



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA AGROINDUSTRIAS

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE TRES TIPOS DE
ALMIDONES EN LAS PROPIEDADES TEXTURALES DE UNA
CARNE VEGETAL**

AUTORAS:

**MARÍA STEPHANIE GARCÍA SALTOS
MARÍA FERNANDA LOOR ESPAÑA**

TUTOR:

ING. EDISON FABIÁN MACÍAS ANDRADE, Mg.

CALCETA, JUNIO 2017

DERECHOS DE AUTORÍA

María Fernanda Loor España y María Stephanie García Saltos, declaran bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

.....
MARÍA F. LOOR ESPAÑA

.....
MARÍA S. GARCÍA SALTOS

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Edison Fabián Macías Andrade, certifica haber tutelado la tesis **EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE TRES TIPOS DE ALMIDONES EN LAS PROPIEDADES TEXTURALES DE UNA CARNE VEGETAL**, que ha sido desarrollada por María Fernanda Loor España y María Stephanie García Saltos, previa a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. EDISON FABIÁN MACÍAS ANDRADE, Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran, que han **APROBADO** la tesis **EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE TRES TIPOS DE ALMIDONES EN LAS PROPIEDADES TEXTURALES DE UNA CARNE VEGETAL**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por María Fernanda Loor España y María Stephanie García Saltos, previa a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. EDITH MOREIRA CHICA Mg.
MIEMBRO

ING. RICARDO MONTESDEOCA PÁRRAGA Mg.
MIEMBRO

ING. ELY SACÓN VERA. Dr.Sc.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, y por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en los momentos de debilidad.

A mis padres por su apoyo esfuerzo de cada día, por darme ánimos en todo momento, y por demostrarme que con fuerza y voluntad todo es posible.

A todos los miembros de mi familia que estuvieron a mi lado en muchos momentos, por estar siempre pendiente, asegurándose con un mensaje que todo estaba bien, y alegrándose en algunos días difíciles.

A los maestros, por el apoyo y dedicación, sobre todo a aquellos que sin estar en un aula de clases me brindaron su ayuda, Ing. Lenin Zambrano, Ing. Roy Barre e Ing. David Moreira. A mi tutor el Ing. Edison Macías, y mi Facilitadora la Ing. Katterine Loor, por acompañarme paso a paso en este camino. A los miembros del tribunal, el Ing. Ely Sacón, Ing. Ricardo Montesdeoca e Ing. Edith Moreira, por el apoyo y dedicación en este trabajo investigativo. A mi amigo el Lcdo. Ramón Moreira por tener siempre su mano presta para cualquier ayuda.

A la Sra. Laura Álvarez y al Sr. Raúl Taffur por acogerme en su casa y haberme hecho sentir parte de su familia.

Y a mi compañera de tesis, amiga y hermana de vida, Fernanda Loor, por haberme tenido la paciencia necesaria e impulsarme a seguir adelante en esos días de desesperación, y sobre todo por demostrarme que la verdadera amistad va más allá de todas las diferencias.

María Stephanie García Saltos

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A mis padres por darme no solo el apoyo económico, sino moral en cada etapa de mi vida universitaria.

A David, Isabel, Carolina y Alejandra mis hermanos queridos por el amor brindado en todo momento y su apoyo constante. A Jhon Fernando Zambrano por ser mi soporte en los momentos difíciles, sin importar cuán lejos estuviera siempre estuvo junto a mí aportando con sus conocimientos y valores a mi formación como profesional y logrando que quisiera ser siempre una mejor persona.

A mis sobrinos Alejandra, Daniela, y Joan David, así como a la Sra. Alva Carrillo, los cuales me enseñaron pequeñas pero valiosas lecciones de vida.

A todos aquellos maestros de la ESPAM MFL que han estado presentes durante la construcción de mi vida profesional y de los cuales he obtenido no solo conocimiento científico sino también el valor y responsabilidad de nuestras acciones como futuros profesionales. Al Ing. David Moreira, Ing. Lenin Zambrano, Ing. Roy Barre, Lic. Ramón Moreira, Ing. Alex Dueñas. A los miembros del tribunal, el Ing. Ely Sacón, Ing. Ricardo Montesdeoca e Ing. Edith Moreira, por el apoyo y dedicación en este trabajo investigativo. A mi tutor el Ing. Edison Macías, y mi Facilitadora la Ing. Katterine Loor, por acompañarme paso a paso en este camino.

A Stephanie García no solo por ser mi compañera de tesis, sino mi mejor amiga, gracias por tu constante apoyo, por tu paciencia y consejos. Eres y serás siempre mi hermana del alma gracias por estar junto a mí a cada paso.

María Fernanda Loor España

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico en primer lugar a Dios por darme fuerzas para continuar después de cada tropiezo por ofrecerme lo necesario para cumplir mis metas.

A mis padres por enseñarme que no existen imposibles por orientarme y ser un pilar en mi vida, sosteniéndome a pesar de las dificultades, apoyándome en la parte moral y económica para poder llegar a ser una profesional, y sobre todo por haberme dado valores, principios y coraje para cumplir cada uno de mis sueños.

María Stephanie García Saltos

DEDICATORIA

Dedico mi tesis de manera especial a mis padres, ya que ellos han sido el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, enseñándome siempre que la responsabilidad, honestidad y deseos de superación son importantes para la vida de cada ser humano.

Así mismo dedico este trabajo a mi hermano el Ing. David Loor, a su esposa la Ing. Jéssica Morales, en ellos tengo el espejo en el cual quiero reflejar sus virtudes y valores. Sus grandes corazones y su calidez me hacen admirarlos cada día más.

