture) between both samples, with coating and without coating; the statistical analysis was performed on day 0, 12 and 18. In this statistical analysis statistical difference was found between both samples in the color sensory characteristic, although in the characteristic odor, taste and texture no significant statistical difference was found.

In the microbiological results, both samples showed presence on day 0 and development until day 18 of *E.coli*; there was no presence of *Salmonella sp* and *Pseudomonas sp*, neither on the initial day 0 nor on the final day 18. In the evaluated data of the physicochemical analysis, very marked variations were observed in the pH, water retention capacity and acidity; these variations directly affected the life of the meat.

## 1 INTRODUCCIÓN

La presente investigación evaluó la vida útil de la carne de res (*Bus taurus*) músculo psoas menor filete lomito refrigerado a (4-6) °C, incorporando un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*).

La carne en general como en la mayoría de alimentos frescos, contienen grandes cantidades de agua, por lo cual para su uso posterior debe someterse a conservación por medio de congelación, para almacenarla a largo plazo; es en la conservación donde la carne congelada sufre la eliminación del agua, para dar lugar a la formación de cristales, alterando considerablemente sus características sensoriales y rendimiento.

Una opción que en los últimos años ha ido ganando fuerza es la utilización de recubrimientos comestibles, los cuales son sustancias que se aplican en la parte exterior del alimento, de manera que el producto final sea apto para consumo humano; estos a su vez pueden ser elaborados a partir de proteínas, polisacáridos o lípidos. Cada una de las fuentes de elaboración cumple una función específica por lo que su comportamiento no será el mismo en todos los alimentos (Ramos-García *et al*, 2010). Los recubrimientos comestibles han incrementado la atención en recientes años debido a sus propiedades funcionales y características nutricionales (Parra, 2009; Ozdemir y Flores, 2008).

En la presente investigación se utilizó la malanga blanca (*Colocasia esculenta*) como base del recubrimiento, el cual se utilizó para recubrir carne de res tipo lomito, en un rango de temperatura de refrigeración (4-6) °C con el fin de evaluar la estabilidad de las características sensoriales mediante paneles piloto, parámetros microbiológicos y fisicoquímicos por un período de 18 días, dentro de los cuales se realizaron análisis en el tiempo 0, tiempo 12 y tiempo 18 con el objetivo de analizar la probable variación en los parámetros a considerar.

El desarrollo de la parte experimental de la investigación se realizó en los laboratorios de análisis sensorial, microbiología y química, del Centro Universitario del Sur Occidente CUNSUROC, por un período correspondiente a los meses de octubre a noviembre del año 2018.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La congelación de carnes, para su posterior uso, ya sea para consumo inmediato o como alimento procesado, ha sido utilizada como un método de conservación para lograr aumentar su vida útil; uno de los principales problemas que ha venido afectando la calidad de la carne durante su congelación es la pérdida de humedad, lo cual además de afectar las características sensoriales de la carne, como color, olor, sabor, textura, también puede representar una pérdida económica debido a la disminución en el peso. La pérdida excesiva de humedad en algunas superficies de la carne, origina áreas localizadas con deshidratación y cambio en la coloración, lo cual genera una vida poco útil para la misma.

En Guatemala, la Comisión de Guatemala de Normas y Regulación -COGUANOR- establece estándares de calidad e inocuidad para el consumo de la carne de res (*Bus taurus*) con el objetivo de aprovechar las características sensoriales de la misma, sin embargo la mayor parte de personas, consumen la carne adquirida, luego de cierto tiempo de almacenamiento; en este lapso de tiempo con un análisis visual, se observa que la carne pierde su color natural, el olor se ve afectado, la textura es más blanda.

El uso de almidones como base para elaborar recubrimientos comestibles ha sido objeto de estudio en alimentos como carne de pollo, frutas cítricas, etc. con el objetivo de verificar la vida útil de dichos alimentos dando resultados positivos en cuanto a la variación de las características sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas, ante lo cual genera expectativa su probable función o no función en la estabilidad de las características antes mencionadas en carne de res (*Bus taurus*) refrigerada.

Por lo que surgió la siguiente interrogante:

¿Cuál es el tiempo de vida útil de la carne de res (*Bus taurus*) músculo psoas menor filete lomito refrigerado, con un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*)?

### 3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación buscó una alternativa en cuanto a la conservación de carne fresca, específicamente utilizando como medio un recubrimiento comestible, para que la carne adquirida sea más duradera y resistente a la temperatura de refrigeración (4-6) °C coadyuvando a mantener las cualidades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales, las cuales en carne almacenada, ya sea bajo refrigeración o congelación, luego de determinado tiempo se pierden, provocando la disminución de la vida útil del alimento.

Actualmente en Guatemala, muchos alimentos perecederos como quesos y frutas, ya han tenido intervención de recubrimiento comestible para evaluar la prolongación o no de su vida útil (Silva Rubio, 2013, pág. 15); sin embargo la carne expandida en los mercados, específicamente el corte tipo lomito, no ha sido objeto de estudio, por lo cual es interesante evaluar su vida útil incorporando un recubrimiento a base de polisacáridos, que es una de las materias primas empleadas en la elaboración de recubrimientos; cabe destacar que cada materia prima, ya sea proteína, lípido o polisacárido, cumple una función específica por lo que su comportamiento no será el mismo en todos los alimentos.

La sociedad tiene el derecho de conocer nuevas opciones para mantener las características sensoriales y ausencia de microorganismos, durante la conservación de la carne, ya que muchas veces, el consumo de la misma es muy poco, por factores como el precio y la vida útil, siendo el recubrimiento comestible una posible opción para aumentar el último factor mencionado.

Mencionado lo anterior, era necesario evaluar la carne de res (*Bos taurus*) corte tipo lomito incorporando un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*), para lograr determinar si cumplía con la función de proteger al producto de daños mecánicos y físicos que lo deterioren, logrando de esta manera prolongar la vida útil de la carne.

## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes

Los alimentos de origen animal son ampliamente consumidos en todas partes del mundo por su alta disponibilidad de nutrimentos, pero debido a ello, pueden proporcionar un ambiente adecuado para el crecimiento de microorganismos patógenos y deteriorativos. Además la carne y productos cárnicos son altamente susceptibles a la oxidación lipídica, lo que lleva a un rápido desarrollo de sabor rancio. De tal manera que el uso de recubrimientos comestibles es una tecnología prometedora para la conservación de carnes crudas o procesadas, gracias a su efecto de barrera (Sánchez Ortega, et al., 2014).

**En el año 2011 Moreira Pereda**, evaluó la eficacia antimicrobiana del caseinato de sodio, quitosano y una mezcla de ambos en salami y hamburguesas de cerdo. Las soluciones de quitosano y quitosano/caseinato de sodio ejercieron una acción microbiana significativa en el recuento de mesófilos, psicrótrofos, levaduras y mohos, con una reducción de 2 a 4 ciclos logarítmicos. (Moreira & Beltrán, 2014)

**En el año 2014, Abdeldaiem Matías**, estudió el efecto combinado de un recubrimiento comestible adicionado con un extracto etanólico de hojas de papaya (*Carica papaya L*) al 2% e irradiación gamma, sobre las características químicas, microbiológicas y sensoriales de muslos de pollo picados y almacenados a temperatura de refrigeración ( $4 \pm 1$ ) °C. Los resultados obtenidos mostraron que la irradiación gamma junto con la aplicación del recubrimiento comestible, redujeron el recuento inicial total bacteriano, prolongando la vida útil de los muslos de pollo (Moreira & Beltrán, 2014).

**En el año 2014, Guzmán Luis**, evaluó una película comestible a base de colágeno incorporando nisina como agente antimicrobiano, que permita disminuir la oxidación de la grasa en filetes de cerdo en refrigeración. Los resultados demostraron que la presencia de nisina en concentraciones cercanas al 2% en las películas comestibles de colágeno es una buena alternativa para ralentizar los procesos de degradación originados durante la refrigeración (Miramont, 2012).

## **4.2 Carne de res**

### **4.2.1 Definición**

Se denomina carne a 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(Codex alimentarius ).

La utilización de la carne como alimento y fuente de proteínas de alto valor biológico ha requerido de muchas técnicas para su procesamiento, almacenamiento y conservación desde que el hombre descubrió el fuego y aprendió a cocinarla para consumirla. Dada su condición de alimento perecedero requiere de diferentes procesos para su conservación, almacenamiento y utilización que, con el tiempo y la disponibilidad tecnológica, han venido cambiando y mejorando su vida útil y facilidad de preparación(Silva Rubio, 2013, pág. 8).

### **4.2.2 Estructura básica del músculo**

Para comprender los cambios post mortem asociados a la conversión del músculo en carne, así como sus propiedades y utilidad, se debe estudiar la estructura, composición y funciones de la musculatura en el animal vivo(Andújar & Venegas, 2003, pág. 7).Existen tres tipos de músculos: músculo estriado voluntario o esquelético; músculo estriado involuntario o cardíaco y músculo liso involuntario (Lawrie, 1985, pág. 7).

Además del músculo esquelético, la carne contiene una pequeña proporción de musculatura lisa que forma parte fundamentalmente de los vasos sanguíneos. Otra forma especializada del tejido muscular, el llamado músculo cardíaco, se limita sólo al corazón(Andújar & Venegas, 2003, pág. 8).

### **4.2.3 Componentes de la carne de res**

El músculo esquelético tiene una composición de entre 71 y 76 % de agua, entre 17 y 21 % de proteínas, de 1 a 7 % de grasa y 2,5 a 3 % de sustancias solubles no nitrogenadas(Andújar & Venegas, 2003, pág. 18).

- Proteínas

La proteína es el componente más importante de la carne y en contenido ocupa el segundo lugar después del agua. De acuerdo con su procedencia las proteínas del músculo se clasifican en: sarcoplásmicas, miofibrilares y del tejido conectivo.

- Proteínas miofibrilares

Las proteínas estructurales de las miofibrillas del músculo esquelético están clasificadas en tres categorías: contráctiles, reguladoras y del cito esqueleto. Las propiedades de estas proteínas son de significativa importancia en los atributos de la calidad de la carne post mortem, están muy relacionadas con el rigor mortis, la ternura y la capacidad de retención de agua de las piezas de carne(Andújar & Venegas, 2003, pág. 18).

Estas proteínas imparten al músculo rigidez estructural y son decisivas en la transformación de energía química en mecánica durante la contracción. Constituyen alrededor del 10 % de la proteína de la carne y son solubles en soluciones salinas concentradas.

- Proteínas del tejido conectivo

Las proteínas del tejido conectivo tienen como función la protección mecánica del organismo, así como la de conectar músculos, órganos y otras estructuras del esqueleto. En el músculo transmiten la fuerza generada dentro de las fibras musculares al esqueleto. Estas proteínas son extracelulares. Los fibroblastos son los responsables de la formación de tendones y ligamentos y de sintetizar y secretar colágeno, elastina y otras proteínas(Andújar & Venegas, 2003, pág. 29).

- Colágeno

Es la proteína más abundante de todas las proteínas de los vertebrados superiores y constituye alrededor de un tercio de la proteína total del cuerpo. Las fibras de colágeno están profusamente distribuidas en la piel, huesos, tendones y paredes arteriales. También en el epimisio, perimisio y endomisio de los tejidos musculares de los mamíferos(Andújar & Venegas, 2003, pág. 29).

- Agua en la carne

La carne roja magra contiene alrededor de 76 % de agua. El contenido de agua varía inversamente con el de grasa: si aumenta el contenido de grasa, el de agua decrece, aproximándose al contenido de agua del tejido adiposo, cercano al 10 %. La presencia del agua influye poderosamente en los cambios que ocurren en la carne durante la refrigeración, almacenamiento y procesamiento.

Son las proteínas las principales sustancias captadoras de agua de los organismos vivos, por tanto, son de gran importancia las interacciones agua-proteína y proteína-proteína, determinantes del tamaño de los espacios del retículo proteico en los que se retienen las moléculas de agua(Andújar & Venegas, 2003, pág. 31).

- Grasas

La composición media del tejido adiposo es: 70 a 90 % de lípidos, 2,5 % de tejido conjuntivo. La grasa es el componente de mayor valor calórico de que dispone el organismo animal. Cuantitativamente es el segundo componente de la canal después del agua. El contenido de lípidos del músculo es extremadamente variable, aproximadamente entre el 1,5 y el 13 %(Lehninger, 2002).

#### **4.2.4 Cambios post mortem y transformación del músculo en carne**

Esos tejidos tienen una influencia fundamental en las características de la carne, pero éstas son sobre todo el resultado de las complicadas transformaciones químicas, bioquímicas y físicas de los músculos que se originan con la muerte del animal(Andújar & Venegas, 2003, pág. 49).

El músculo no se convierte en carne repentinamente al detenerse sus funciones. Esta conversión implica una serie de cambios continuos en el metabolismo de las células musculares así como en la estructura de sus proteínas, que se producen en un periodo de varias horas o aún de días y se caracterizan por una disminución del pH, el agotamiento del ATP, el decrecimiento de la temperatura del músculo, el establecimiento de la rigidez cadavérica o rigor mortis(Andújar & Venegas, 2003, pág. 49).

También, posteriormente, tiene lugar una fase muy variable de resolución del rigor llamada maduración. Los efectos combinados de estos fenómenos producen unas nuevas condiciones intracelulares que son diferentes de aquellas encontradas en la fibra muscular viva y determinan en gran medida las principales características organolépticas y tecnológicas de la carne(Andújar & Venegas, 2003, pág. 50).

#### 4.2.4.1 Rigor mortis

El rigor mortis constituye la fase inicial en la transformación del músculo en carne. Consiste simplemente en la unión irreversible de miosina y actina para formar actomiosina. Esta unión puede ir acompañada o no de contracción muscular, pero se manifiesta en la rigidez cadavérica que le caracteriza(Silva Rubio, 2013).

Después del sacrificio, los músculos continúan contrayéndose y relajándose durante un tiempo. Para que se produzcan estos ciclos de contracción-relajación hace falta energía (ATP). Cuando el ATP se agota, los músculos quedan en estado de contracción (canal rígida) y hablamos del rigor mortis(Serrano & Humada, 2012, pág. 10).

#### 4.2.4.2 Acidificación post mortem

Uno de los cambios más importantes que ocurre en la bioquímica celular es la gradual acumulación de ácido láctico, la cual origina una progresiva acidificación del músculo que se refleja en la disminución del pH. La evolución *post mortem* del pH está caracterizada por la rapidez y la cuantía de su disminución.

La velocidad de disminución es directamente proporcional a la actividad de hidrólisis del ATP. Todo factor que modifique la actividad del ATP conlleva un cambio similar de la velocidad de caída del pH.

La velocidad y extensión del descenso normal del pH son variables, pues están influenciadas por factores intrínsecos tales como la especie animal, el tipo de músculo y la variabilidad entre animales y por factores extrínsecos como la temperatura ambiente y la administración de drogas antes del sacrificio. La medición del pH en la carne se usa como un indicador para evaluar la durabilidad y la calidad de la misma y su idoneidad para varios tipos de procesamiento(Andújar & Venegas, 2003, pág. 56).

La medición del pH en la carne se usa como un indicador para evaluar la durabilidad y la calidad de la misma y su idoneidad para varios tipos de procesamiento.

#### 4.2.5 Parámetros de calidad de la carne

La calidad es un concepto complejo y difícil de definir. La principal dificultad estriba en que los distintos eslabones de la cadena cárnica valoran la calidad desde distintos puntos de vista, en función de sus propios objetivos. Además el concepto de calidad varía ampliamente con la zona geográfica, circunstancias sociales y económicas, incluso varía a lo largo del tiempo. Además, la calidad de la carne puede ser considerada desde distintos puntos de vista (Varela, Carne de vacuno en alimentación humana, 2001, pág. 9):

- Calidad nutritiva: en función del contenido y proporción de nutrientes.
  - Calidad higiénica: según la presencia de residuos tóxicos, carga microbiana, etc.
- Cabe destacar que el alto contenido de agua en la carne, hace que este alimento sea considerado perecedero, ya que donde hay agua, hay vida.

**Tabla 1 Parámetros microbiológicos de la carne de res.**

| Parámetro                                                                    | Límite máximo permitido |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <i>Escherichiacoli</i> 25g (carne molida, picada y tortas para hamburguesas) | Ausencia                |
| <i>Salmonella ssp</i> / 25 g.                                                | Ausencia                |
| <i>Escherichia coli</i>                                                      | 10UFC/g                 |

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA-.

- Calidad tecnológica: depende de la adecuación de la carne a la elaboración de los diversos productos cárnicos.
- Calidad sensorial: en función de los atributos sensoriales percibidos bien por la vista (que determinarán la compra o no de la carne) o bien durante el consumo (que determinarán la aceptabilidad final del producto) (Varela, Carne de vacuno en alimentación humana, 2001, pág. 9).

#### **4.2.6 Aspectos sensoriales de la carne de vacuno**

Mediante métodos físicos o químicos o incluso de análisis sensorial, pueden medirse características objetivas de calidad de la carne. No obstante, la aceptabilidad final está determinada por el consumidor, por lo cual debería diferenciarse la «calidad objetiva» de la «calidad percibida por el consumidor». En este sentido, el consumidor demanda, en general, una carne magra, que satisfaga sus expectativas a nivel organoléptico, otorgando gran importancia al color a la hora de comprar y a la ternura a la hora de consumir(Serrano & Humada, 2012)

El color es el primer factor que determina la compra del producto, valorando positivamente un color rojo brillante y rechazando la carne con color rojo apagado o tonos pardos(Serrano & Humada, 2012).

El aroma y el sabor de la carne son características muy valoradas por el consumidor. Se suelen valorar de forma simultánea, denominando al conjunto de la percepción aroma más sabor como flavor(Serrano & Humada, 2012).

#### **4.2.7 Refrigeración y congelamiento de carne**

Debido a que la mayoría de los alimentos frescos contienen grandes cantidades de agua, se necesitan modos de conservación eficaces si se desea su almacenamiento a largo plazo. La eliminación del agua, tanto por deshidratación convencional como por separación local en forma de cristales de hielo puro (congelación), altera considerablemente las propiedades nativas de los alimentos y materiales biológicos. Además, todos los intentos (rehidratación, descongelación) para retornar el agua a su estado original nunca han tenido más que un éxito parcial(Fennema O. , 1993, págs. 21-22).

##### **4.2.7.1 Refrigeración**

La refrigeración se define como cualquier proceso de eliminación de calor; también, es la rama de la ingeniería que trata los procesos de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio o material a una temperatura inferior con respecto a sus alrededores. Para lograrlo, se debe traer calor del cuerpo que va a ser refrigerado y ser transferido a otro cuerpo (refrigerante primario o secundario) cuya temperatura es inferior a la del cuerpo refrigerado, debido a esto las operaciones de refrigeración pueden

considerarse como un proceso inverso a los procesos de calentamiento (Restrepo, Arango, & Campuzano, 2001, pág. 105).

El proceso de refrigeración para canales y carne se entiende como la disminución de su temperatura hasta valores próximos al punto donde se inicia congelación del agua de la carne, es decir, valores cercanos a  $-1.5^{\circ}\text{C}$ . Normalmente se considera que la carne, conservada en refrigeración ha estado a una temperatura en un intervalo de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $5^{\circ}\text{C}$  (Restrepo, Arango, & Campuzano, 2001, pág. 105).

El proceso de conservación en refrigeración es mucho más económico, ya que sólo se requiere mantener el producto en condiciones estables, ocasionando una demanda energética del equipo que la proporciona, mucho menor que en el proceso de refrigeración.

Normalmente, cuando se realiza industrialmente la conservación de canales y carne, las canales “oreadas” son sometidas al proceso de refrigeración en cámaras especialmente diseñadas para tal fin y, una vez obtenidas las condiciones finales son trasladadas al cuarto de conservación, el cual generalmente tiene un equipo de refrigeración mucho más pequeño y menos potente que el de la primera, funcionando automáticamente mediante sensores térmicos que se activan en los extremos del intervalo de temperatura escogido para conservación.

#### 4.2.7.2 Congelación

La congelación es un método ideal para la conservación de carnes o productos cárnicos por tiempos prolongados; es uno de los procesos más utilizados en la conservación de alimentos es la congelación, ello es debido a dos factores fundamentales: el primero, muchos microorganismos no pueden crecer a bajas temperaturas, el segundo es que cuando un alimento se congela parte del agua se transforma en hielo, por lo que la actividad de agua del alimentos desciende, esto influye en el crecimiento de muchos microorganismos, y hace que no se puedan desarrollar (Restrepo, Arango, & Campuzano, 2001, pág. 108).

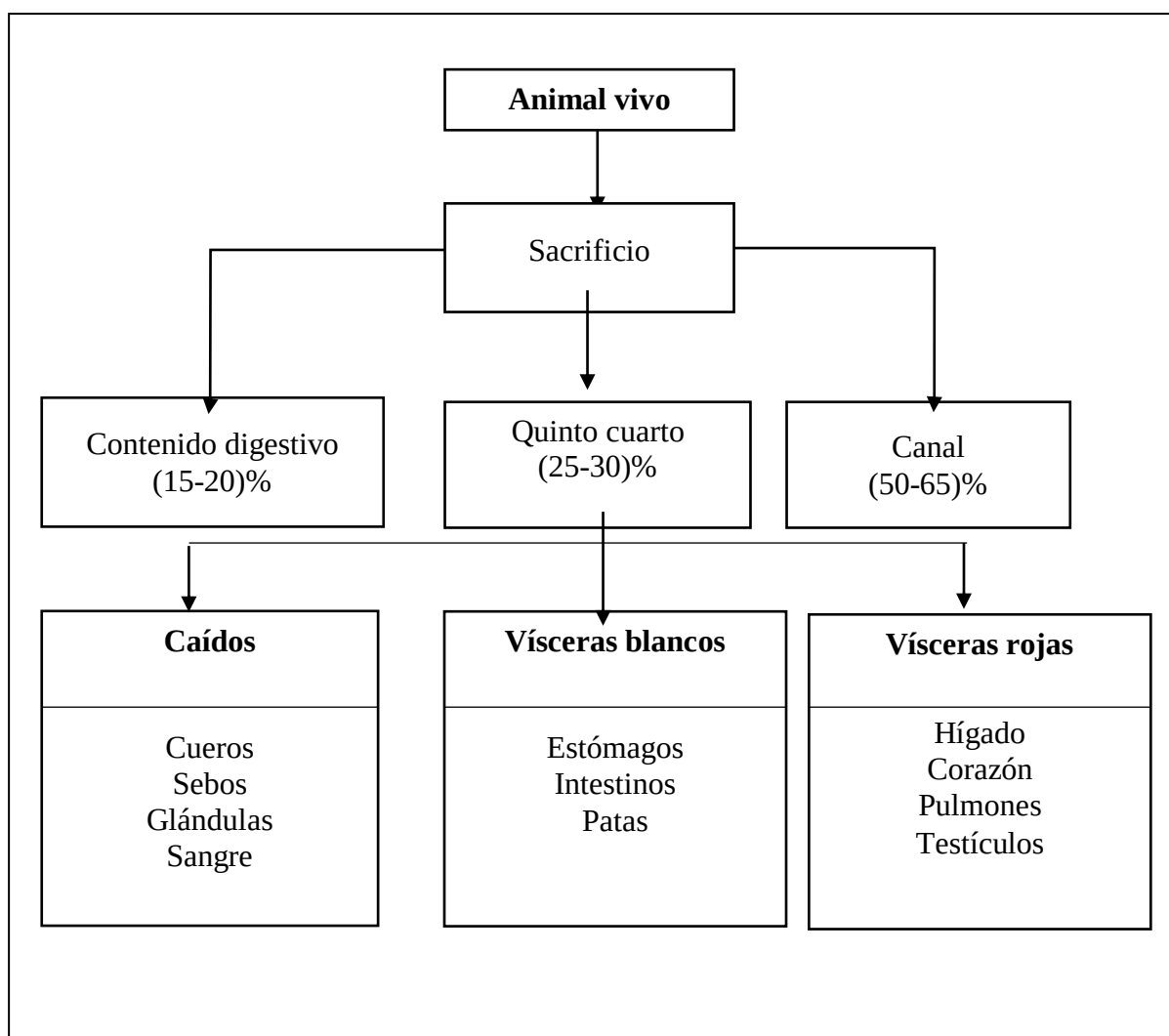
Comercialmente se usa el término congelación de la carne para designar el proceso mediante el cual la temperatura de la carne desciende hasta  $-18^{\circ}\text{C}$ , y conservación en

congelación, al proceso mediante el cual se dan condiciones de estado estable a la carne congelada, minimizando la velocidad de los cambios deteriorativos que se estén sucediendo en ella (Restrepo, Arango, & Campuzano, 2001, pág. 108).

#### 4.2.8 Tipos de corte de carne bovina

En términos cárnicos, la canal se define como el cuerpo del animal una vez sacrificado, desangrado, desollado y eviscerado, presentado sin cabeza ni patas. Constituye la parte, tanto cuantitativa como económicamente, más importante de las obtenidas a partir del sacrificio del animal (Varela, Carne de vacuno en alimentación humana, 2001, pág. 9).

**Figura 1 Sacrificio de un animal bovino**



Fuente: libro carne de vacuno en alimentación humana. Autor: Varela, Gregorio. Consultado el 30 de agosto de 2017. Disponible en línea en: <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/622007916.pdf>

#### 4.2.8.1 Descripción de cortes

Cabe destacar que el corte a emplearse en la presente investigación será el Lomito.

La canal en el rastro es dividida en cuatro grandes partes llamadas cuartos, dos delanteros y dos traseros.

**Lomito:** se le llama así a la masa muscular formada por los músculos blandos del miembro pelviano, localizado en la región sub lumbar: psoas mayor, psoas menor, ilíaco, parte lumbar del cuadro lumbar; es también una de las mejores piezas del vacuno en cuanto a fineza del corte, se localiza en el centro de la espalda del animal. Los filetes de esta pieza son de gran ternera y se consumen fritos, asados o a la parrilla (Ferrate de la Riva, 1996, pág. 16). (Ver anexo 11.1.4 cortes de carne de vacuno, pág. 46).

### **4.3 Sistemas dispersos o coloidales**

La estructura de los alimentos está definida por el acomodo a niveles micro y macroscópicos de sus diversos constituyentes. Su grado de organización y estabilidad depende del nivel de cohesión entre sus componentes, así como de las fuerzas físicas y químicas que intervienen. A pesar de la complejidad estructural y la heterogeneidad de los alimentos, casi todos pueden clasificarse en dos grandes categorías: 1) tejidos celulares intactos, y 2) dispersiones, también llamadas coloides (Badui Dergal, 2006, pág. 547).

Una dispersión o coloide es un sistema de multifases no homogéneas en equilibrio. Específicamente un coloide consta de una o más fases dispersas o discontinuas, llamadas micelas, contenidas en una fase continua. No llegan a formar una solución verdadera en la que se tenga una sola fase homogénea. Las propiedades de una dispersión o coloide son diferentes a las que presentan los componentes de cada fase por separado o en una solución verdadera (Badui Dergal, 2006, pág. 548).

Las propiedades de los sistemas dispersos no dependen sólo de su composición química sino también de su estructura física. Su estructura es a veces muy compleja, como sucede con los alimentos procedentes de los tejidos animales o vegetales (Fennema O. , 1993, pág. 112).

#### **Clasificación de los coloides**

Los coloides se clasifican de dos maneras: (1) Con base en la afinidad entre las partículas de las fases que integran al coloide, y (2) por el estado físico de los componentes de la dispersión coloidal (Badui Dergal, 2006, pág. 112)

La primera clasificación considera la afinidad de las superficies de las partículas de la fase dispersa con las partículas de la fase dispersante. Todos los coloides se caracterizan por presentar al menos dos fases que interactúan según sus propiedades superficiales, por ejemplo, adsorción y efectos de doble capa eléctrica, las cuales definen las propiedades físicas del sistema coloidal como un todo. (Badui Dergal, 2006, pág. 549)

Con respecto a la afinidad de las fases, los coloides se denominan liofílicos (que tienen afinidad por el líquido dispersante) y liofóbicos (que repelen al líquido dispersante). Si la fase continua o líquido dispersante es agua, se utilizan los términos hidrofílico e hidrofóbico. La característica común de ambos coloides es que las micelas se mantienen en suspensión por interacciones electrostáticas con las partículas de la fase dispersante (Badui Dergal, 2006, pág. 549)

La segunda clasificación de los coloides se basa en las características físicas de cada una de las fases. Para sistemas de dos fases no miscibles, los coloides se han clasificado en ocho categorías, como muestra la siguiente tabla; también se presentan algunos ejemplos de alimentos coloidales.

**Tabla 2 Sistemas coloidales según el estado físico de los componentes**

| <b>Clasificación de sistemas coloidales de dos fases</b> |                         |                 |                          |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------|
| <b>Fase dispersa</b>                                     | <b>Fase dispersante</b> | <b>Nombre</b>   | <b>Ejemplo</b>           |
| Sólido                                                   | Sólido                  | Sol sólido      | Dulces y caramelos       |
| Líquido                                                  | Sólido                  | Emulsión sólida | Mantequilla, margarina   |
| Gas                                                      | Sólido                  | Espuma sólida   | Algodón, helados         |
| Sólido                                                   | Líquido                 | Sol             | Suero de leche           |
| Líquido                                                  | Líquido                 | Emulsión        | Mayonesa                 |
| Gas                                                      | Líquido                 | Espuma          | Crema batida, Sólido     |
| Gas                                                      | Aerosol sólido          | Humo            | Saborizante de alimentos |
| Líquido                                                  | Gas                     | Aerosol líquido | Nieblas                  |

Fuente: Sistemas coloides, pág. 551. Química de los alimentos. Autor: Badui, Salvador. Consultado el 8 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006\\_26571.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf)

#### 4.4 Polisacáridos

Los polisacáridos constituyen un grupo heterogéneo de polímeros, en el que intervienen más de 10 monosacáridos unidos por distintos enlaces glucosídicos; los polisacáridos de menos de 10 son los oligosacáridos (Badui Dergal, 2006, pág. 75). Casi todos los polisacáridos naturales contienen cientos de monómeros y, en ocasiones, varios miles. No producen verdaderas soluciones, sino más bien *dispersiones* de tamaño coloidal; puros no tienen color, aroma ni sabor. Su peso molecular, que puede llegar a ser hasta de millones, es en realidad un promedio, puesto que las moléculas no son iguales y siempre presentan una distribución de valores (Badui Dergal, 2006, pág. 76).

De acuerdo a su función biológica, los polisacáridos se han dividido en dos grandes grupos: los que constituyen la estructura celular y le confieren rigidez a los tejidos (celulosa, pectina, gomas, etc.), y los que representan la reserva energética de animales (glucógeno) y vegetales (inulina y almidón) (Badui Dergal, 2006, pág. 76). Los polisacáridos se encuentran en forma natural en muchos alimentos, pero en algunas ocasiones se añaden a otros para obtener la formulación correcta, como en el caso del almidón, la carragenina y las pectinas, que se utilizan por sus propiedades funcionales; por su gran capacidad de retener agua, producen partículas coloidales muy hidratadas, razón por la cual se les da el nombre de hidrocoloides (Badui Dergal, 2006, pág. 77).

**Tabla 3 Usos de los polisacáridos**

| Principales usos de los polisacáridos en alimentos                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Estabilizadores a través de sus interacciones con agua.</li><li>• Emulsionantes.</li><li>• Gelificante.</li><li>• Estabilizan o forman espumas.</li><li>• Mejoran la textura, dándole cuerpo al alimento.</li><li>• Espesantes y agentes de viscosidad.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Controlan la cristalización de azúcares, sales y agua.</li><li>• Forman películas resistentes.</li><li>• Agentes de suspensión de sólidos en líquidos.</li><li>• Agentes clarificantes.</li><li>• Agentes adhesivos.</li><li>• Substitutos de grasa.</li></ul> |

Fuente: Polisacáridos, Pág.78. Química de los alimentos. Autor: Badui, Salvador. Consultado el 8 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006\\_26571.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf)

#### **4.4.1 Solubilidad de los polisacáridos**

La mayoría de los polisacáridos contienen unidades glicosílicas que, como media, poseen tres grupos hidroxilo. Los polisacáridos son por tanto polioles en los que cada grupo hidroxilo tiene la posibilidad de formar puentes de hidrógeno con una o más moléculas de agua. Asimismo, los átomos de oxígeno del anillo y el glicosídico que conecta un anillo de azúcar al otro, pueden formar también puentes de hidrógeno con el agua. Puesto que todas las unidades de azúcar de la cadena tienen la capacidad de mantener unidas moléculas de agua con gran avidez, los glicanos poseen una fuerte afinidad por ella, y se hidratan con mucha facilidad cuando hay agua disponible. En los sistemas acuosos, las partículas de polisacárido pueden por consiguiente tomar moléculas de agua, hincharse con ellas y solubilizarse total o parcialmente.

#### **4.4.2 Almidón**

##### **4.4.2.1 Características químicas y físicas**

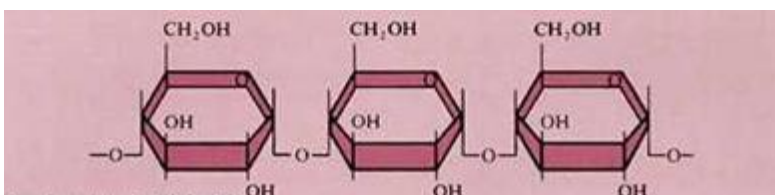
Los almidones son polisacáridos de reserva alimenticia predominante en las plantas. Fisiológicamente son sustancias de reserva. Se encuentran principalmente en los granos de cereales, tubérculos, frutas y en varias legumbres (Miramont, 2012, pág. 17).

En los tejidos vegetales, los almidones están presentes en forma de gránulos intracelulares compactos con estructura y tamaño característico según la planta de la cual provienen. El diámetro de los mismos está comprendido entre los 2 a 130 micrones. Estas características particulares sirven para identificar la procedencia del almidón. El almidón está compuesto por dos tipos de moléculas (Miramont, 2012, pág. 17):

- Amilosa: normalmente representa un 20-30% del total.
- Amilopectina: normalmente en un 70-80% del total.
- Amilosa

La amilosa es un polímero de residuos de D-glucosa unidos por enlaces U-1,4. El grado de polimerización (número de unidades de glucosa por molécula) va desde 500 a 2000. Las largas cadenas de amilosa se asocian entre sí (Miramont, 2012, pág. 18).

**Figura 2 Estructura molecular de la amilosa**

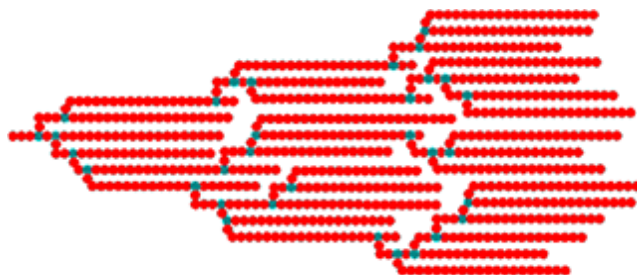


Fuente: Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros, Pág.18. Trabajo de maestría tecnología de alimentos. Autor: Miramont, Sofía. Consultado el 10 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2012-Sofia%20Miramont.pdf>

- Amilopectina

Las cadenas de amilopectina, al igual que las de amilosa, están formadas por unidades de glucosa con uniones glicosídicas U-1,4. Presentan ramificaciones que consisten en cadenas laterales con uniones U-1,6. Dichas cadenas son relativamente cortas y se presentan a intervalos de 20 a 30 residuos de glucosa, lo cual constituyen alrededor del 4-5% del total de enlaces. El grado de polimerización va desde 104 a 105. La estructura conformacional, visualizada mediante estudios enzimáticos, es de tipo árbol (Miramont, 2012, pág. 18).

**Figura 3 Estructura conformacional de la amilopectina**



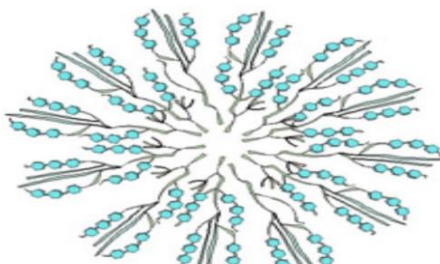
Fuente: Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros, Pág.19. Trabajo de maestría tecnología de alimentos. Autor: Miramont, Sofía. Consultado el 10 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2012-Sofia%20Miramont.pdf>

#### 4.4.2.2 Gránulos de almidón

El gránulo de almidón está formado por capas concéntricas o anillos de crecimiento. En cada capa las moléculas de amilosa y amilopectina se encuentran entremezcladas y dispuestas de manera radial. Cuando es posible, las moléculas lineales de amilosa y las cadenas laterales externas de la amilopectina se unen a través de puentes de hidrógeno formando micelas (áreas cristalinas). Estas micelas son las responsables de mantener el

gránulo unido, permitiendo así el hinchamiento en lugar de la completa ruptura del gránulo y solubilización de las moléculas, durante el calentamiento de la suspensión acuosa. A lo largo de una cadena lineal, o en las ramificaciones externas de la amilopectina, pueden existir varias zonas cristalinas, producto de distintas asociaciones intermoleculares locales. Entre estas zonas micelares existen zonas amorfas (Miramont, 2012, pág. 19).

**Figura 4 Estructura del gránulo de almidón**



Fuente: Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros, Pág.20. Trabajo de maestría tecnología de alimentos. Autor: Miramont, Sofía. Consultado el 10 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2012-Sofia%20Miramont.pdf>

El almidón es un componente con un amplio campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables (Montaldo, 1991, pág. 53).

Este carbohidrato ha sido parte fundamental de la dieta del hombre desde la prehistoria, además de que se le ha dado un gran número de usos industriales. Después de la celulosa, es probablemente el polisacárido más abundante e importante desde el punto de vista comercial. Se encuentra en los cereales, los tubérculos y en algunas frutas como polisacárido de reserva energética (Badui Dergal, 2006, pág. 81).

Desde el punto de vista químico, el almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; el primero es producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos  $\alpha$  (1,4), que establece largas cadenas lineales con 200-2 500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una  $\alpha$ -D- (1,4)-glucana, cuya unidad repetitiva es la  $\alpha$ -maltosa (Badui Dergal, 2006, pág. 81).

## 4.5 Malanga

### 4.5.1 Aspectos generales

La malanga (*Colocasia esculenta*), es un tubérculo alimenticio de clima tropical y subtropical, se cultiva en suelos con altos contenidos de humedad, pero puede soportar períodos de sequía. Pertenece a la familia de las araceae, teniendo dos géneros por motivos geográficos: Amarilla o lila, género *Colocasia*, originario de Asia, y Blanca, género *Xanthosoma*, origen es americano (Antillas) (Montaldo, 1991).

Esta planta generalmente no produce semillas, y presentan gran cantidad de tubos lactíferos que contienen un líquido blanco o amarillento, rico en taninos. Todas las partes de la planta son comestibles, pero como todas las aráceas, contienen oxalato de calcio lo cual limita el consumo de algunas variedades (Montaldo, 1991, pág. 55).

Recientemente este tubérculo ha adquirido gran importancia, donde se considera una materia prima de gran potencial. Su valor radica en su alto contenido de almidón (30-85% base seca), proteínas (1.4-7 %) además de ser una buena fuente de fibra (0.6-0.8 %), vitamina A, C, calcio y fósforo (Rodríguez y col, 2011, pág. 83).

### 4.5.2 Variedades de malanga

Existen diferentes **variedades** que son consumidas en la actualidad:

- **Malanga blanca** tiene su origen en América del sur. Conocida como taro colocasia y ñame de Canarias.
- **Malanga amarilla** tiene otra tonalidad en su carne pero procede de la misma especie del Caribe.
- **Malanga isleña** es una variedad asiática.
- Estos tres tipos es para diferenciarlas según su color y aspecto ya que, malangas hay de diversos tipos y en cada país recibe un nombre pudiéndose encontrar también como otoo, yautía y ocumo (Acido hialuronico, 2017).

## **4.6 Vida de anaquel**

El deterioro de los alimentos se produce por diversos cambios, principalmente en respuesta al crecimiento y metabolismo de microorganismos, la exposición, la cantidad y tipo de luz que recibe la carne, la oxidación de lípidos y pigmentos, etc. Lo interesante es que la gran mayoría de los cambios son normalmente percibidos por el consumidor mediante el uso de sus sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído). Cuando el consumidor rechaza el producto, porque considera que sus características lo hacen inaceptable o porque pone en riesgo su salud, se dice que ha llegado al final de su vida de anaquel o vida útil (López Hernández, Varela, & Hernández Hernández, 2013, pág. 2).

### **4.6.1 Análisis de estabilidad (vida de anaquel)**

Con los avances tecnológicos en el procesamiento de alimentos, la vida útil de los mismos en la mayoría de los casos ya no está definida por el aspecto sanitario (riesgo para la salud) sino por el rechazo desde el punto de vista sensorial. Los defectos sensoriales en el alimento suelen aparecer mucho más rápido que la pérdida de inocuidad (López Vásquez, 2012, pág. 36).

#### **4.6.1.1 Aplicación de la evaluación sensorial para el estudio de la vida útil de un alimento**

Desde el punto de vista sensorial, se define la vida útil como “El tiempo durante el cual las características y desempeño del producto se mantienen como fueron proyectados por el fabricante. El producto es consumible o usable durante este periodo, brindándole al usuario final las características, desempeño y beneficios sensoriales deseados” (López Vásquez, 2012, pág. 36).

El objetivo al determinar el final de la vida útil sensorial del alimento, es elegir un periodo lo más largo posible cuando se piensa desde el punto de vista económico de una empresa y a su vez se busca estar razonablemente seguro de que el consumidor no va a encontrar un sabor, textura y/o apariencia extraños antes de la fecha de vencimiento. En este sentido la Evaluación Sensorial puede considerarse una herramienta eficaz al momento de analizar y estudiar las características y la aceptabilidad de los alimentos a lo largo de su vida útil (López Vásquez, 2012, pág. 36).

#### 4.6.1.2 Ensayos acelerados

Estos estudios se realizan sometiendo al alimento a condiciones de almacenamiento que aceleran las reacciones de deterioro, estas condiciones pueden ser de temperatura, presiones parciales de oxígeno, o contenidos de humedad altos. Este tipo de técnicas, llegan a ser costosas debido al equipo. Si bien existen equipos muy austeros, los hay muy sofisticados, en ambos existen diversas sensibilidades a mantener las condiciones de almacenamiento. El seguimiento del deterioro del alimento a las temperaturas seleccionadas, se realiza determinando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos o sensoriales correspondientes a cada caso, que permitan explicar los cambios durante el almacén (López Hernández, Varela, & Hernández Hernández, 2013, pág. 45).

Esta metodología se utiliza para estimar la vida útil a temperatura normal de uso del alimento, a partir de datos obtenidos a temperaturas superiores. La ventaja operativa que tienen estos métodos es que llevan menos tiempo que los ensayos de vida útil a temperatura normal de almacenamiento (López Vásquez, 2012, pág. 37).

El hecho de trabajar a temperaturas superiores a la de uso, permite que las reacciones de deterioro del alimento sean aceleradas. Sin embargo, se deben tener cuidados especiales a la hora de efectuar estos ensayos ya que el alimento o bebida está siendo sometido a temperaturas de almacenamiento que en la realidad nunca va a alcanzar y de esta manera, pueden acelerarse reacciones que en condiciones normales tardarían años en suceder (López Vásquez, 2012, pág. 37).

## **4.7 Recubrimiento comestible**

### **4.7.1 Generalidades**

Un recubrimiento comestible es definido como una sustancia aplicada en el exterior de los alimentos, de manera que el producto sea apto para el consumo. Estos recubrimientos deber ser legales, inocuos y aceptables sensorialmente (Moreira & Beltrán, 2014, pág. 6).

El uso de recubrimientos en alimentos y especialmente en productos altamente perecederos está condicionado por parámetros tales como el costo, la disponibilidad, la funcionalidad, las propiedades mecánicas como flexibilidad y tensión, las propiedades ópticas como brillo y opacidad, la barrera que proporcionan contra el flujo de gases, la aceptabilidad sensorial (Moreira & Beltrán, 2014).

Un recubrimiento comestible debe cumplir con las exigencias de calidad, seguridad y rendimiento. Uno de los principales propósitos de los recubrimientos es mejorar la apariencia del producto, brindando brillo y a veces color. Para que la aplicación sea exitosa en el producto, el recubrimiento debe secar rápidamente, no debe producir espuma y se debe remover fácilmente de los equipos. Una vez aplicados no debe agrietarse, decolorarse o caerse durante la manipulación. No debe reaccionar de manera adversa con los alimentos ni poner en riesgo la calidad sensorial del producto, pero debe restringir el paso de oxígeno y dióxido de carbono (Moreira & Beltrán, 2014, pág. 6).

Las investigaciones realizadas han mostrado que estos recubrimientos no pueden reemplazar los materiales de empaque tradicionales pues sus propiedades no son equivalentes a las de aquellos. Sin embargo, pueden constituirse en uno de los factores de estrés a aplicar en la preservación de alimentos. Sus atributos funcionales hacen que esto sea posible, ayudando a afrontar los desafíos inherentes a la producción, distribución y almacenamiento de alimentos nutritivos, seguros, de alta calidad, estables y económicos (Miramont, 2012, pág. 13)

### **4.7.2 Formación de recubrimientos comestibles**

Los polisacáridos, proteínas y los lípidos son los tres principales ingredientes poliméricos usados para producir recubrimientos comestibles. En muchos casos, dos o más materiales

son mezclados para producir un material compuesto con mejores características físicas(Moreira & Beltrán, 2014, pág. 7).

#### **4.7.3 Procedimientos de obtención de recubrimientos a base de biopolímeros**

Algunas técnicas de aplicación para la obtención de recubrimientos, se detallan a continuación(Flores, 2007):

- Inmersión: utilizado especialmente en alimentos de forma irregular que requieren una cobertura uniforme. Luego de la inmersión, el material excedente se deja drenar del producto y, finalmente, se seca o se deja solidificar (lípidos).
- Aplicación por atomización (spraying): se puede lograr un espesor más delgado y uniforme que con la técnica anterior. Por otro lado, es más adecuado para productos que necesiten ser recubiertos sólo en una de sus caras o en uno de sus lados.
- Otros: las coberturas en forma líquida pueden aplicarse con pinceles, cepillos, rodillos, o directamente vertidos sobre la superficie del alimento. En todos los casos se requiere de aplicadores adecuados.

#### **4.8 Análisis sensorial**

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”(Hernández Alarcon, 2005).

##### **4.8.1 Propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano**

Los sentidos clásicos son el olfato, gusto, vista, tacto y cinestético. Son diversos los criterios reportados en la literatura con relación al peso e importancia de cada una de las propiedades sensoriales en la calidad y aceptación de un producto alimenticio. En este sentido hay que considerar que la evaluación sensorial está dada por la integración de los valores particulares de cada uno de los atributos sensoriales de un alimento, por tanto no debe absolutizarse que una propiedad en particular es la que define la calidad de un producto dado; sino que existe una interrelación entre ellas, que no permite por tanto menospreciar el papel de ninguno de estas(Manfugás, 2007).

#### 4.8.1.1 Sabor y el sentido del gusto

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos.

El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca, específicamente concentrados en la lengua, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta(Manfugás, 2007).

#### 4.8.1.2 Olor y el sentido del olfato

El olor desempeña un papel muy importante en la evaluación sensorial de los alimentos, sin embargo su identificación y las fuentes de las que provienen son muy complejas y aún se desconocen muchos aspectos de este campo.

El olor de los alimentos se origina por las sustancias volátiles que cuando se desprenden de ellos pasan por las ventanas de la nariz y son percibidos por los receptores olfatorios(Manfugás, 2007).

#### 4.8.1.3 Color y el sentido de la vista

La importancia del color en la evaluación sensorial se debe fundamentalmente a la asociación que el consumidor realiza entre este y otras propiedades de los alimentos, por ejemplo, el color rojo se asocia al sabor fresa, el verde a la menta, etc., demostrándose además que en ocasiones sólo por la apariencia y color del alimento un consumidor puede aceptarlo o rechazarlo(Manfugás, 2007).

#### 4.8.1.4 Textura y su relación con los sentidos

La sensibilidad sensorial del tacto se percibe en la piel y en la lengua. A través de este sentido se detecta en un alimento: la textura, el tamaño, la forma, la viscosidad, la adhesividad, la untuosidad, la dureza, etc. (Hernández Alarcon, 2005).

Las características de textura se clasifican en: mecánicas, geométricas y de composición.

- Características mecánicas primarias:

- **Dureza.** Fuerza requerida para lograr una deformación o penetración de un producto.

En la boca esto se percibe por la compresión del producto entre los molares (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semi-sólidos). Los atributos relacionados con la dureza son: duro, blando, suave.

- **Viscosidad.** Se corresponde con la fuerza requerida para aspirar un líquido desde una cuchara sobre la lengua, o para extenderlo sobre un sustrato. Los principales adjetivos son: Fluido, delgado, viscoso.

- **Cohesividad.** Atributo relacionado con la fuerza necesaria para romper un producto en migajas o piezas, incluye la propiedad de fracturabilidad, masticabilidad y gomosidad.

- **Elasticidad.** Depende de la rapidez de recuperación después de una fuerza de deformación y del grado al cual un material deformado retorna a su condición original cuando cesa la fuerza deformadora. Se define un producto como elástico, maleable, etc.(Manfugás, 2007).

- Características mecánicas secundarias

- **Fracturabilidad.** Atributo mecánico textural relacionado con la cohesividad y la fuerza necesaria para romper un producto en migajas o pedazos. Se evalúa apretando súbitamente un producto entre los incisivos (dientes frontales) o los dedos. Los principales adjetivos relacionados con la fragilidad son: Crocante, quebradizo, crujiente, desmenuzable.

- **Gomosidad.** Atributo relacionado con la cohesividad de un producto tierno. Se relaciona con el esfuerzo requerido para desintegrar a un estado adecuado para la deglución. Los principales adjetivos correspondientes a los diferentes niveles de gomosidad son: pastoso, gomoso.

- **Adhesividad.** Fuerza requerida para remover un producto que se adhiere al paladar. Se asocia a términos tales como: pegajoso, adhesivo(Manfugás, 2007).

#### **4.8.2 Pruebas sensoriales**

La evaluación sensorial de alimentos, da respuesta a un bagaje de preguntas que sobre la calidad de un producto se puedan formular.

Se hace referencia principalmente a si existen o no diferencia ente dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se puedan presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción que pueda presentar un panelista por un producto determinado(Hernández Alarcon, 2005).

#### **4.8.2.1 Pruebas de aceptación**

Tienen como objetivo conocer de acuerdo a un criterio sensorial si la muestra que se presenta es aceptada o no por los consumidores.

Estas pruebas no requieren de jueces analíticos, por el contrario se emplean grupos representativos de los consumidores potenciales o habituales del producto, quienes no tienen que conocer el porqué del estudio que se realiza, sino entender el procedimiento de la prueba y responder a ella(Manfugás, 2007).

- **Escala hedónica**

Las escalas hedónicas verbales recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Pueden ser de cinco a once puntos variando desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y cuenta con un valor medio neutro, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia. En general cuando se emplean muchas descripciones se ha demostrado, que en vez de orientar al consumidor, más bien le origina confusión, de ahí que las más empleadas sean las escalas bipolares de 7 puntos(Manfugás, 2007).

#### **4.8.3 Métodos estadísticos empleados en evaluación sensorial**

Estos métodos permiten analizar los datos sin necesidad de identificar las tendencias, facilitan el trabajo, resumen los datos y son sencillos de utilizar (histogramas y gráficas lineales entre otros); métodos univariantes, permiten analizar cada una de las variables de forma como si fueran independientes; métodos multivariantes, permite analizar todos los atributos presentes, esto con el fin de saber cuál es la diferencia entre una muestra u otra; métodos paramétricos, proporcionan unos resultados precisos siempre y cuando se conserven los supuestos, y que se ajusten a la distribución normal de lo contrario los resultados no son tan seguros; métodos no paramétricos, son más sólidos que los paramétricos aunque los resultados son menos exactos(Hernández Alarcon, 2005).

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 General

- 5.1.1. Evaluar la vida útil de la carne de res (*Bus taurus*) músculo *psoas menor* filete lomito refrigerado (4-6) °C, con un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*).

### 5.2 Específicos

- 5.2.1. Analizar parámetros fisicoquímicos (pH, Acidez, Capacidad de retención de agua) en el músculo *psoas menor* filete lomito almacenado a (4-6) °C, con recubrimiento comestible.
- 5.2.2. Evaluar la aceptabilidad del músculo *psoas menor* filete lomito con recubrimiento comestible y sin recubrimiento comestible mediante panel piloto en los días 0, 12 y 18.
- 5.2.3. Comparar la calidad microbiológica del músculo *psoas menor* filete lomito con recubrimiento comestible y sin recubrimiento comestible en el día 0 y día 18, basado en el límite máximo permitido por el Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA- (*Escherichia coli*, *Salmonella ssp*, *Pseudomonas sp*).

## 6 HIPÓTESIS

La vida útil del músculo psoas menor filete lomito refrigerado (4-6) °C, no se logra prolongar con el uso de un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*).

### 7.1 Recursos

#### 7.1.1 Recursos humanos

- T.U. Luis Ángel Mazariegos Calderón
- Docentes Asesores:
  - M.V. Edgar Roberto del Cid Chacón
  - Q.B. Gladys Calderón Castilla
- Panelistas de laboratorio (15 estudiantes del Décimo semestre de la carrera de Ingeniería en Alimentos)

#### 7.1.2 Institucionales

- Centro Universitario de Sur Occidente (CUNSUROC).
- Planta Piloto Carrera, Ingeniería en Alimentos CUNSUROC-USAC.
- Laboratorio de Evaluación Sensorial de la planta piloto de la Carrera de Ingeniería en Alimentos CUNSUROC – USAC-.

#### 7.1.3 Económicos

- Gastos serán efectuado por el estudiante.

### 7.2 Materiales y equipo

#### 7.2.1 Extracción de almidón

- Malanga (*Colocasia esculenta*)
- Agua destilada
- Vasos de precipitado
- Estufa industrial a gas
- Gas propano
- Balanza analítica electrónica
- Termómetro
- Licuadora industrial
- Probeta
- Refrigerador

- Deshidratador(secador)
- Redecilla
- Mascarilla
- Bata blanca
- Ollas de acero inoxidable
- Mesas de acero inoxidable
- Cuchillos
- Tablas de picar
- Paleta de acero inoxidable
- Espátula
- Rallador

#### **7.2.2 Elaboración de recubrimiento**

- Carne de res
  - Corte lomito
- Almidón de malanga
- Agua destilada
- Termómetro
- Bandejas plásticas

#### **7.2.3 Análisis fisicoquímicos (pH, Acidez, Capacidad de retención de agua)**

- Cortes de carne de res con recubrimiento y sin recubrimientos
- pH-metro
- Licuadora
- Papel filtro
- Refrigerador
- Matraz Erlenmeyer
- Tubos de centrifuga
- Varillas de vidrio
- Pipetas de 25 ml
- Probeta graduada

- Varillas agitadoras
- Gradilla de tubos de ensayo
- Agua destilada
- Solución alcohólica de fenolftaleína al 1 %
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N
- Solución de NaCl 0.6 N

#### **7.2.4 Análisis microbiológicos (*E.coli*, *Salmonella ssp*, *Pseudomonas sp*)**

- Placas Petri film 3M para recuento de *Escherichia coli*, *Salmonella ssp*, *Pseudomonas sp*.
- Incubadora
- Agua de peptona al 1%
- Bolsas estériles

#### **7.2.5 Test de evaluación sensorial**

- Platos desechables
- Tenedores plásticos
- Servilletas
- Vasos para servir agua
- Vasos de descarte
- Agua pura
- Etiquetas
- Boleta de evaluación

## 8 MARCO OPERATIVO

La investigación se desarrolló en dos etapas, siendo las siguientes:

### 8.1 Primera etapa

En esta etapa se realizó, a nivel laboratorio, la extracción del almidón de malanga y la elaboración del recubrimiento comestible.

#### 8.1.1 Extracción de almidón de malanga

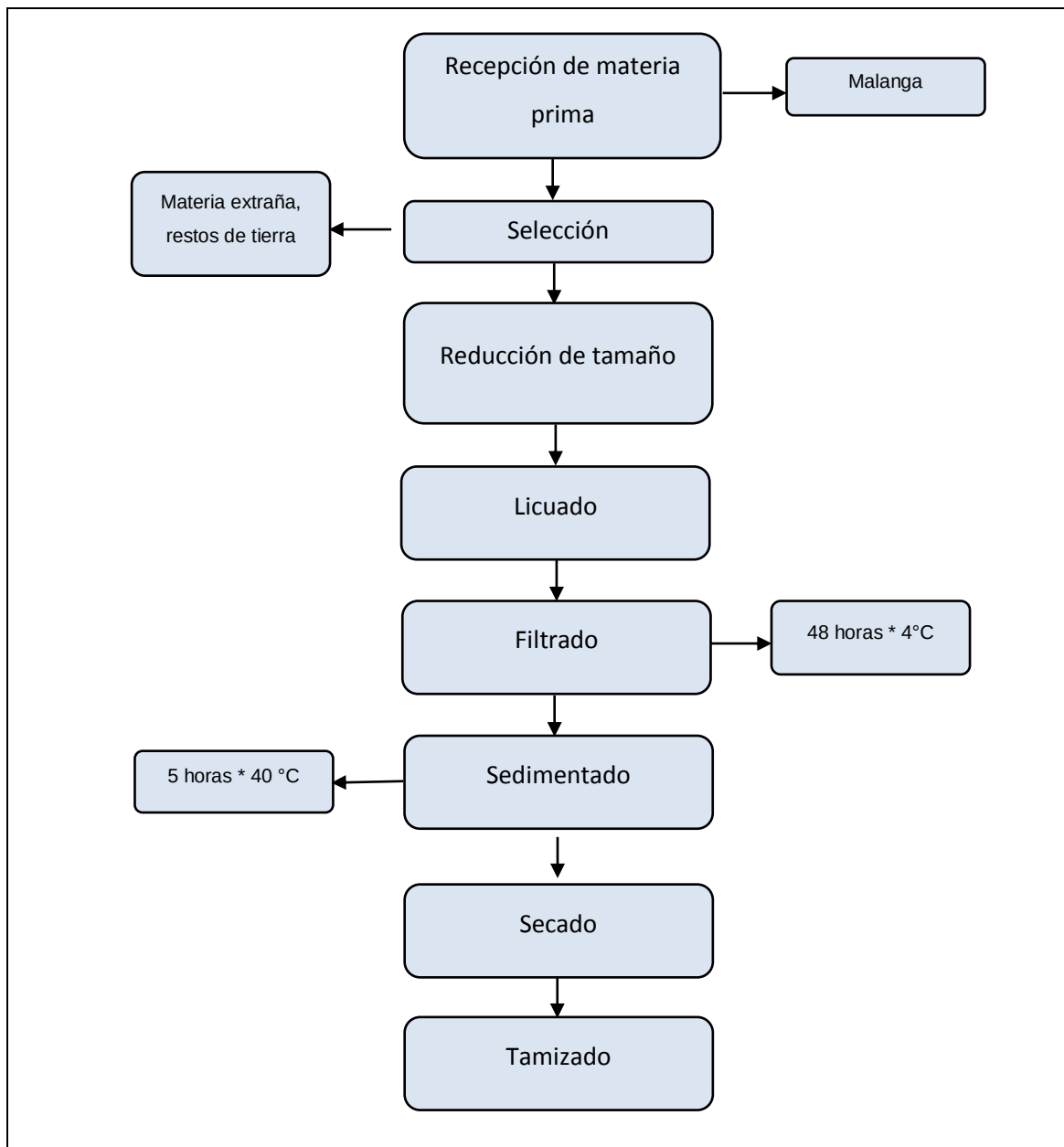
La extracción de del almidón, se llevó a cabo a nivel de laboratorio, por medio de la sedimentación y decantación de dicha materia prima.

- **Selección de las malangas:** en esta operación se eligieron las malangas que presenten un buen estado físico y con un peso de 6 libras cada una.
- **Lavado de la corteza:** se realizó con agua fría, con la ayuda de un cepillo se procedió a eliminar todas las impurezas (lodo, arena, piedras, etc.)  
Los tubérculos de malanga una vez limpios fueron pelados y pesados, para determinar el rendimiento de la malanga ya sin cáscara.
- **Reducción de tamaño:** las malangas ya sin cáscara se cortaron en trozos pequeños; se procedió a pesar, para tener en cuenta el rendimiento del almidón al final del proceso.
- **Licuada:** consistió en licuar los trozos de malanga para reducirla de tamaño y con ello lograr una mejor obtención del almidón.
- **Filtración:** se filtró la mezcla obtenida mediante un filtro de tela, esta acción se repitió varias veces hasta asegurarse que los residuos de la masa de la malanga no se presentaran en la mezcla.
- **Sedimentación:** lo filtrado se depositó en un recipiente, refrigerándose durante 48 horas a 4°C.
- **Decantación:** se eliminó el agua que pudiera encontrarse en la parte superior del recipiente; al sedimento se le añadió más agua limpia y se dejó precipitar. Esta operación se realizó tres veces hasta que el agua sobrenadante quedara completamente clara.
- **Secado:** el precipitado se procedió a secar en un deshidratador con el objetivo de optimizar tiempo en comparación con un secado natural (sol).

- **Tamizado:** posteriormente se desintegraron todos los grumos formados durante el proceso de secado.
- **Pesado:** el almidón obtenido se pesó para determinar el rendimiento de la malanga.

### 8.1.2 Diagrama de bloques “extracción almidón”

Figura 5 Diagrama extracción de almidón



Fuente: obtención de un biopolímero plástico a partir de malanga (*Colocasia esculenta*). Autor: de los Ángeles Rosales, Abigail. Consultado el 02 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: <http://UNAN.Managua.polimero.malanga.com>

### 8.1.3 Elaboración de recubrimiento comestible.

La elaboración del recubrimiento, se llevó a cabo en el laboratorio del Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC-:

**Recepción de materia prima:** el almidón ya seco, se procedió a verificar que se encontrara libre de grumos.

**Pesado:** el almidón se pesó para tener seguridad de la formulación a realizar, además es útil para tener una idea del rendimiento; también se pesó el agua.

**Cocción:** se inició con la mezcla de los ingredientes (agua y almidón) con el propósito de que las moléculas de almidón se dispersaran.

**Gelificación:** la mezcla se llevó a una temperatura de 80 °C por 5 minutos, para lograr un recubrimiento flexible para su adhesión a la carne lomito.

A continuación se presenta la fórmula utilizada en el recubrimiento comestible de almidón de malanga.

**Tabla 4 Formulación recubrimiento comestible**

| Ingredientes          | Fórmula 1 |          |
|-----------------------|-----------|----------|
|                       | %         | Peso (g) |
| Almidón de malanga    | 70        | 140      |
| Agua destilada        | 30        | 60       |
| <b>Total producto</b> | 100       | 200      |

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 8.1.4 Recubrimiento de la carne

**Obtención de la carne:** la carne se obtuvo de una carnicería, elegida al azar, del mercado la terminal, ubicado en el municipio de Retalhuleu. Dicha carne se compró el mismo día en el cual se inició con el recubrimiento de dicho alimento.

**Preparación de las muestras:** la cantidad de carne empleada fue de 7 libras de lomito magro.

**Reducción de tamaño:** teniendo las 7 libras de carne se procedió a cortar 100 trozos de 30 gramos cada uno, buscando la uniformidad entre cada trozo de 30 gramos, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera:

- 30 trozos; de los cuales 15 fueron recubiertos y 15 no fueron recubiertos; esto con el fin ser evaluados mediante panel sensorial en el día 0.
- 30 trozos; de los cuales 15 fueron recubiertos y 15 no fueron recubiertos; esto con el fin ser evaluados mediante panel sensorial en el día 12.
- 30 trozos; de los cuales 15 fueron recubiertos y 15 no fueron recubiertos; esto con el fin ser evaluados mediante panel sensorial en el día 18.
- 2 trozos; de los cuales 1 fue recubierto y 1 no fue recubierto; esto con el fin de evaluar aspectos fisicoquímicos en el día 0.
- 2 trozos; de los cuales 1 fue recubierto y 1 no fue recubierto; esto con el fin de evaluar aspectos fisicoquímicos en el día 12.
- 2 trozos; de los cuales 1 fue recubierto y 1 no fue recubierto; esto con el fin de evaluar aspectos fisicoquímicos en el día 18.
- 2 trozos; de los cuales 1 fue recubierto y 1 no fue recubierto; esto con el fin de evaluar aspectos microbiológicos en el día 0.
- 2 trozos; de los cuales 1 fue recubierto y 1 no fue recubierto; esto con el fin de evaluar aspectos microbiológicos en el día 18.
- En total se tuvieron 50 trozos de 30 gramos cada uno, recubiertos y 50 sin recubrimiento.

**Adición de recubrimiento:** a la cantidad de trozos de carne, especificados en el ítem anterior, se les adicionó el recubrimiento, mediante un pincel o una brocha, con la cual se fue esparciendo el recubrimiento por todo el exterior de los trozos de carne.

**Almacenado de carne recubierta y no recubierta:** los trozos de carne se almacenaron en bandejas de aluminio con tapadera de plástico, las cuales posteriormente se colocaron en una cámara refrigeradora, a un rango de temperatura de 4-6°C, según las divisiones realizadas en el inciso 9.1.4, con el objetivo de evitar cualquier tipo de contaminación cruzada que pudiera haber afectado en los resultados finales

## **8.2 Segunda etapa**

Esta etapa consistió en realizar los análisis, fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos a la carne, tanto con recubrimiento y sin recubrimiento.

### **8.2.1 Determinaciones fisicoquímicas**

Estas determinaciones se realizaron en el laboratorio del Centro Universitario de Suroccidente, bajo medidas de higiene establecidas dentro del laboratorio, en los días 0, día 12 y día 18; los análisis realizados fueron siguientes:

pH (Ver metodología en anexo No. 13.1.1 pág. 66).

Acidez (Ver metodología en anexo No. 13.1.2 pág. 67).

Capacidad de retención de agua-CRA- (Ver metodología en anexo No. 13.1.3 pág. 68).

### **8.2.2 Determinación microbiológica**

Estas determinaciones fueron realizadas por el Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos -LAFYM- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el día inicial 0 y en el día final 18; los análisis realizados fueron los siguientes:

*Salmonella* ssp/ 25 g. (Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos-LAFYM-)

*Escherichia coli* (Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos-LAFYM-)

*Pseudomonas* sp (Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos-LAFYM-)

### **8.2.3 Evaluación sensorial**

En esta evaluación se tomaron en cuenta aspectos apegados a la calidad de la carne como, color, olor, sabor y textura.

La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante tres paneles piloto en los días 0, 12 y 18, respectivamente.

La evaluación del sabor en el corte lomito, se realizó cocinando a fuego lento (60°C), sin adición de condimentos; los trozos de carne (30 g cada uno) se cocinaron en instantes previos de cada panel piloto.

Se utilizó un test de respuesta subjetiva de panel piloto utilizando escala hedónica de 7 puntos con objeto de evaluar las características de color, olor, sabor y textura de un corte de carne de res lomito, con la incorporación de un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga.

Cabe destacar que cada panelista tuvo una muestra testigo, sin recubrimiento, con el objetivo de tener un buen criterio de análisis al momento de calificar los atributos antes mencionados.

La escala hedónica que se utilizó fue de un criterio de 7 puntos (ver apéndice, pág. 76 a 78):

- 1= Disgusta mucho
- 2= Disgusta moderadamente
- 3= Disgusta poco
- 4= No gusta, ni disgusta
- 5= Gusta poco
- 6= Gusta moderadamente
- 7= Gusta mucho

## 9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 9.1 Obtención de la carne

La carne empleada se obtuvo de la carnicería “La bendición”, ubicada en el interior del mercado “La terminal”, del municipio de Retalhuleu, Retalhuleu, el mismo día que se dio inicio con la presente investigación; se compraron siete libras de carne corte tipo lomito.

### 9.2 Preparación de las muestras

Las siete libras de carne fueron reducidas en trozos de 30 gramos cada uno; cabe destacar que para obtener un peso exacto se utilizó una balanza electrónica. Al final se contabilizaron 100 trozos de carne.

### 9.3 Preparación y aplicación del recubrimiento comestible

Para la extracción del almidón utilizado en la elaboración del recubrimiento comestible se emplearon 3000 gramos de malanga blanca, de los cuales tras pasar por el proceso descrito en el inciso 8.1.1, páginas 33 y 34, se obtuvieron 678 gramos para un rendimiento total del 22.6 %:

$$\frac{100 \%}{3000 \text{ g}} * 678 \text{ g} = 22.6 \%$$

Teniendo el almidón se procedió a la elaboración del recubrimiento comestible en base a la “Tabla 4: formulación recubrimiento comestible”, página 34, para su posterior aplicación en la carne, por medio de inmersión.

Después de haber realizado la inmersión de los 50 trozos de carne en el recubrimiento, fueron almacenados en bandejas de aluminio, separando en diferentes bandejas las 50 muestras con recubrimiento y las 50 muestras sin recubrimiento; dichas muestras fueron divididas de acuerdo a lo establecido en el inciso 8.1.4, páginas 36 y 37, con el fin de evitar que existiera cualquier posible contaminación cruzada que alterara los resultados. Las bandejas estuvieron bajo refrigeración (4-6) °C.

### 9.4 Preparación de muestras para panel piloto

Las muestras para llevar a cabo el panel sensorial fueron distribuidas en 2 platos desechables, plenamente identificados (codificados); el primer plato contenía la muestra

con recubrimiento (494) y la muestra sin recubrimiento (576) para evaluar las características color, olor y textura.

El segundo plato contenía de igual manera una muestra con recubrimiento (494) y una sin recubrimiento (576), con la novedad de que dichas muestras estaban cocinadas de manera que los panelistas pudieran emitir juicio sobre la característica sabor. Estas muestras fueron cocidas a fuego lento (60 °C) por un tiempo de 20 minutos sin la adición de condimentos.

El proceso anterior fue el mismo para los tres paneles sensoriales, en los días 0, 12 y 18.

## 9.5 Evaluación sensorial

Se realizaron tres paneles sensoriales, en tres días diferentes, en los cuales se evaluaron las características: color, olor, textura y sabor entre la muestra con recubrimiento comestible (494) y muestra sin recubrimiento comestible (576), ambas muestras de corte tipo lomito, almacenadas a temperatura de (4-6) °C. Los datos obtenidos en cada uno de los paneles fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de grupo de igual tamaño (t student); el criterio de conclusión para las comparaciones es el siguiente: Si el factor calculado ( $f_c$ ) es mayor que factor tabulado ( $f_t$ ), existe diferencia estadísticamente significativa entre cada muestra evaluada.

### 9.5.1 Día 0:

A continuación se presenta la tabla 5, en la cual se puede observar el factor calculado y el factor tabulado de cada característica evaluada en el día 0.

**Tabla 5 Valores de características sensoriales día 0**

| Características | T calculado | T tabulado | Conclusión                                                                                                    |
|-----------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Color           | 3.79        | 1.75       | Debido a que $f_c > f_t$ , existe diferencia estadística significativa entre la característica sensorial      |
| Olor            | 0.94        | 1.75       | Debido a que $f_c < f_t$ no existe diferencia estadística significativa entre las características sensoriales |
| Textura         | 1.13        | 1.75       |                                                                                                               |
| Sabor           | 0.23        | 1.75       |                                                                                                               |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La primera característica evaluada en el día 0 fue el color, en la cual se pudo observar que existió diferencia estadística significativa entre la muestra con recubrimiento (494) y la muestra sin recubrimiento (576) ya que  $t$  calculado es mayor a  $t$  tabulado, con una diferencia de 2.04; dicha diferencia estadística se debió al característico color marrón del almidón de malanga, el cual fue adoptado por la carne de corte tipo lomito; dicho color marrón tuvo interferencia en la decisión tomada por los panelistas entre ambas muestras, lo cual se puede observar en la tabla 6.

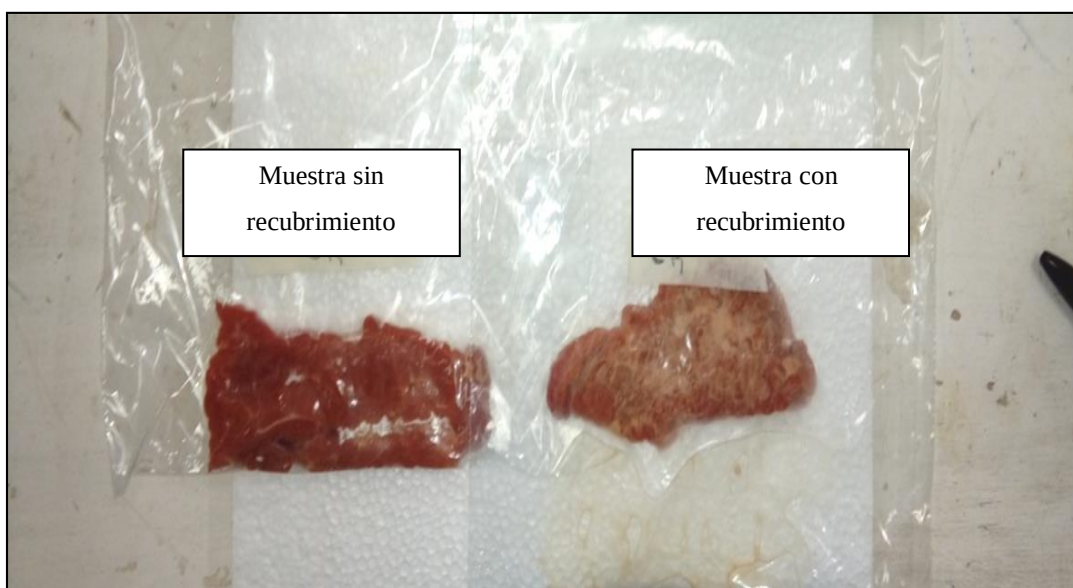
**Tabla 6 Media de puntuación en la característica sensorial de color día 0**

| Código de la muestra | Media | Calificación        |
|----------------------|-------|---------------------|
| 454 (CR)             | 5.33  | Gusta poco          |
| 576 (SR)             | 6.53  | Gusta moderadamente |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Cabe destacar que la baja aceptabilidad de la muestra 454 (con recubrimiento comestible), no tuvo nada que ver con algún defecto de calidad o inocuidad de la carne, más bien se vio influenciada por el color marrón adquirido; caso contrario con la muestra 576 (sin recubrimiento) la cual tuvo una alta aceptabilidad por parte de los panelistas (**observar imagen 1**).

**Imagen 1 Muestras panel sensorial día 0**



Fuente: elaboración propia, 2018.

Las características textura, olor y sabor, como se puede observar en la tabla 4, no presentaron diferencia estadística significativa entre ambas muestras, 454 (con recubrimiento comestible) y 576 (sin recubrimiento), obteniéndose similitud en cuanto al criterio de los panelistas involucrados, lo cual se demuestra en las siguientes tablas de medias de puntuación.

En cuanto a la característica olor, no hubo diferencia estadística significativa, de acuerdo al criterio de los panelistas; dicho criterio se puede observar en la siguiente tabla 7.

**Tabla 7 Media de puntuación en la característica sensorial de olor día 0**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Media</b> | <b>Calificación</b> |
|-----------------------------|--------------|---------------------|
| 454 (CR)                    | 6.00         | Gusta moderadamente |
| 576 (SR)                    | 6.13         | Gusta moderadamente |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Ambas muestras recibieron una calificación media de seis puntos por parte de los panelistas, lo cual quiere decir que ambas fueron de un gusto moderado; dicha ponderación confirma que el almidón de malanga, no altero el olor característico de la carne en el primer día de evaluación.

La siguiente característica evaluada fue la textura, la cual no tuvo diferencia estadística significativa, de acuerdo al criterio de los panelistas; dicho criterio se puede observar en la siguiente tabla 8.

**Tabla 8 Media de puntuación en la característica sensorial de textura día 0**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Media</b> | <b>Calificación</b> |
|-----------------------------|--------------|---------------------|
| 454 (CR)                    | 5.87         | Gusta poco          |
| 576 (SR)                    | 6.20         | Gusta moderadamente |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La dureza o terneza de la carne es uno de los atributos más importantes de su calidad (Lawrie, 1985). Tomando en cuenta la anterior afirmación y observando los resultados plasmados en la tabla 8, se puede decir que la carne empleada es jugosa y de calidad.

La característica sensorial de sabor, no tuvo diferencia estadística significativa, de acuerdo al criterio de los panelistas, lo cual se ve reflejado en la puntuación otorgada a cada muestra.

**Tabla 9 Media de puntuación en la característica sensorial de sabor día 0**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Media</b> | <b>Calificación</b> |
|-----------------------------|--------------|---------------------|
| 454 (CR)                    | 6.33         | Gusta moderadamente |
| 576 (SR)                    | 6.40         | Gusta moderadamente |

Fuente: elaboración propia, 2018.

El sabor de ambas muestras es de un gusto moderado, esto debido a que en la carne existe un sabor básico «a carne», que es común a todas las especies y que es debido a los compuestos hidrosolubles presentes en el músculo. El sabor específico de la carne de cada especie viene determinado por los compuestos liposolubles presentes en la grasa. Durante el cocinado de la carne se producen transformaciones en todos estos compuestos y se generan productos nuevos, que dan el color y sabor característico de la carne cocinada.

Según la calificación a ambas muestras, se observa que el almidón no le confirió ningún sabor externo a la carne; así mismo al observar el resultado de pH del día 0, se puede relacionar con la buena ponderación recibida por parte de los panelistas ya que el pH influye directamente tanto en el sabor como el olor del musculo.

Luego de evaluar las características sensoriales en el día 0 de las muestras, con recubrimiento comestible (494) y muestra sin recubrimiento comestible (576), a través del juicio de los panelistas y ser sometida cada característica a un tratamiento estadístico, se deduce que sensorialmente la carne cumple con los atributos de calidad necesarios para continuar con la fase de investigación.

### 9.5.2 Día 12

A continuación se presenta la tabla 10, en la cual se puede observar el factor calculado y el factor tabulado de cada característica evaluada en el día 12.

**Tabla 10 Valores de características sensoriales día 12**

| Características | T calculado | T tabulado | Conclusión                                                                                                    |
|-----------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Color           | 4.24        | 1.74       | Debido a que $f_c > f_t$ , existe diferencia estadística significativa entre la característica sensorial      |
| Olor            | 1.38        | 1.74       | Debido a que $f_c < f_t$ no existe diferencia estadística significativa entre las características sensoriales |
| Textura         | 1.26        | 1.74       |                                                                                                               |
| Sabor           | 0.47        | 1.74       |                                                                                                               |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La primera característica evaluada en el día 12 fue el color, el cual nuevamente presento diferencia estadística significativa, de acuerdo al criterio de los panelistas. Numéricamente,  $t$  calculada es mayor a  $t$  tabulado, por una diferencia de 2.5, esto debido al color marrón del almidón de malanga, el cual fue adquirido por la carne.

Cabe destacar que ambas muestras, carne con recubrimiento (494) y carne sin recubrimiento (576), para el criterio de los panelistas aún cumplía con la calidad necesaria para su consumo, lo cual se ve reflejado en las tablas de medianas presentadas a continuación.

**Tabla 11 Media de puntuación en la característica sensorial de color día 12**

| Código de la muestra | Día 0 |                     | Día 12 |                       |
|----------------------|-------|---------------------|--------|-----------------------|
|                      | Media | Calificación        | Media  | Calificación          |
| 454 (CR)             | 5.33  | Gusta poco          | 4.94   | No gusta, Ni disgusta |
| 576 (SR)             | 6.53  | Gusta moderadamente | 6.00   | Gusta moderadamente   |

Fuente: elaboración propia, 2018.

En la tabla 11 se puede observar que del día 0 al 12 en la muestra con recubrimiento (454) hubo un pequeño cambio en cuanto al criterio de los panelistas, de una ponderación

media de 5.33 cambió a una ponderación media de 4.94; dicha ponderación de 4.94 significa que la muestra no gusta pero tampoco disgusta. Lo anterior es debido al color marrón característico del almidón de malanga;

En cuanto a la muestra sin recubrimiento (576) no hubo variación en el día 12, en relación al gusto moderado presentado en el día 0 (**observar imagen 2**).

**Imagen 2 Muestras panel sensorial día 12**



Fuente: elaboración propia, 2018.

Las características textura, olor y sabor, como se puede observar en la tabla 10, no presentaron diferencia estadística significativa entre ambas muestras, 454 (con recubrimiento comestible) y 576 (sin recubrimiento), obteniéndose similitud en cuanto al criterio de los panelistas involucrados, lo cual se demuestra en las siguientes tablas de medias de puntuación.

La siguiente característica evaluada fue el aspecto sensorial olor, la cual de acuerdo a la tabla 10, no tuvo diferencia estadística significativa entre ambas muestras.

**Tabla 12 Media de puntuación en la característica sensorial de olor día 12**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Día 0</b> |                     | <b>Día 12</b> |                     |
|-----------------------------|--------------|---------------------|---------------|---------------------|
|                             | <b>Media</b> | <b>Calificación</b> | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b> |
| 454 (CR)                    | 6.00         | Gusta moderadamente | 5.00          | Gusta poco          |
| 576 (SR)                    | 6.13         | Gusta moderadamente | 5.39          | Gusta poco          |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Se puede observar que dicha característica aún en el día 12 fue del agrado de los panelistas aunque existió una pequeña variación en ambas muestras; en la muestra con recubrimiento (454) hubo un cambio en comparación con el día 0, de una puntuación de 6.00 pasó a una puntuación de 5.00; dicha variación pudo haberse debido al ligero descenso de pH

**Tabla 13 Media de puntuación en la característica sensorial de textura día 12**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Día 0</b> |                     | <b>Día 12</b> |                     |
|-----------------------------|--------------|---------------------|---------------|---------------------|
|                             | <b>Media</b> | <b>Calificación</b> | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b> |
| 454 (CR)                    | 5.87         | Gusta poco          | 5.06          | Gusta poco          |
| 576 (SR)                    | 6.20         | Gusta moderadamente | 5.33          | Gusta poco          |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La característica sensorial sabor, aún en el día 12 tuvo aceptación por parte de los panelistas, lo cual se ve reflejado en la siguiente tabla 14:

**Tabla 14 Media de puntuación en la característica sensorial de sabor día 12**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Día 0</b> |                     | <b>Día 12</b> |                     |
|-----------------------------|--------------|---------------------|---------------|---------------------|
|                             | <b>Media</b> | <b>Calificación</b> | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b> |
| 454 (CR)                    | 6.33         | Gusta moderadamente | 5.17          | Gusta poco          |
| 576 (SR)                    | 6.40         | Gusta moderadamente | 5.33          | Gusta poco          |

Fuente: elaboración propia, 2018.

En la tabla 14 se puede observar un pequeño cambio en ambas muestras, de una media promedio de 6 en el día 0 a una media promedio de 5 en el día 12; dicha media del día 12

aún significa que la carne es del gusto de los panelistas, aunque es real que el descenso del pH y el aumento de la acidez, empiezan a alterar las muestras.

Luego de evaluar las características sensoriales en el día 12 de las muestras, con recubrimiento comestible (494) y muestra sin recubrimiento comestible (576), a través del juicio de los panelistas y ser sometida cada característica a un tratamiento estadístico, se deduce que sensorialmente la carne sometida a investigación aún cumple con los atributos de calidad necesarios.

### 9.5.3 Día 18:

A continuación se presenta la tabla 15, en la cual se puede observar el factor calculado y el factor tabulado de cada característica evaluada en el día 18.

**Tabla 15 Valores de características sensoriales día 18**

| Características | T calculado | T tabulado | Conclusión                                                                                                    |
|-----------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Color           | 1.99        | 1.72       | Debido a que $f_c > f_t$ , existe diferencia estadística significativa entre la característica sensorial      |
| Olor            | 0.74        | 1.72       | Debido a que $f_c < f_t$ no existe diferencia estadística significativa entre las características sensoriales |
| Textura         | 0.18        | 1.72       |                                                                                                               |
| Sabor           | 0.83        | 1.72       |                                                                                                               |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La primera característica evaluada en el día 18 fue el color, el cual nuevamente presento diferencia estadística significativa, de acuerdo al criterio de los panelistas. Numéricamente, t calculada es mayor a t tabulado, por un diferencia de 0.27, esto debido tanto color marrón del almidón de malanga, el cual fue adquirido por la carne como también al color pardo y pálido.

Cabe destacar que ambas muestras, carne con recubrimiento (494) y carne sin recubrimiento (576), para el criterio de los panelistas ya no cumplía con la calidad necesaria para su consumo, lo cual se ve reflejado en las tablas de medianas presentadas a continuación.

**Tabla 16 Media de puntuación en la característica sensorial de color día 18**

| Código de la muestra | Día 12 |                       | Día 18 |               |
|----------------------|--------|-----------------------|--------|---------------|
|                      | Media  | Calificación          | Media  | Calificación  |
| 454 (CR)             | 4.94   | No gusta, Ni disgusta | 3.60   | Disgusta poco |
| 576 (SR)             | 6.00   | Gusta moderadamente   | 3.95   | Disgusta poco |

Fuente: elaboración propia, 2018.

En la tabla 16, se puede observar un descenso muy marcado del día 12 al día 18, en cuanto al criterio o juicio de los panelistas, teniendo un disgusto hacia las dos muestras, esto debido a que presentaron un color muy oscuro/pálido.

Como ya se ha comentado, el color es el primer factor que determina la compra del producto, valorando positivamente un color rojo brillante y rechazando la carne con color rojo apagado o tonos pardos (**observar imagen 3**).

**Imagen 3 Muestras panel sensorial día 18**



Fuente: elaboración propia, 2018.

La característica olor, textura y sabor, como se puede observar en la tabla 15, no presentaron diferencia estadística significativa entre ambas muestras, 454 (con recubrimiento comestible) y 576 (sin recubrimiento); esto no quiere decir que dichas

características hayan sido del agrado de los panelistas, más bien significa que las muestras no tuvieron diferencia estadística ya que ambas no son del agrado en el día 18

La siguiente característica evaluada fue el aspecto sensorial olor, la cual de acuerdo a los resultados plasmados en la tabla 15, no tuvo diferencia estadística significativa entre ambas muestras. En la tabla 17 se puede observar la media de puntuación para la característica olor.

**Tabla 17 Media de puntuación en la característica sensorial de olor día 18**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Día 12</b> |                     | <b>Día 18</b> |                        |
|-----------------------------|---------------|---------------------|---------------|------------------------|
|                             | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b> | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b>    |
| 454 (CR)                    | 5.00          | Gusta poco          | 2.45          | Disgusta moderadamente |
| 576 (SR)                    | 5.39          | Gusta poco          | 2.65          | Disgusta moderadamente |

Fuente: elaboración propia, 2018.

En la tabla 17 se observa un cambio drástico en cuanto a la característica olor, pasó de una media promedio de 5 en el día 12 a una media promedio de 2 en el día 18, lo cual significa que ambas muestras disgustan de manera moderada; esto debido a la acumulación y aumento de acidez en las muestras, lo cual se ve reflejado en un olor agrio.

La siguiente característica evaluada fue la textura, la cual tampoco tuvo diferencia estadística significativa. A criterio de los panelistas, ambas muestras son desagradables, lo cual se puede observar en la tabla 18.

**Tabla 18 Media de puntuación en la característica sensorial de textura día 18**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Día 12</b> |                     | <b>Día 18</b> |                       |
|-----------------------------|---------------|---------------------|---------------|-----------------------|
|                             | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b> | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b>   |
| 454 (CR)                    | 5.06          | Gusta poco          | 4.20          | No gusta, Ni disgusta |
| 576 (SR)                    | 5.33          | Gusta poco          | 4.45          | No gusta, Ni disgusta |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La siguiente característica evaluado en el día 18 fue el sabor, el cual no presento diferencia estadística significativa, ya que ambas muestras desagradaron a los panelistas; dicho criterio se puede observar en la tabla 19.

**Tabla 19 Media de puntuación en la característica sensorial de sabor día 18**

| <b>Código de la muestra</b> | <b>Día 12</b> |                     | <b>Día 18</b> |                        |
|-----------------------------|---------------|---------------------|---------------|------------------------|
|                             | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b> | <b>Media</b>  | <b>Calificación</b>    |
| 454 (CR)                    | 5.17          | Gusta poco          | 2.60          | Disgusta moderadamente |
| 576 (SR)                    | 5.33          | Gusta poco          | 2.75          | Disgusta moderadamente |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Analizando la tabla 19, se puede deducir que las muestras ya no cumplen con la calidad necesaria, ya que presentan un sabor agrio/amargo, que desagrada el paladar de los panelistas. Dicho sabor agrio se debe al descenso en el pH, el cual llego a niveles de 4, en donde las carnes se consideran ácidas y no aptas para el consumo; a esto se le suma en aumento en la acidez, llegando a un porcentaje de 9, el cual según la literatura debe encontrarse menor a 5%.

En este estado, la carne presenta olor y sabor agrio. Puede deberse a varios factores, como: las propias enzimas de la carne, la producción anaerobia de ácidos grasos o lácticos por acción bacteriana, la proteólisis (sin putrefacción) producida por bacterias facultativas o anaerobias, a la que se le denomina “fermentación agria hedionda”.

Las bacterias involucradas en esta alteración son anaerobias y facultativas, especialmente de los géneros *Clostridium sp*, *Lactobacillus sp*, *Staphylococcus aureus* y *Coliformes totales*.

Luego de evaluar las características sensoriales en el día 18 de las muestras, con recubrimiento comestible (494) y muestra sin recubrimiento comestible (576), a través del juicio de los panelistas y ser sometida cada característica a un tratamiento estadístico, se deduce que sensorialmente la carne sometida a investigación no cumple con los atributos de calidad necesarios.

## 9.6 Determinaciones fisicoquímicas

Los análisis fisicoquímicos realizados fueron pH, acidez titulable y capacidad de retención de agua; dichos análisis fueron realizados a ambas muestras, con recubrimiento comestible (494) y sin recubrimiento comestible (576), en los días 0, 12 y 18.

### 9.6.1 Determinación de pH (Día 0, 12 y 18)

El pH fue determinado en los días 0, 12 y 18, basado en la metodología establecida, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 20 Resultados pH**

| <b>Resultados análisis fisicoquímicos<br/>pH</b> |              |               |               |
|--------------------------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| <b>Muestra</b>                                   | <b>Día 0</b> | <b>Día 12</b> | <b>Día 18</b> |
| <b>494 (CR)</b>                                  | 6.234        | 5.543         | 4.231         |
| <b>576 (SR)</b>                                  | 6.032        | 5.487         | 4.176         |

Fuente: elaboración propia, 2018.

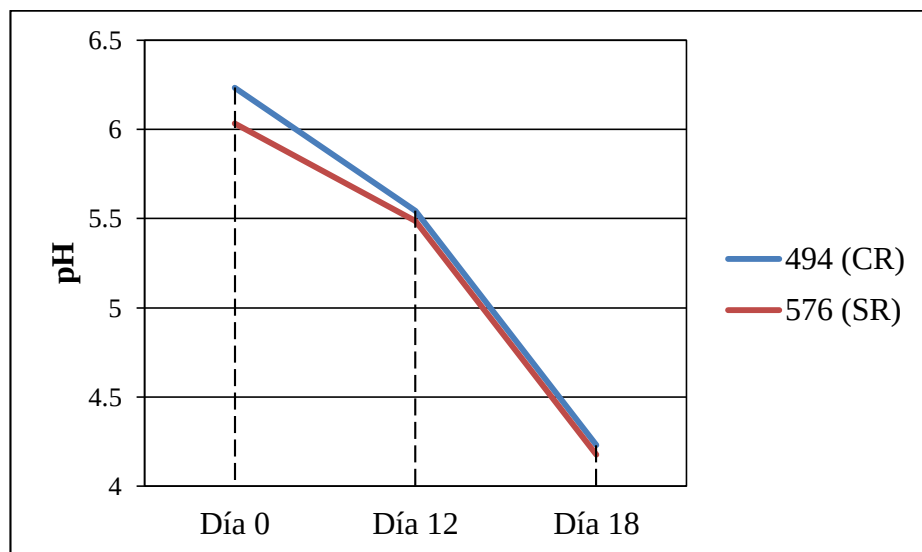
La medición del pH en la carne se usa como un indicador para evaluar la durabilidad y la calidad de la misma. En la tabla 20 se observa que en el día 0 ambas muestras tuvieron un pH entre 6 a 6.3, cercano a la neutralidad, lo cual hace notar que la carne utilizada fue de calidad; los resultados del día 0 coinciden con el criterio de los panelistas en cuanto a la característica de sabor ya que un aspecto influyente en el sabor y olor de la carne es el pH final del músculo (Lawrie, 1985).

De la misma forma en la tabla 20 se puede observar que del día 0 al día 12 hubo un pequeño descenso en el pH de ambas muestras, hasta 5.4; dicho pH aún se encuentra dentro de un rango en el cual la carne no presenta acidez, por lo cual se puede decir que cumple en cuanto ha dicho parámetro fisicoquímico.

En el día 18 ambas muestras presentan un pH promedio de 4, lo cual indica que la carne presenta acidificación parcial, por lo tanto a partir de este resultado la carne ya no era apta en cuanto a la calidad; dicho resultado concuerda con el criterio de los panelistas en la evaluación sensorial, en donde el olor y sabor fue ácido.

A continuación se presenta la secuencia en la cual el pH fue descendiendo en los días establecidos (0, 12 y 18):

**Gráfica 1 Desarrollo de pH**



Fuente: elaboración propia, 2018.

Como se puede observar en la gráfica 1 después del día 12 al día 18 hubo un notorio descenso del pH de 5.5 a 4.25 esto debido a que uno de los cambios más importantes que ocurre en la bioquímica celular es la gradual acumulación de ácido láctico, la cual origina una progresiva acidificación del músculo que se refleja en la disminución del pH (Monin, 1988).

### 9.6.2 Determinación de acidez titulable (Día 0, 12 y 18)

La acidez titulable fue determinada en los días 0, 12 y 18, basado en la metodología establecida, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 21 Resultados acidez**

| Resultados análisis fisicoquímicos<br>Acidez |       |        |        |
|----------------------------------------------|-------|--------|--------|
| Muestra                                      | Día 0 | Día 12 | Día 18 |
| 494 (CR)                                     | 0.24% | 0.48%  | 0.84%  |
| 576 (SR)                                     | 0.23% | 0.45%  | 0.77%  |

Fuente: elaboración propia, 2018.

La acidez de la carne determina su grado de aceptación por el consumidor. Elevadas concentraciones de ácido láctico es un indicativo de alteración de la carne; según diversas literaturas afirman que se aceptan niveles de hasta 0.5% de ácido láctico en carne.

En la tabla 21 se puede observar que el día 0, ambas muestras, carne con recubrimiento (454) y carne sin recubrimiento (576), presentaron un bajo porcentaje de ácido láctico, lo cual es normal debido al proceso *post mortem* que sufre la carne.

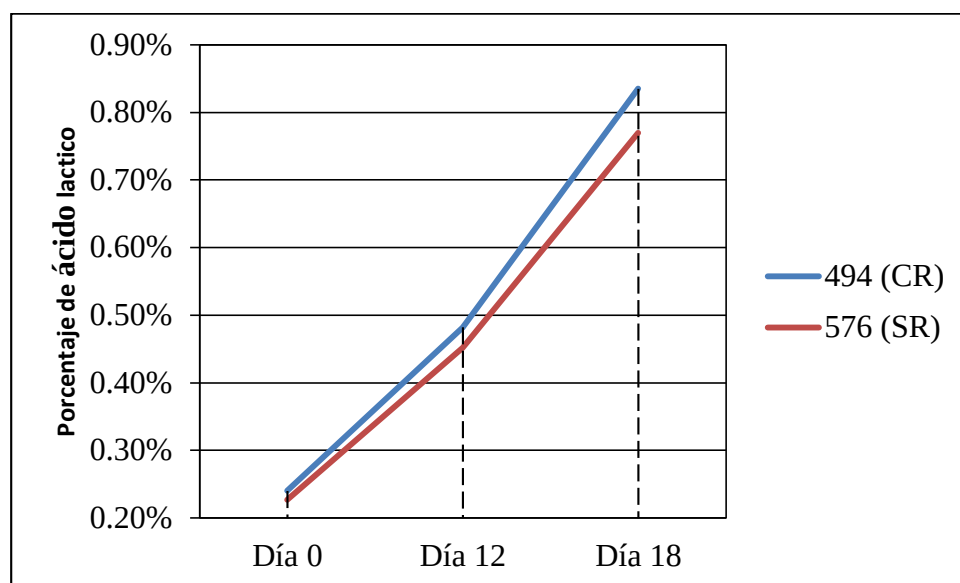
En el día 12, existió un ascenso en la acidez de ambas muestras, pasó de 0.2% a 0.4%, lo cual indica el aumento de ácido láctico en ambas muestras, aunque el aumento es más notorio en la muestras con recubrimiento (494) en comparación con la muestra sin recubrimiento (576); en base a la literatura sobre el porcentaje máximo de acidez en carne fresca y tomando en cuenta los resultados de la evaluación sensorial de la característica sabor y olor, las cuales según los panelistas fue de su agrado, se puede afirmar que las muestras aún con este aumento de acidez, mantienen su calidad.

En la tabla 21 se observa que en el día 18, hubo un incremento muy marcado de más de la mitad en comparación al porcentaje del día 12; en dicho incremento pudo haber influido la temperatura de almacenamiento (4-6) °C ya que a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento de los productos cárnicos, en los mismos se desarrolla una microflora láctica que hace que la acidez aumente por la producción de ácido láctico.

Este aumento de acidez se torna inaceptable desde el punto de vista sensorial, ya que según el criterio de los panelistas, en el día 18 la carne presentaba olor y sabor agrio; al mismo tiempo es indicativo de una condición sanitaria inaceptable en el producto.

A continuación se presenta la secuencia en la cual la acidez fue ascendiendo en los días establecidos (0, 12 y 18):

**Gráfica 2 Desarrollo de acidez**



Fuente: elaboración propia, 2018.

### 9.6.3 Determinación de capacidad de retención de agua (Día 0, 12 y 18)

La capacidad de retención de agua fue determinada en los días 0, 12 y 18, basado en la metodología establecida, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 22 Resultados Capacidad de Retención de agua**

| Resultados análisis fisicoquímicos<br>CRA |       |        |        |
|-------------------------------------------|-------|--------|--------|
| Muestra                                   | Día 0 | Día 12 | Día 18 |
| 494 (CR)                                  | 41.04 | 29.7   | 11.1   |
| 576 (SR)                                  | 39.5  | 27     | 8.3    |

Fuente: elaboración propia, 2018.

Pearson (1994) afirma que de la capacidad de retención de agua de la carne dependen en buena parte muchas de las propiedades físicas de la misma, incluyendo el color, la textura y la firmeza de la carne cruda, así como, la jugosidad y blandura en productos cocidos.

En la tabla 22 se observa que en el día 0 ambas muestras tuvieron un CRA entre 39 a 41, lo cual hace notar que la carne utilizada fue jugosa y suave; los resultados del día 0 coinciden con el criterio de los panelistas en cuanto a la característica de color y textura.

En los músculos crudos podría considerarse la retención de agua como la pérdida de agua cuando el alimento está sujeto a congelamiento, descongelamiento, centrifugación o compresión.

Para el día 12 la capacidad de retención de agua -CRA-, se vio disminuida hasta niveles de entre 27 a 29; dicho descenso se ve reflejado en la pérdida de color. De igual manera se ve afectado el sabor ya que la carne se torna reseca.

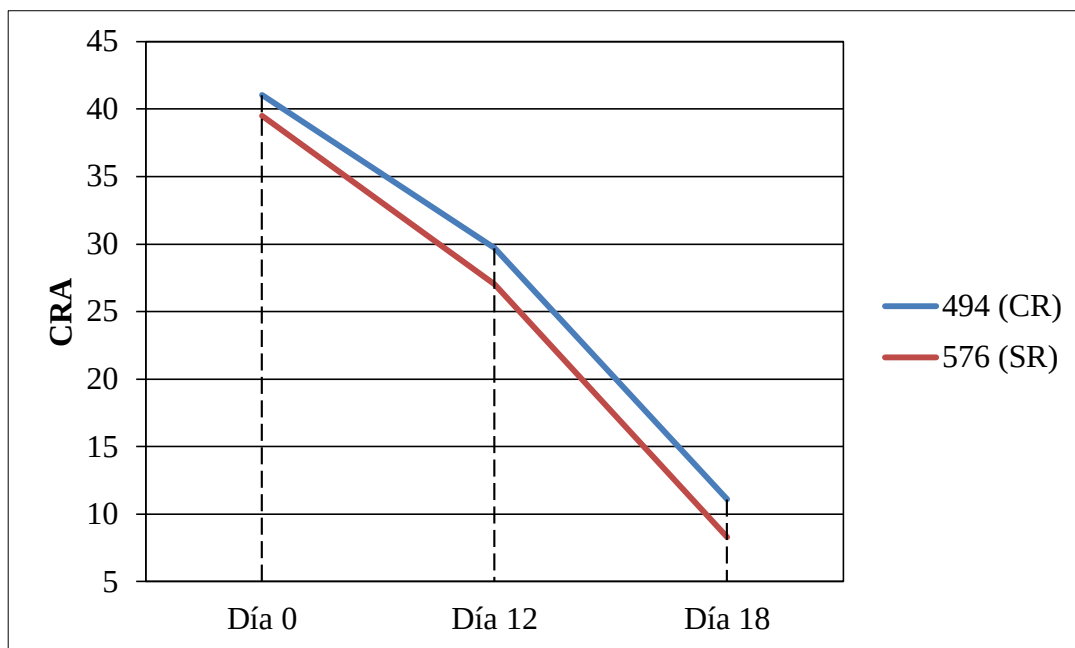
Durante el día 18, la carne según las propiedades sensoriales evaluadas, se vuelve pálida, oscura y presenta dureza. La capacidad de retención de agua, descendió hasta aproximadamente 8 lo cual es un claro indicativo de sequedad. La sequedad está asociada con el decremento de los demás atributos de palatabilidad, especialmente con la carencia de sabor y el incremento de la dureza, y a su vez está íntimamente relacionada con la capacidad de retención de agua.

El pH, la estabilidad oxidativa, el tipo de carne así como la presencia de sales y otros aditivos pueden potenciar o reducir los valores de CRA; a un pH de 5.5 el valor de CRA es mínimo y alcanza un máximo a valores de pH cercanos a la neutralidad.

En la gráfica 3 se puede observar la manera en la que ambas muestras fueron descendiendo de CRA hasta llegar a niveles inferiores a 15; niveles en los cuales la carne se fue viendo afectada sensorialmente; dicho descenso también se ve afectado debido a la temperatura de almacenamiento que se manejó en la investigación (4-6) °C, ya que dicha temperatura se presta para la exudación de la carne y con ello se va perdiendo nutrientes que inciden directamente en el cambio de color y el sabor.

A continuación se presenta la secuencia en la cual la acidez fue ascendiendo en los días establecidos (0, 12 y 18):

**Gráfica 3 Desarrollo de CRA**



Fuente: elaboración propia, 2018.

## **9.7 Determinaciones microbiológicas**

La actividad microbiológica de las muestras de carne con recubrimiento (494) y sin recubrimiento (576) fue evaluada en los días 0 y 18, con el objetivo de verificar una posible variación en los estándares microbiológicos establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA-.

### **9.7.1 *Escherichia coli* (Día 0 y 18)**

Día 0: se realizó la evaluación microbiológica inicial de *E. coli* para ambas muestras de carne, con recubrimiento comestible (494) y sin recubrimiento comestible (576); dichos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos -LAFYM- de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los resultados fueron los siguientes. (Ver anexo 13.4. pág.71 a pág.74).

Los resultados para la muestra 494 y 576, satisfacen las exigencias del Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA-, el cual hace referencia a que el límite máximo permisible debe ser <10 UFC/g, lo cual quiere decir que la carne empleada en la presente investigación fue obtenida mediante un adecuado e inocuo proceso por parte de los involucrados en la matanza.

Numéricamente, aunque ambas muestras de carne cumplieron con la exigencia requerida por el Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA-, se debe mencionar que sí existió presencia de *E.coli*, por lo que la carga bacteriana continuara su crecimiento por el tiempo de experimentación y posiblemente a fermentaciones que puedan darse en la carne fresca.

Día 18: en esta etapa también se evaluaron muestras finales, carne con recubrimiento (454) y carne sin recubrimiento (576); dichos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos -LAFYM- de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los resultados fueron los siguientes. (Ver anexo 13.4. pág.71 a pág.74).

Los resultados fueron comparados con los límites máximos permitidos por el RTCA. De acuerdo a los resultados, ambas muestras tuvieron un crecimiento progresivo en cuanto a contaminación de dicha bacteria. Dicho crecimiento puede adjudicarse a la formación de ácido láctico, el cual se encontraba en la superficie de las muestras; otro factor que no se debe descartar en la contaminación es el factor humano, ya que una mala manipulación en la elaboración e incorporación del recubrimiento comestible pudo haber transmitido dicha bacteria.

Lo anterior confirma que el almidón de malanga no tiene la capacidad de inhibir el crecimiento de *E. coli*.

#### **9.7.2 *Salmonella* ssp/25g (Día 0 y 18)**

Los recuentos microbiológicos obtenidos en el producto inicial y final para determinación de *Salmonella* sp, de acuerdo al RTCA, debe de indicarse de la siguiente manera: AUSENCIA O PRESENCIA de dichas bacterias en el alimento.

De acuerdo a los anexos 13.4, págs. 71 - 74, tanto en el día inicial 0 como en el día final 18, los resultados satisfacen las exigencias del Reglamento Técnico Centroamericano - RTCA-ya que no existió presencia de dicha bacteria en ambas muestras de carne, con recubrimiento comestible (494) y sin recubrimiento comestible (576).

La *Salmonella* sp es un microorganismo fecal que puede estar presente por acción del humano, como lo es un destace en malas condiciones higiénicas como también la falta de buenas prácticas pecuarias en los productores de carne. En el presente caso se interpreta que la carne sometida a investigación provenía de proveedores que manejan las buenas prácticas de higiene en los trabajadores y la salud de las vacas en producción. La importancia de la ausencia de esta bacteria en carne radica en que es una bacteria que puede ocasionar serios daños a la salud del humano siendo una de las principales bacterias causante de enfermedades transmitidas por alimentos.

### **9.7.3 *Pseudomonas sp* (Día 0 y 18)**

Día 0: se realizó la evaluación microbiológica inicial de *Pseudomonas sp*, para ambas muestras de carne, con recubrimiento comestible (494) y sin recubrimiento comestible (576); dichos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos -LAFYM- de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los resultados fueron los siguientes. (Ver anexo 13.4. págs.71-74).

Los resultados para la muestra 494 y 576, tanto para el día 0 como para el día 18, satisfacen las exigencias del Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA-, aunque cabe destacar que dicho reglamento no hace referencia sobre algún límite máximo permisible, esto debido a que las *Pseudomonas sp* son agentes que afectan o coadyuvan en la descomposición del alimento en estudio.

Dicho análisis dio como resultado la AUSENCIA de *Pseudomonas sp* en ambas muestras, lo cual quiere decir que el músculo empleado en la presente investigación fue obtenido mediante un adecuado proceso de crianza de la res.

## 10 CONCLUSIONES

- 10.1. La hipótesis planteada en la presente investigación, se acepta, ya que el uso de recubrimiento comestible de almidón de malanga, no prolongó considerablemente la vida útil de la carne de res corte tipo lomito.
- 10.2. La vida útil de la carne lomito, refrigerada (4-6) °C, con recubrimiento comestible, conservó sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas hasta el día 12, después de este periodo la carne ya no fue apta para su consumo.
- 10.3. La carne con recubrimiento evaluada en la presente investigación, después del día 12, empezó a ver alteradas sus propiedades fisicoquímicas debido al descenso tanto del pH como de la capacidad de retención de agua, y el aumento de la acidez.
- 10.4. Ambas muestras de carne, con recubrimiento (454) y la muestra sin recubrimiento (576), sensorialmente, fueron del agrado de los panelistas en los días 0 y 12, aunque debido a los cambios fisicoquímicos y microbiológicos, en el día 18 a criterio de los panelistas ya eran inaceptables ambas muestras.
- 10.5. Al comparar microbiológicamente la muestra con recubrimiento (454) y la muestra sin recubrimiento (576), se pudo observar en ambas la presencia de *E.coli*, lo cual pudo ser por una inadecuada manipulación del recubrimiento comestible, así como también una posible contaminación durante la extracción del almidón.

## 11 RECOMENDACIONES

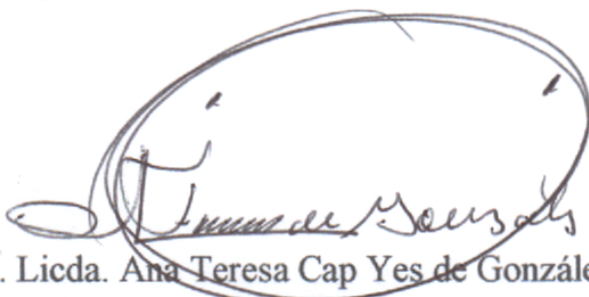
- 11.1. Evaluar la vida útil de la carne corte lomito, con el recubrimiento de almidón de malanga pero con la incorporación de un agente antimicrobiano natural y un regulador de acidez.
- 11.2. Someter a evaluación otro tipo de carne, ya sea porcina o avícola, con el fin de observar el comportamiento de sus características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas, con la adición de recubrimiento comestible de almidón de malanga.
- 11.3. Analizar como una alternativa para la elaboración de recubrimientos comestibles en carne fresca, una mezcla entre un polisacárido y una proteína, para observar si existe aumento en la vida útil.

## 12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 12.1 *Ácido hialurónico en malanga*. Recuperado el 8 de agosto de 2017 en: <https://www.acidohialuronico.org/malanga-propiedades/.com>
- 12.2 Andújar, G., & Venegas, O. (2003). *Química y Bioquímica de la carne*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.
- 12.3 Badui Dergal, S. (2006). Carbohidratos. En S. Badui Dergal, *Química de los alimentos* (págs. 75-96). México: Editorial Pearson.
- 12.4 Codex alimentarius. (2007.). *Composición de la malanga*. Recuperado el 19 de septiembre de 2017 en: [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr\\_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html)
- 12.5 Fennema, O. (1993). El agua y el hielo. En O. Fennema, *Química de los alimentos* (págs. 21-22). Barcelona, España: Editorial Acribia S.A.
- 12.6 Fennema, O. (1993). Sistemas dispersos. En O. Fennema, *Química de los alimentos* (págs. 112-115). Barcelona, España: Editorial Acribia, S.A.
- 12.7 Ferrate de la Riva, A. (1996). *Composición química de tres cortes de carne bovina en la cocina guatemalteca*. (Trabajo de graduación, carrera Médico Veterinario). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guatemala.
- 12.8 Flores, S. (2007). *Estudios básicos y aplicados tendientes al desarrollo de películas comestibles*. (Tesis Doctoral en Tecnología de Alimentos). Universidad de Palermo. Buenos Aires, Argentina.
- 12.9 García, D. (2017). Cortes de carne en Guatemala. *Prensa Libre*. Recuperado el 12 de septiembre de 2017 en: [https://prensa\\_libre/cortes\\_de\\_carne.jpg](https://prensa_libre/cortes_de_carne.jpg).
- 12.10 Hernández Alarcon, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá, Colombia: Editorial Zaragoza.
- 12.11 Kester, J. J. y Fennema, O.R. (1986). Las películas y recubrimientos comestibles. En O. Fennema, *Química de los alimentos* (págs. 47- 59). Barcelona, España: Editorial Acribia, S.A.

- 12.12 Lawrie, R.A. (1985). *Ciencia de la carne*. Londres, Inglaterra: Editorial Acribia, S.A.
- 12.13 Lehninger. (2002). *Principios de bioquímica*. Barcelona, España: Editorial Omega.
- 12.14 López Hernández, L. H., Varela, D., & Hernández Hernández, I. (2013). Vida de anaquel de la carne. En L. H. López Hernández, D. Varela, & I. Hernández Hernández, *Estimación de vida de anaquel de la carne* (págs. 2-5). Querétaro, México: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.
- 12.15 López Vásquez, G. A. (2012). *Desarrollo para una fórmula para un refresco saborizado a fresa, fortificado con microingredientes aminoquelados para niños en edad pre-escolar y escolar*. (Trabajo de graduación, carrera Ingeniería en Alimentos). Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Sur Occidente, Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala.
- 12.16 Manfugás, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La habana, Cuba: Editorial Universitaria.
- 12.17 Miramont, S. (2012). *Recubrimientos comestibles elaborados a partir de biopolímeros*. (Tesis de Maestría en Tecnología de Alimentos). Universidad Autónoma de Buenos Aires. Escuela de Post-grado. Buenos Aires, Argentina.
- 12.18 Monin, F. (1988). *Tecnología de carne post mortem*. Medellín, Colombia: Editorial Limusa.
- 12.19 Montaldo, A. (1991). Cultivo de raíces y tubérculos. En A. Montaldo, *Cultivo de raíces y tubérculos* (págs. 53-60). San José, Costa Rica: Editorial IICA.
- 12.20 Moreira, V., & Beltrán, G. (2014). *Investigaciones sobre recubrimientos comestibles par alimentos*. Quito, Ecuador: Editorial Acribia, S.A.

- 12.21 Pearson, P. (1994). *Microbiología de carnes rojas*. Guadalajara, México: Editorial Universal.
- 12.22 *Reglamento Técnico Centroamericano*. (2009). Recuperado el 25 de septiembre de 2017 en: [www.mineco.gob.gt/sites/rtca-productos\\_carnicos.pdf](http://www.mineco.gob.gt/sites/rtca-productos_carnicos.pdf).
- 12.23 Restrepo, D., Arango, C., & Campuzano, A. (2001). *Industrias de carne*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- 12.24 Rodríguez, M., Ramírez, R., Juárez, B., & Ruiz, C. (2011). *Caracterización fisicoquímica de la malanga*. Oaxaca, México: Editorial McGraw Hill.
- 12.25 Rosales, A. (2016). *Obtención de biopolímeros a partir del almidón de malanga*. (Trabajo de graduación, carrera Ingeniería en Química Industrial). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- 12.26 Sánchez, O. (2014). *Tendencia de los recubrimientos comestibles*. Veracruz, México: Editorial Panamericana.
- 12.27 Serrano, E., & Humada, J. (2012). *Manejo pre y post sacrificio de la carne de vacuno*. Cantabria, España: Editorial Regional de Cantabria.
- 12.28 Silva Rubio, L. A. (2013). *Tecnologías en envases para productos cárnicos*. Barcelona, España: Editorial Universal.
- 12.29 Tharanathan, R. (2003). *Películas Biodegradables y Revestimientos Compuestos*. Managua, Nicaragua: Editorial Limusa.
- 12.30 Varela, G., & Zárate, K. (2001). *Carne de vacuno en alimentación humana*. Madrid, España: Editorial Pearson.

  
Vo. Bo. Licda. Ana Teresa Cap Yes de González  
Bibliotecaria CUNSUROC



## 13 ANEXOS

### **Anexo 13. 1 Metodología de aspectos fisicoquímicos**

#### **Anexo 13.1. 1 Determinación de pH**

Esta determinación se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un potenciómetro o medidor de pH.

##### Preparación de la muestra

- a. Pesar 10 g de carne, transferir a un vaso de licuadora, adicionar 100 mililitros de agua destilada y homogeneizar durante 1 min.
- b. Filtrar empleando gasa o manta de cielo para retirar el exceso de tejido conectivo.

##### Preparación del potenciómetro

- a. Calentar y calibrar el potenciómetro de acuerdo a su manual.
- b. Lavar varias veces el electrodo con agua, antes y después tomar la determinación

##### Medición

- a. Tomar una porción de la muestra filtrada.
- b. Sumergir el electrodo en la porción, de manera que la cubra totalmente.
- c. Tomar la lectura de pH del filtrado, con las soluciones reguladoras de referencia de pH 4 y pH 7.

### **Anexo 13.1. 2 Determinación de acidez titulable**

- a. Pesar 10 g de muestra, transferir en un vaso de licuadora, adicionar 200 ml de agua destilada y homogeneizar durante 1 min.
- b. Filtrar a través de manta de cielo para eliminar el exceso de tejido conectivo, recibir el filtrado en un matraz aforado de 250 ml y aforar con agua destilada.
- c. Transferir una alícuota de 25 ml del filtrado a un matraz Erlenmeyer de 125 ml añadir 75 ml de agua destilada y 2 gotas de fenolftaleína, agitar suavemente y titular con NaOH 0.1N.
- d. Preparar un blanco con agua destilada.
- e. Reportar en porcentaje de ácido láctico aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ácido láctico} = \frac{V * (N \text{ NaOH}) * (fd)}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

Dónde:

V = volumen de NaOH gastado en la muestra

N = normalidad del NaOH

fd = factor de dilución

### **Anexo 13.1. 3 Determinación “Capacidad de retención de agua”**

La capacidad de retención de agua se define como la habilidad que tiene la carne para retener el agua propia y añadida cuando se le somete a un esfuerzo mecánico. Esta propiedad se relaciona con las características de jugosidad, color, y terneza de la carne fresca, así como con el rendimiento en productos cocidos; a un pH de 5.5 el valor de CRA es mínimo y alcanza un máximo a valores de pH cercanos a la neutralidad.

- a. En dos tubos de centrífuga graduados colocar por separado 5 g de carne.
- b. A cada tubo, añadir 8 ml de solución fría de NaCl 0.6 M y agitar con una varilla de vidrio por un minuto.
- c. Colocar los tubos en un baño de hielo por 30 minutos.
- d. Agitar nuevamente los tubos con una varilla de vidrio por 1 minuto.
- e. Centrifugar los tubos por 15 minutos a 10,000 rpm y 4°C.
- f. Decantar y medir el sobrenadante en una probeta de 10 ml.
- g. Informar la cantidad de solución retenida por 100g de muestra.

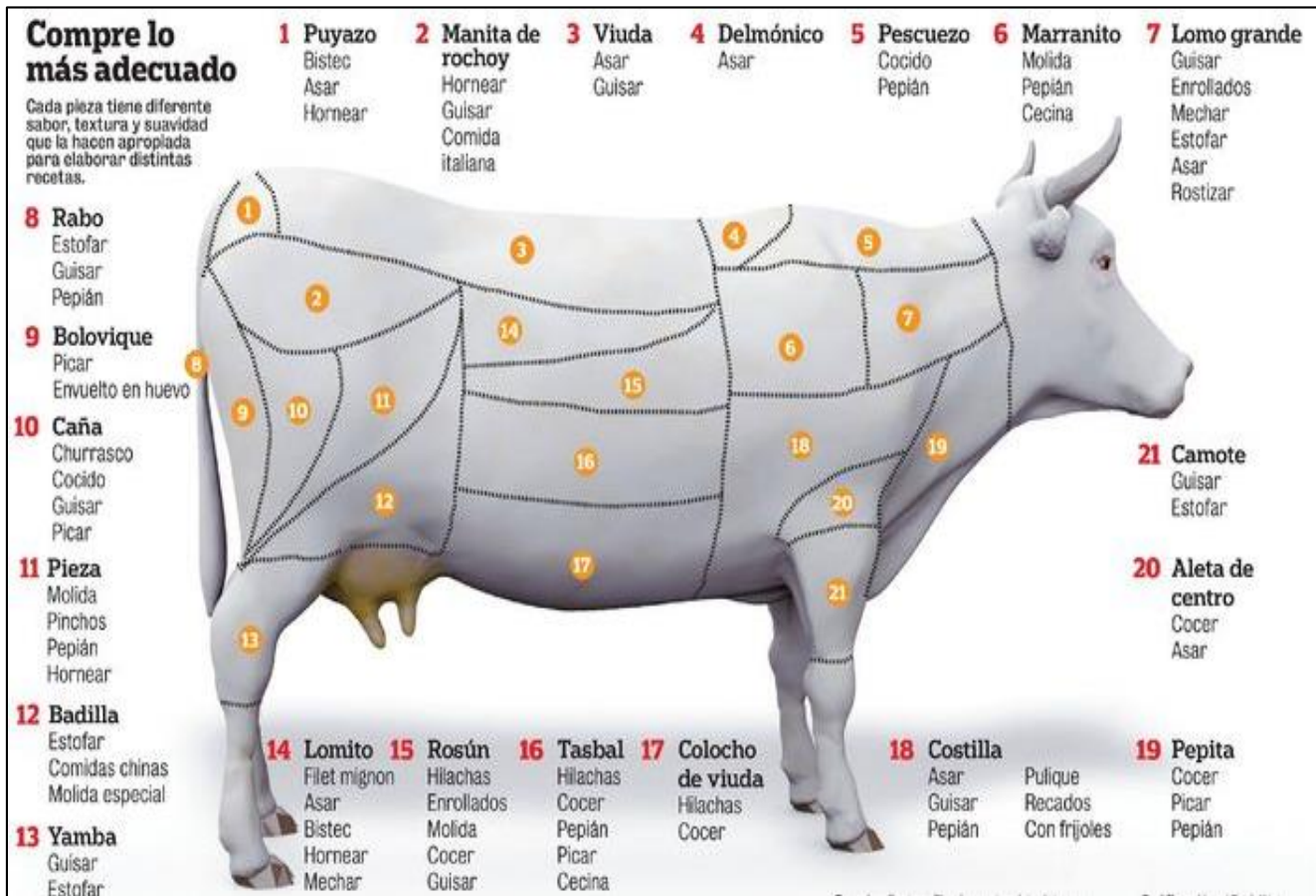
$$CRA = \frac{Va - Vs}{\text{Peso de muestra}} * 100$$

Dónde:

Va = volumen de solución salina añadida al tubo de centrífuga.

Vs = volumen del sobrenadante.

## Anexo 13. 2 Corte de carne de vacuno



Fuente: Cortes de carne en Guatemala, prensa libre digital. Consultado el 12 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: <https://i.pinimg.com/736x/21/5e/58/215e580c0b8cd3a32e737e2f3196af1f.jpg>

### **Anexo 13. 3 Metodología análisis microbiológico**

#### **Preparación de muestra**

- a) Tomar la muestra en condiciones asépticas. Si transcurre un tiempo entre la toma de muestra y el análisis, ésta se debe mantener en refrigeración.
- b) Pesar 10 gramos del alimento en una bolsa de plástico estéril y se añaden 90 ml de caldo de peptona estéril.
- c) Triturar u homogenizar la muestra durante 2 minutos.
- d) Realizar una serie de diluciones decimales seriadas en tubos con 9 ml de caldo de peptona. En función de la carga microbiana esperada en el alimento se realizan las diluciones que se crean convenientes.

#### **Desarrollo del análisis**

- a) Rotular las placas Petri film con la identificación de las muestras y la dilución correspondiente.
- b) Colocar las placas Petri film en una superficie plana
- c) Levantar el film superior e inocular 1 ml de la dilución decimal apropiada en el centro del film inferior.
- d) Bajar cuidadosamente el film superior encima de la muestra, evitando la formación de burbujas de aire.
- e) Incubar las placas por 1 día a 34°C en grupos de hasta 20 unidades de altura con la cara hacia arriba. Retirar las placas una vez cumplido su tiempo de incubación y proceder al recuento de colonias.
- f) Para el conteo se puede utilizar en contador de colonias standard u otro tipo de lupa con luz.

## Anexo 13. 4 Resultados microbiológicos

Día 0: *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, *Pseudomonas sp*



### Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Fecha de toma de muestra: 01/11/2018 12:00

Muestra: **LUIS MAZARIEGOS / ALIMENTO**

Institución: NO ESPECIFICADO

Temperatura: Refrigeración

Fecha de recepción : 02/11/2018 09:36

Fecha de entrega: 08/11/2018

N° de la muestra : 6238 (**Protocolo firmado**)

Número de lote : Mx 1 CARNE CRUDA SIN  
RECUBRIMIENTO DÍA 0

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

| ANÁLISIS                                                   | RESULTADO | Límites permitidos RTCA |
|------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>    | < 10UFC/g | 10 UFC/g                |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia  | Ausencia                |
| Aislamiento e identificación de <i>Pseudomonas</i> sp.     | Ausencia  | No presenta límites     |

\*Métodos de Referencia: BAM: Capítulos 5

APHA 5ta. ed: Capítulos 29 y 36

#### Conclusión:

La muestra recibida y analizada satisface los criterios de calidad del RTCA.

#### Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo

NMP/g Número Más Probable por gramo

Licda. Ana Rodas de García, QB.

Jefatura

Licda. Ana E. Rodas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.

El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Día 0: *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, *Pseudomonas* sp



**Laboratorio de Análisis Físicoquímicos  
y Microbiológicos - LAFYM**

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Fecha de toma de muestra: 01/11/2018 12:00  
Muestra: **LUIS MAZARIEGOS / ALIMENTO**  
Institución: NO ESPECIFICADO  
Temperatura: Refrigeración

Fecha de recepción : 02/11/2018 09:38  
Fecha de entrega: 08/11/2018  
N° de la muestra : 6239 (Protocolo firmado)  
Número de lote : Mx 2 CARNE CRUDA CON  
RECUBRIMIENTO DÍA 0

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS**

| ANÁLISIS                                                   | RESULTADO | Límites permitidos RTCA |
|------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>    | < 10UFC/g | 10 UFC/g                |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia  | Ausencia                |
| Aislamiento e identificación de <i>Pseudomonas</i> sp.     | Ausencia  | No presenta límites     |

\*Métodos de Referencia: BAM: Capítulos 5 APHA 5ta. ed: Capítulos 29 y 36

**Conclusión:**

La muestra recibida y analizada satisface los criterios de calidad del RTCA.

**Nomenclatura utilizada:**

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
NMP/g Número Más Probable por gramo

Licda. Ana Rodas de García, QB.  
Jefatura

Licda. Ana E. Rodas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Día 18: *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, *Pseudomonas* sp



**Laboratorio de Análisis Físicoquímicos  
y Microbiológicos - LAFYM**

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Fecha de toma de muestra: 01/11/2018 12:30

Muestra: **LUIS MAZARIEGOS / ALIMENTO**

Institución: NO ESPECIFICADO

Temperatura: Refrigeración

Fecha de recepción : 20/11/2018 08:10

Fecha de entrega: 23/11/2018

N° de la muestra : 6182 (Protocolo firmado)

Número de lote : Mx 1 CARNE CRUDA SIN  
RECUBRIMIENTO DÍA 18

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS**

| ANÁLISIS                                                   | RESULTADO | Límites permitidos RTCA |
|------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>    | 29 UFC/g  | 10 UFC/g                |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia  | Ausencia                |
| Aislamiento e identificación de <i>Pseudomonas</i> sp.     | Ausencia  | No presenta límites     |

\*Métodos de Referencia: BAM Capítulo 5 APHA 5ta. ed: Capítulos 29 y 36

**Conclusión:**

La muestra recibida y analizada no satisface los criterios de calidad del RTCA.

**Nomenclatura utilizada:**

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
NMP/g Número Más Probable por gramo

Licda. Ana Rodas de García, QB.

Jefatura

Licda. Ana E. Rodas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.

El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Día 18: *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, *Pseudomonas sp*



**Laboratorio de Análisis Físicoquímicos  
y Microbiológicos - LAFYM**

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Fecha de toma de muestra: 01/11/2018 12:30  
Muestra: **LUIS MAZARIEGOS / ALIMENTO**  
Institución: NO ESPECIFICADO  
Temperatura: Refrigeración

Fecha de recepción: 20/11/2018 08:13  
Fecha de entrega: 23/11/2018  
N° de la muestra: 6183 (**Protocolo firmado**)  
Número de lote: Mx 2 CARNE CRUDA CON  
RECUBRIMIENTO DÍA 18

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS**

| ANÁLISIS                                                   | RESULTADO | Límites permitidos RTCA |
|------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|
| Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>    | 25 UFC/g  | 10 UFC/g                |
| Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g. | Ausencia  | Ausencia                |
| Aislamiento e identificación de <i>Pseudomonas</i> sp.     | Ausencia  | No presenta límites     |

\*Métodos de Referencia: BAM Capítulo 5 APHA 5ta. ed: Capítulos 29 y 36

**Conclusión:**

La muestra recibida y analizada no satisface los criterios de calidad del RTCA.

**Nomenclatura utilizada:**

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
NMP/g Número Más Probable por gramo

Licda. Ana Rodas de García, QB.

Jefatura

Licda. Ana E. Rodas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

### Anexo 13. 5 Descripción del análisis estadístico empleado

Los datos obtenidos en el panel piloto se evaluaron utilizando la metodología estadística de ANDEVA (análisis de varianza), para encontrar diferencias entre las características sensoriales (olor, color, sabor y textura) de cada muestra. Tomando en cuenta que se analizó la vida de anaquel de muestra con recubrimiento de malanga y muestras sin recubrimiento de malanga, se utilizó un análisis de grupo de igual tamaño por el método de t de Student. El grupo A estuvo conformado por las muestras que no contienen recubrimiento de malanga y el grupo B por las muestras con recubrimiento de malanga.

Los pasos a seguir son los siguientes.

1. Determinación de la media aritmética de cada grupo.

$$\bar{A} = \frac{\sum \text{datos}}{n} \quad \bar{B} = \frac{\sum \text{datos}}{n}$$

2. Determinación de la desviación estándar de cada grupo.

$$SA = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{n}} \quad SB = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{n}}$$

3. Determinación del error estándar de cada grupo.

$$\gamma A = \frac{S}{\sqrt{(n-1)}} \quad \gamma B = \frac{S}{\sqrt{(n-1)}}$$

4. Determinación de la diferencia.

$$\gamma dif = \sqrt{(\gamma A)^2 (\gamma B)^2}$$

5. Determinación del valor de t calculado.

$$Tc = \frac{A-B}{\gamma dif}$$

6. Determinación del valor de t tabulado.

$$Gl: n-1$$

7. Conclusión

Sí  $Tc < T$  tabulado no existe diferencia estadística entre ambos tratamientos.

## 14 APÉNDICE

### 14.1 Boleta evaluación sensorial



**Boleta para evaluación de las características sensoriales del corte de carne de res lomito, con la incorporación de un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga.**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** a continuación se le presentan 2 muestras, las cuales debe calificar de acuerdo a su preferencia, en la escala presentada, colocando una "X" en el aspecto que considere conveniente.

#### COLOR

| APRECIACIÓN            | 494 | 576 |
|------------------------|-----|-----|
| Gusta mucho            |     |     |
| Gusta moderadamente    |     |     |
| Gusta poco             |     |     |
| No gusta ni disgusta   |     |     |
| Disgusta poco          |     |     |
| Disgusta moderadamente |     |     |
| Disgusta mucho         |     |     |

**Observaciones:**

---

---

### OLOR

| APRECIACIÓN            | 494 | 576 |
|------------------------|-----|-----|
| Gusta mucho            |     |     |
| Gusta moderadamente    |     |     |
| Gusta poco             |     |     |
| No gusta ni disgusta   |     |     |
| Disgusta poco          |     |     |
| Disgusta moderadamente |     |     |
| Disgusta mucho         |     |     |

**Observaciones:**

---

---

### TEXTURA

| APRECIACIÓN            | 494 | 576 |
|------------------------|-----|-----|
| Gusta mucho            |     |     |
| Gusta moderadamente    |     |     |
| Gusta poco             |     |     |
| No gusta ni disgusta   |     |     |
| Disgusta poco          |     |     |
| Disgusta moderadamente |     |     |
| Disgusta mucho         |     |     |

**Observaciones:**

---

---

### SABOR

| APRECIACIÓN            | 494 | 576 |
|------------------------|-----|-----|
| Gusta mucho            |     |     |
| Gusta moderadamente    |     |     |
| Gusta poco             |     |     |
| No gusta ni disgusta   |     |     |
| Disgusta poco          |     |     |
| Disgusta moderadamente |     |     |
| Disgusta mucho         |     |     |

**Observaciones:**

---

---

Gracias por su participación.

## 14.2 Resultados análisis estadísticos de grupo de igual tamaño

### Resultados día 0:

#### Color

| Color día 0          |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 6               | 7               | 0.44                  | 0.22                  |
| 2                    | 4               | 7               | 1.78                  | 0.22                  |
| 3                    | 5               | 6               | 0.11                  | 0.28                  |
| 4                    | 6               | 7               | 0.44                  | 0.22                  |
| 5                    | 5               | 7               | 0.11                  | 0.22                  |
| 6                    | 6               | 7               | 0.44                  | 0.22                  |
| 7                    | 7               | 6               | 2.78                  | 0.28                  |
| 8                    | 6               | 7               | 0.44                  | 0.22                  |
| 9                    | 3               | 6               | 5.44                  | 0.28                  |
| 10                   | 6               | 7               | 0.44                  | 0.22                  |
| 11                   | 5               | 6               | 0.11                  | 0.28                  |
| 12                   | 5               | 7               | 0.11                  | 0.22                  |
| 13                   | 4               | 5               | 1.78                  | 2.35                  |
| 14                   | 6               | 6               | 0.44                  | 0.28                  |
| 15                   | 6               | 7               | 0.44                  | 0.22                  |
| $\Sigma$             | 80              | 98              | 15.33                 | 5.73                  |

| $\underline{A}$ =                                                                                                                                                                   | 5.33 |  | SA=         | 1.01 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{B}$ =                                                                                                                                                                   | 6.53 |  | SB=         | 0.62 |
| ESA=                                                                                                                                                                                | 0.27 |  | Errdif=     | 0.32 |
| ESB=                                                                                                                                                                                | 0.17 |  | Tcalculado= | 3.79 |
|                                                                                                                                                                                     |      |  | Ttabulado=  | 1.75 |
| Conclusión                                                                                                                                                                          |      |  |             |      |
| Sí existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576); esto debido al color marron proporcionado por el almidón. |      |  |             |      |

#### Olor

| Olor día 0           |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 5               | 7               | 0.44                  | 0.87                  |
| 2                    | 4               | 4               | 2.78                  | 4.27                  |
| 3                    | 5               | 6               | 0.44                  | 0.00                  |
| 4                    | 5               | 6               | 0.44                  | 0.004                 |
| 5                    | 6               | 7               | 0.11                  | 0.87                  |
| 6                    | 6               | 7               | 0.11                  | 0.87                  |
| 7                    | 6               | 5               | 0.11                  | 1.14                  |
| 8                    | 7               | 7               | 1.78                  | 0.87                  |
| 9                    | 4               | 4               | 2.78                  | 4.27                  |
| 10                   | 7               | 7               | 1.78                  | 0.87                  |
| 11                   | 4               | 4               | 2.78                  | 4.27                  |
| 12                   | 6               | 7               | 0.11                  | 0.87                  |
| 13                   | 6               | 6               | 0.11                  | 0.00                  |
| 14                   | 7               | 7               | 1.78                  | 0.87                  |
| 15                   | 7               | 7               | 1.78                  | 0.87                  |
| $\Sigma$             | 85              | 91              | 17.33                 | 20.93                 |

| $\underline{A}$ =                                                                                                                           | 6.00 |  | SA=         | 0.82 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{B}$ =                                                                                                                           | 6.13 |  | SB=         | 1.09 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.22 |  | Errdif=     | 0.36 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.29 |  | Tcalculado= | 0.37 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.75 |
| Conclusión                                                                                                                                  |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## Textura

| Textura día 0        |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 7               | 7               | 1.28                  | 0.64                  |
| 2                    | 5               | 6               | 0.75                  | 0.04                  |
| 3                    | 6               | 7               | 0.02                  | 0.64                  |
| 4                    | 6               | 7               | 0.02                  | 0.64                  |
| 5                    | 6               | 6               | 0.02                  | 0.04                  |
| 6                    | 6               | 6               | 0.02                  | 0.04                  |
| 7                    | 6               | 6               | 0.02                  | 0.04                  |
| 8                    | 7               | 7               | 1.28                  | 0.64                  |
| 9                    | 6               | 7               | 0.02                  | 0.64                  |
| 10                   | 7               | 7               | 1.28                  | 0.64                  |
| 11                   | 6               | 6               | 0.02                  | 0.04                  |
| 12                   | 4               | 5               | 3.48                  | 1.44                  |
| 13                   | 5               | 5               | 0.75                  | 1.44                  |
| 14                   | 5               | 5               | 0.75                  | 1.44                  |
| 15                   | 6               | 6               | 0.02                  | 0.04                  |
| $\Sigma$             | 88              | 93              | 9.73                  | 8.40                  |

| $\underline{A}$ =                                                                                                                           | 5.87 |  | SA=         | 0.81 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{B}$ =                                                                                                                           | 6.20 |  | SB=         | 0.75 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.22 |  | Errdif=     | 0.29 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.20 |  | Tcalculado= | 1.13 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.75 |
| Conclusión                                                                                                                                  |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## Sabor

| Sabor día 0          |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 6               | 7               | 0.11                  | 0.36                  |
| 2                    | 7               | 5               | 0.44                  | 1.96                  |
| 3                    | 7               | 6               | 0.44                  | 0.16                  |
| 4                    | 6               | 7               | 0.11                  | 0.36                  |
| 5                    | 7               | 7               | 0.44                  | 0.36                  |
| 6                    | 5               | 6               | 1.78                  | 0.16                  |
| 7                    | 7               | 7               | 0.44                  | 0.36                  |
| 8                    | 6               | 7               | 0.11                  | 0.36                  |
| 9                    | 6               | 5               | 0.11                  | 1.96                  |
| 10                   | 7               | 7               | 0.44                  | 0.36                  |
| 11                   | 7               | 6               | 0.44                  | 0.16                  |
| 12                   | 7               | 7               | 0.44                  | 0.36                  |
| 13                   | 5               | 5               | 1.78                  | 1.96                  |
| 14                   | 6               | 7               | 0.11                  | 0.36                  |
| 15                   | 6               | 7               | 0.11                  | 0.36                  |
| $\Sigma$             | 95              | 96              | 7.33                  | 9.60                  |

| $\underline{A}$ =                                                                                                                           | 6.33 |  | SA=         | 0.70 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{B}$ =                                                                                                                           | 6.40 |  | SB=         | 0.80 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.19 |  | Errdif=     | 0.28 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.21 |  | Tcalculado= | 0.23 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.75 |
| Conclusión                                                                                                                                  |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## Resultados día 12:

### Color

| Color día 12         |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 5               | 6               | 0.00                  | 0.00                  |
| 2                    | 5               | 6               | 0.00                  | 0.00                  |
| 3                    | 5               | 6               | 0.00                  | 0.00                  |
| 4                    | 5               | 7               | 0.00                  | 1.00                  |
| 5                    | 6               | 7               | 1.11                  | 1.00                  |
| 6                    | 4               | 6               | 0.89                  | 0.00                  |
| 7                    | 4               | 5               | 0.89                  | 1.00                  |
| 8                    | 5               | 6               | 0.00                  | 0.00                  |
| 9                    | 5               | 6               | 0.00                  | 0.00                  |
| 10                   | 6               | 7               | 1.11                  | 1.00                  |
| 11                   | 5               | 6               | 0.00                  | 0.00                  |
| 12                   | 6               | 7               | 1.11                  | 1.00                  |
| 13                   | 5               | 5               | 0.00                  | 1.00                  |
| 14                   | 4               | 4               | 0.89                  | 4.00                  |
| 15                   | 5               | 7               | 0.00                  | 1.00                  |
| 16                   | 5               | 6               | 0.00                  | 0.00                  |
| 17                   | 5               | 5               | 0.00                  | 1.00                  |
| 18                   | 4               | 6               | 0.89                  | 0.00                  |
| $\Sigma$             | 89              | 108             | 6.94                  | 12.00                 |

| $\underline{A}$ =                                                                                                                                                                   | 4.94 |  | SA=         | 0.62 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{B}$ =                                                                                                                                                                   | 6.00 |  | SB=         | 0.82 |
| ESA=                                                                                                                                                                                | 0.15 |  | Errdif=     | 0.25 |
| ESB=                                                                                                                                                                                | 0.20 |  | Tcalculado= | 4.24 |
|                                                                                                                                                                                     |      |  | Ttabulado=  | 1.74 |
| Conclusión                                                                                                                                                                          |      |  |             |      |
| Sí existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576); esto debido al color marron proporcionado por el almidón. |      |  |             |      |

### Olor

| Olor día 12          |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 5               | 5               | 0.00                  | 0.15                  |
| 2                    | 5               | 6               | 0.00                  | 0.37                  |
| 3                    | 5               | 4               | 0.00                  | 1.93                  |
| 4                    | 4               | 6               | 1.00                  | 0.37                  |
| 5                    | 5               | 6               | 0.00                  | 0.37                  |
| 6                    | 6               | 7               | 1.00                  | 2.60                  |
| 7                    | 4               | 4               | 1.00                  | 1.93                  |
| 8                    | 5               | 5               | 0.00                  | 0.15                  |
| 9                    | 6               | 5               | 1.00                  | 0.15                  |
| 10                   | 5               | 7               | 0.00                  | 2.60                  |
| 11                   | 4               | 4               | 1.00                  | 1.93                  |
| 12                   | 6               | 6               | 1.00                  | 0.37                  |
| 13                   | 4               | 5               | 1.00                  | 0.15                  |
| 14                   | 6               | 5               | 1.00                  | 0.15                  |
| 15                   | 5               | 5               | 0.00                  | 0.15                  |
| 16                   | 6               | 6               | 1.00                  | 0.37                  |
| 17                   | 4               | 6               | 1.00                  | 0.37                  |
| 18                   | 5               | 5               | 0.00                  | 0.15                  |
| $\Sigma$             | 90              | 97              | 10.00                 | 14.28                 |

| $\underline{A}$ =                                                                                                                           | 5.00 |  | SA=         | 0.75 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{B}$ =                                                                                                                           | 5.39 |  | SB=         | 0.89 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.18 |  | Errdif=     | 0.28 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.22 |  | Tcalculado= | 1.38 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.74 |
| Conclusión                                                                                                                                  |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## Textura

| Textura día 12       |                 |                 |                             |                             |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | (A- <u>A</u> ) <sup>2</sup> | (B- <u>B</u> ) <sup>2</sup> |
| 1                    | 4               | 5               | 1.11                        | 0.11                        |
| 2                    | 5               | 6               | 0.00                        | 0.44                        |
| 3                    | 5               | 6               | 0.00                        | 0.44                        |
| 4                    | 5               | 5               | 0.00                        | 0.11                        |
| 5                    | 6               | 6               | 0.89                        | 0.44                        |
| 6                    | 6               | 6               | 0.89                        | 0.44                        |
| 7                    | 5               | 5               | 0.00                        | 0.11                        |
| 8                    | 4               | 5               | 1.11                        | 0.11                        |
| 9                    | 6               | 6               | 0.89                        | 0.44                        |
| 10                   | 5               | 5               | 0.00                        | 0.11                        |
| 11                   | 6               | 6               | 0.89                        | 0.44                        |
| 12                   | 4               | 4               | 1.11                        | 1.78                        |
| 13                   | 6               | 5               | 0.89                        | 0.11                        |
| 14                   | 5               | 5               | 0.00                        | 0.11                        |
| 15                   | 4               | 5               | 1.11                        | 0.11                        |
| 16                   | 5               | 5               | 0.00                        | 0.11                        |
| 17                   | 5               | 6               | 0.00                        | 0.44                        |
| 18                   | 5               | 5               | 0.00                        | 0.11                        |
| Σ                    | 91              | 96              | 8.94                        | 6.00                        |

| <u>A</u> =                                                                                                                                  | 5.06 |  | SA=         | 0.70 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| <u>B</u> =                                                                                                                                  | 5.33 |  | SB=         | 0.58 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.17 |  | Errdif=     | 0.22 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.14 |  | Tcalculado= | 1.26 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.74 |
| Conclusión                                                                                                                                  |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## Sabor

| Sabor día 12         |                 |                 |                             |                             |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | (A- <u>A</u> ) <sup>2</sup> | (B- <u>B</u> ) <sup>2</sup> |
| 1                    | 4               | 4               | 1.36                        | 1.78                        |
| 2                    | 5               | 6               | 0.03                        | 0.44                        |
| 3                    | 7               | 6               | 3.36                        | 0.44                        |
| 4                    | 6               | 6               | 0.69                        | 0.44                        |
| 5                    | 5               | 5               | 0.03                        | 0.11                        |
| 6                    | 5               | 7               | 0.03                        | 2.78                        |
| 7                    | 6               | 7               | 0.69                        | 2.78                        |
| 8                    | 6               | 7               | 0.69                        | 2.78                        |
| 9                    | 3               | 4               | 4.69                        | 1.78                        |
| 10                   | 5               | 5               | 0.03                        | 0.11                        |
| 11                   | 4               | 4               | 1.36                        | 1.78                        |
| 12                   | 7               | 5               | 3.36                        | 0.11                        |
| 13                   | 4               | 5               | 1.36                        | 0.11                        |
| 14                   | 5               | 5               | 0.03                        | 0.11                        |
| 15                   | 4               | 4               | 1.36                        | 1.78                        |
| 16                   | 6               | 6               | 0.69                        | 0.44                        |
| 17                   | 6               | 5               | 0.69                        | 0.11                        |
| 18                   | 5               | 5               | 0.03                        | 0.11                        |
| Σ                    | 93              | 96              | 20.50                       | 18.00                       |

| <u>A</u> =                                                                                                                                  | 5.17 |  | SA=         | 1.07 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| <u>B</u> =                                                                                                                                  | 5.33 |  | SB=         | 1.00 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.26 |  | Errdif=     | 0.35 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.24 |  | Tcalculado= | 0.47 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.74 |
| Conclusión                                                                                                                                  |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## Resultados día 18:

### Color

| Color día 18         |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 2                    | 3               | 4               | 0.36                  | 0.00                  |
| 3                    | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 4                    | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 5                    | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 6                    | 3               | 4               | 0.36                  | 0.00                  |
| 7                    | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 8                    | 3               | 4               | 0.36                  | 0.00                  |
| 9                    | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 10                   | 3               | 3               | 0.36                  | 0.90                  |
| 11                   | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 12                   | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 13                   | 5               | 4               | 1.96                  | 0.00                  |
| 14                   | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 15                   | 3               | 4               | 0.36                  | 0.00                  |
| 16                   | 4               | 5               | 0.16                  | 1.10                  |
| 17                   | 3               | 4               | 0.36                  | 0.00                  |
| 18                   | 4               | 4               | 0.16                  | 0.00                  |
| 19                   | 2               | 4               | 2.56                  | 0.00                  |
| 20                   | 3               | 3               | 0.36                  | 0.90                  |
| $\Sigma$             | 72              | 79              | 8.80                  | 2.95                  |

|                                                                                                                                                                                     |      |  |             |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{A}$ =                                                                                                                                                                   | 3.60 |  | SA=         | 0.66 |
| $\underline{B}$ =                                                                                                                                                                   | 3.95 |  | SB=         | 0.38 |
| ESA=                                                                                                                                                                                | 0.15 |  | Errdif=     | 0.18 |
| ESB=                                                                                                                                                                                | 0.09 |  | Tcalculado= | 1.99 |
|                                                                                                                                                                                     |      |  | Ttabulado=  | 1.72 |
| <b>Conclusión</b>                                                                                                                                                                   |      |  |             |      |
| Sí existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576); esto debido al color marron proporcionado por el almidón. |      |  |             |      |

### Olor

| Olor día 18          |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 4               | 3               | 2.40                  | 0.12                  |
| 2                    | 3               | 2               | 0.30                  | 0.42                  |
| 3                    | 3               | 3               | 0.30                  | 0.12                  |
| 4                    | 3               | 4               | 0.30                  | 1.82                  |
| 5                    | 2               | 3               | 0.20                  | 0.12                  |
| 6                    | 2               | 3               | 0.20                  | 0.12                  |
| 7                    | 3               | 4               | 0.30                  | 1.82                  |
| 8                    | 3               | 3               | 0.30                  | 0.12                  |
| 9                    | 3               | 2               | 0.30                  | 0.42                  |
| 10                   | 2               | 2               | 0.20                  | 0.42                  |
| 11                   | 3               | 3               | 0.30                  | 0.12                  |
| 12                   | 3               | 2               | 0.30                  | 0.42                  |
| 13                   | 4               | 4               | 2.40                  | 1.82                  |
| 14                   | 2               | 1               | 0.20                  | 2.72                  |
| 15                   | 1               | 2               | 2.10                  | 0.42                  |
| 16                   | 2               | 2               | 0.20                  | 0.42                  |
| 17                   | 1               | 3               | 2.10                  | 0.12                  |
| 18                   | 2               | 2               | 0.20                  | 0.42                  |
| 19                   | 1               | 2               | 2.10                  | 0.42                  |
| 20                   | 2               | 3               | 0.20                  | 0.12                  |
| $\Sigma$             | 49              | 53              | 14.95                 | 12.55                 |

|                                                                                                                                             |      |  |             |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{A}$ =                                                                                                                           | 2.45 |  | SA=         | 0.86 |
| $\underline{B}$ =                                                                                                                           | 2.65 |  | SB=         | 0.79 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.20 |  | Errdif=     | 0.27 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.18 |  | Tcalculado= | 0.74 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.72 |
| <b>Conclusión</b>                                                                                                                           |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## Textura

| Textura día 18       |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 4               | 5               | 0.04                  | 0.56                  |
| 2                    | 5               | 5               | 0.64                  | 0.56                  |
| 3                    | 4               | 4               | 0.04                  | 0.06                  |
| 4                    | 5               | 5               | 0.64                  | 0.56                  |
| 5                    | 4               | 3               | 0.04                  | 1.56                  |
| 6                    | 4               | 6               | 0.04                  | 3.06                  |
| 7                    | 5               | 3               | 0.64                  | 1.56                  |
| 8                    | 4               | 5               | 0.04                  | 0.56                  |
| 9                    | 3               | 3               | 1.44                  | 1.56                  |
| 10                   | 4               | 3               | 0.04                  | 1.56                  |
| 11                   | 3               | 4               | 1.44                  | 0.06                  |
| 12                   | 4               | 3               | 0.04                  | 1.56                  |
| 13                   | 4               | 6               | 0.04                  | 3.06                  |
| 14                   | 5               | 5               | 0.64                  | 0.56                  |
| 15                   | 4               | 4               | 0.04                  | 0.06                  |
| 16                   | 5               | 4               | 0.64                  | 0.06                  |
| 17                   | 5               | 5               | 0.64                  | 0.56                  |
| 18                   | 5               | 5               | 0.64                  | 0.56                  |
| 19                   | 4               | 3               | 0.04                  | 1.56                  |
| 20                   | 3               | 4               | 1.44                  | 0.06                  |
| $\Sigma$             | 84              | 85              | 9.20                  | 19.75                 |

| $\underline{A}$ =                                                                                                                           | 4.20 |  | SA=         | 0.68 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{B}$ =                                                                                                                           | 4.25 |  | SB=         | 0.99 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.16 |  | Errdif=     | 0.28 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.23 |  | Tcalculado= | 0.18 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.72 |
| Conclusión                                                                                                                                  |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## Sabor

| Sabor día 18         |                 |                 |                       |                       |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Número de panelistas | Muestra 494 (A) | Muestra 576 (B) | $(A-\underline{A})^2$ | $(B-\underline{B})^2$ |
| 1                    | 3               | 2               | 0.16                  | 0.56                  |
| 2                    | 3               | 4               | 0.16                  | 1.56                  |
| 3                    | 3               | 3               | 0.16                  | 0.06                  |
| 4                    | 3               | 3               | 0.16                  | 0.06                  |
| 5                    | 3               | 3               | 0.16                  | 0.06                  |
| 6                    | 3               | 2               | 0.16                  | 0.56                  |
| 7                    | 3               | 4               | 0.16                  | 1.56                  |
| 8                    | 2               | 3               | 0.36                  | 0.06                  |
| 9                    | 3               | 3               | 0.16                  | 0.06                  |
| 10                   | 2               | 2               | 0.36                  | 0.56                  |
| 11                   | 3               | 3               | 0.16                  | 0.06                  |
| 12                   | 3               | 2               | 0.16                  | 0.56                  |
| 13                   | 2               | 3               | 0.36                  | 0.06                  |
| 14                   | 2               | 2               | 0.36                  | 0.56                  |
| 15                   | 2               | 3               | 0.36                  | 0.06                  |
| 16                   | 2               | 3               | 0.36                  | 0.06                  |
| 17                   | 3               | 3               | 0.16                  | 0.06                  |
| 18                   | 2               | 3               | 0.36                  | 0.06                  |
| 19                   | 3               | 2               | 0.16                  | 0.56                  |
| 20                   | 2               | 2               | 0.36                  | 0.56                  |
| $\Sigma$             | 52              | 55              | 4.8                   | 7.75                  |

| $\underline{A}$ =                                                                                                                           | 2.60 |  | SA=         | 0.49 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-------------|------|
| $\underline{B}$ =                                                                                                                           | 2.75 |  | SB=         | 0.62 |
| ESA=                                                                                                                                        | 0.11 |  | Errdif=     | 0.18 |
| ESB=                                                                                                                                        | 0.14 |  | Tcalculado= | 0.83 |
|                                                                                                                                             |      |  | Ttabulado=  | 1.72 |
| Conclusión                                                                                                                                  |      |  |             |      |
| No existe diferencia estadística significativa entre el corte con recubrimiento (494) y el corte sin recubrimiento (576) ya que $T_c < T_t$ |      |  |             |      |

## 15 GLOSARIO

15.1. **Almidón:** es una macromolécula compuesta por dos polisacáridos, la amilosa y la amilopectina. Es el glúcido de reserva de la mayoría de los vegetales.

15.2. **Coloide:** dispersión cuyas partículas tienen dimensiones muy superiores a las de las moléculas pequeñas (por ej., las del disolvente), pero no tan pequeñas como para no ser visibles.

15.3. **Contaminación cruzada:** la contaminación cruzada es la que se produce al manipular los productos durante su preparación. Se da cuando un alimento limpio entra en contacto directo con un alimento contaminado.

15.4. **Hidrófilo:** hace referencia a la capacidad de un átomo o una molécula de presentar interacciones de atracción con las moléculas de agua. Son sustancias solubles en el agua o, como mínimo humedecibles.

15.5. **Hidrófobo:** propiedad molecular de no presentar interacciones de atracción con las moléculas de agua. Las sustancias hidrófobas son no iónicas y no polares; no son humedecibles y no se disuelven con facilidad en el agua.

15.6. **Micelas:** conjunto de moléculas que constituyen una de las fases de los coloides. Tienen una parte hidrofóbica, que está en el interior y otra hidrofílica en su exterior.

15.7. **Molécula:** parte más pequeña en que puede dividirse una sustancia pura conservando la composición y las propiedades químicas de la misma.

15.8. **Polisacáridos:** son bio-moléculas que se encuentran formadas por la unión de una importante cantidad de monosacáridos, los cuales representan los azúcares más simples, cuya particularidad es la de no hidrolizarse, es decir no descomponerse en otros compuestos.

15.9. **Rigor mortis:** constituye la fase inicial en la transformación del musculo en carne; consiste en la unión irreversible de miosina y actina para formar actomiosina. Esta unión puede ir acompañada o no de contracción muscular, pero se manifiesta en la rigidez cadavérica que le caracteriza.

15.10. **Vida útil:** es el tiempo que un producto puede utilizarse o estar almacenado sin que sus propiedades, fisicoquímicas, sensoriales o microbiológicas se degraden.



Mazatenango, Suchitepéquez 04 de febrero de 2019.

Señores  
Comisión trabajo de graduación  
Ingeniería en alimentos  
Presente.

Respetable comisión:

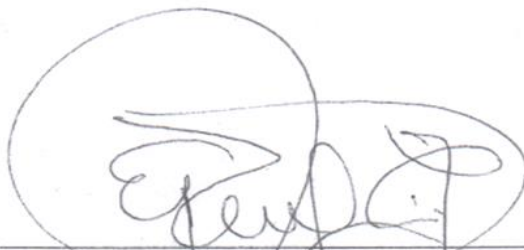
Reciban un cordial saludo, esperando les vaya bien en sus actividades diarias.

De manera muy atenta me dirijo a ustedes y de acuerdo al normativo de trabajo de graduación, en el artículo 13 inciso 5, se procede a acompañar el protocolo de seminario II titulado: **Evaluación de la vida útil de la carne de res (*bus taurus*) músculo psoas menor filete lomito almacenado a (4-6) °C, con un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*colocasia esculenta*)**, del estudiante: **Luis Angel Mazariegos Calderón**, quien se identifica con el número de carné **201340566**.

En base a lo anterior, considero que dicho trabajo cumple con los requisitos académicos y legales establecidos para su posterior evaluación.

Sin otro particular, de manera respetuosa.

Atentamente,



M.S.C. Edgar Roberto Del Cid Chacón  
Asesor principal



Mazatenango, Suchitepéquez 04 de febrero de 2019.

Señores  
Comisión trabajo de graduación  
Ingeniería en alimentos  
Presente.

Respetable comisión:

Reciban un cordial saludo, esperando les vaya bien en sus actividades diarias.

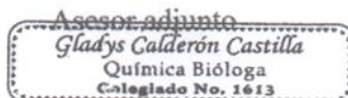
De manera muy atenta me dirijo a ustedes y de acuerdo al normativo de trabajo de graduación, en el artículo 13 inciso 5, se procede a acompañar el protocolo de seminario II titulado: **Evaluación de la vida útil de la carne de res (*bus taurus*) músculo psoas menor filete lomito almacenado a (4-6) °C, con un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*colocasia esculenta*)**, del estudiante: **Luis Angel Mazariegos Calderón**, quien se identifica con el número de carné **201340566**.

En base a lo anterior, considero que dicho trabajo cumple con los requisitos académicos y legales establecidos para su posterior evaluación.

Sin otro particular, de manera respetuosa.

Atentamente,

Q.B. Gladys Calderón Castilla





Mazatenango, Suchitepéquez marzo de 2019

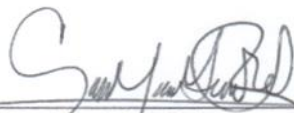
Señores  
Comisión trabajo de graduación  
Ingeniería en Alimentos  
CUNSUROC  
USAC  
Presente.

Respetables señores de la comisión:

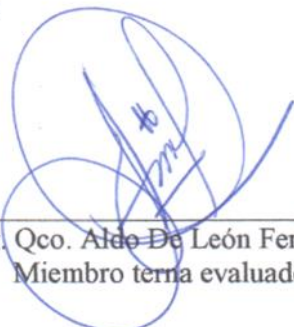
Los saludamos cordialmente, deseándoles éxitos en sus labores cotidianas en beneficio de la educación superior del departamento.

De manera atenta nos dirigimos a ustedes para hacer de su conocimiento que como miembros de la terna evaluadora, del estudiante de la carrera de Ingeniería en Alimentos: **Luis Angel Mazariegos Calderón**, con número de carné: **201340566** y CUI: **2415 34453 1103**, hemos finalizado la revisión del documento correspondiente a **Seminario II**, con las correcciones sugeridas, por cual consideramos que reúne los requisitos necesarios para continuar con el respectivo proceso.

Sin otro particular, nos suscribimos de ustedes.

  
Inga. En Al Silvia Guzmán  
Miembro terna evaluadora

  
Ing. Qco. Víctor Najera Toledo  
Miembro terna evaluadora

  
Ing. Qco. Aldo De León Fernández  
Miembro terna evaluadora

Mazatenango, 20 de marzo de 2019.

M. Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo  
Coordinador carrera de Ingeniería en Alimentos.  
CUNSUROC -USAC-.  
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II, del Trabajo de Graduación titulado: **Evaluación de la vida útil de la carne de res (*Bus taurus*) músculo psoas menor filete lomito almacenado a (4-6) °C, con un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*)**, del (la) estudiante: **Luis Angel Mazariegos Calderón**, identificado (a) con número de carné: **201340566**.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente.



Ing. Marvin Manolo Sánchez López.

Secretario de comisión de trabajo de graduación.





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Mazatenango, 20 de marzo de 2019.

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano.  
Director del Centro Universitario del sur Occidente.  
CUNSUROC -USAC-.  
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente - CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **Evaluación de la vida útil de la carne de res (*Bus taurus*) músculo psoas menor filete lomito almacenado a (4-6) °C, con un recubrimiento comestible a base de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*)**, del (la) estudiante: **Luis Angel Mazariegos Calderón**, identificado (a) con número de carné: **201340566**.

El documento antes mencionado, llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprimase.

Deferentemente.



M. Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador

Carrera de Ingeniería en Alimentos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

### CUNSUROC/USAC-I-03-2019

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, cuatro de abril de dos mil diecinueve\_\_\_\_\_

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, “EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE RES (Bus Taurus) MÚSCULO PSOAS MENOR FILETE LOMITO ALMACENADO A (4-6) °C, CON UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE MALANGA (Colocasia esculenta)” de la estudiante: Luis Angel Mazariegos Calderón, carné No. 201340566. CUI: 2415 34453 1103 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Dr. Guillermo Vinicio Fello Cano  
Director – CUNSUROC – USAC

A circular stamp of the Centro Universitario del Sur Occidente, Mazatenango. The outer ring contains the text "CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE" and "U.S.A.C. Mazatenango". The inner circle features a map of Guatemala and the word "DIRECCION".

/gris