María Fernanda Loor España

CONTENIDO GENERAL

| | |
|---|------|
| DERECHOS DE AUTORÍA | ii |
| CERTIFICACIÓN DE TUTOR | iii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| AGRADECIMIENTO..... | vi |
| DEDICATORIA..... | vii |
| RESUMEN | xiii |
| PALABRAS CLAVE..... | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| KEY WORDS | xiv |
| CAPÍTULO I. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.3. OBJETIVOS | 4 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 4 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 4 |
| 1.4. HIPÓTESIS | 4 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1. CARNE VEGETAL | 5 |
| 2.2. TIPOS DE CARNE VEGETAL | 6 |
| 2.2.1. GLUTEN | 6 |
| 2.2.2. CARNE DE SOYA (OKARA) | 7 |
| 2.2.3. TEMPEH..... | 7 |
| 2.2.4. CARNE DE LENTEJA | 8 |
| 2.3. PROPIEDADES QUE SE DEBEN CONSIDERAR EN UNA CARNE VEGETAL | 9 |
| 2.4. ALMIDÓN..... | 9 |
| AMILOSA | 11 |
| AMILOPECTINA | 11 |
| 2.4.1. TIPOS DE ALMIDÓN..... | 12 |
| ALMIDÓN DE YUCA..... | 12 |
| ALMIDÓN DE PAPA | 13 |
| 2.5. REOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS..... | 14 |

| | |
|---|----|
| 2.5.1. FLUIDO | 15 |
| 2.6. TEXTURA | 16 |
| 2.6.1. FIRMEZA..... | 17 |
| 2.6.2. DUREZA..... | 17 |
| 2.6.3. COHESIVIDAD | 17 |
| 2.6.4. ADHESIVIDAD | 18 |
| 2.6.5. ELASTICIDAD | 18 |
| 2.6.6. GOMOSIDAD | 18 |
| 2.6.7. MASTICABILIDAD..... | 18 |
| 2.7. INSTRUMENTOS MECÁNICOS DE MEDICIÓN DE LA TEXTURA ... | 19 |
| 2.7.1. PENETRONOMÍA..... | 19 |
| 2.7.2. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA | 19 |
| CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO | 21 |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 21 |
| 3.2. FACTOR EN ESTUDIO..... | 21 |
| 3.3. TRATAMIENTOS | 22 |
| 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 22 |
| 3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL..... | 22 |
| 3.6. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 23 |
| 3.7. VARIABLES A MEDIR | 26 |
| 3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS..... | 26 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 28 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 46 |
| BIBLIOGRAFÍA | 48 |
| ANEXOS | 54 |

Contenido de Cuadros y figuras

| | |
|--|----|
| Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos..... | 23 |
| Cuadro 3.2. Esquema de ANOVA..... | 23 |
| Figura 3.1 Diagrama de Proceso de la Carne Vegetal..... | 24 |
| Gráfico 4.1. Curva del Experimento de penetración del tratamiento 1..... | 28 |
| Gráfico 4.2. Curva del Experimento de penetración del tratamiento 2..... | 29 |
| Gráfico 4.3. Curva del Experimento de penetración del tratamiento 3..... | 29 |
| Gráfico 4.4. Curva del Experimento de penetración del tratamiento 4..... | 30 |
| Gráfico 4.5. Curva del Experimento de penetración del tratamiento 5..... | 30 |
| Gráfico 4.6. Curva del Experimento de penetración del tratamiento 6..... | 31 |
| Gráfico 4.7. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 1..... | 31 |
| Gráfico 4.8. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 2..... | 32 |
| Gráfico 4.9. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 3..... | 32 |
| Gráfico 4.10. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 4..... | 33 |
| Gráfico 4.11. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 5..... | 33 |
| Gráfico 4.12. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 6..... | 34 |
| Cuadro 4.1. Datos obtenidos de las curvas del análisis de perfil de textura.... | 34 |
| Cuadro 4.2. Pruebas de Normalidad..... | 35 |
| Cuadro 4.3. Contraste Levene..... | 35 |
| Cuadro 4.4. ANOVA para la Variable Masticabilidad..... | 36 |
| Cuadro 4.5. HSD para los factores de la variable Masticabilidad..... | 36 |
| Cuadro 4.6. ANOVA para los tratamientos de la Variable Masticabilidad..... | 37 |
| Cuadro 4.7. Prueba Tukey para Masticabilidad..... | 37 |
| Cuadro 4.8. Prueba Kruskal-Wallis para factor A..... | 38 |
| Cuadro 4.9. Prueba Tukey para el factor A de la variable Dureza..... | 38 |
| Cuadro 4.10 Prueba de Kruskal-Wallis para el factor B..... | 39 |
| Cuadro 4.11 Medias de las variables Dureza, Firmeza, y Elasticidad del Factor B..... | 40 |
| Cuadro 4.12 Prueba de Kruskal-Wallis para los tratamientos..... | 40 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 4.13 Medias para los tratamientos de la variable dureza..... | 41 |
| Gráfico 4.14 Medias para los tratamientos de la variable firmeza..... | 42 |
| Cuadro 4.14 Prueba de Kruskal-Wallis para los tratamientos..... | 43 |
| Gráfico 4.15 Análisis Sensorial de la variable Sabor..... | 44 |
| Gráfico 4.16 Análisis Sensorial de la variable Olor..... | 44 |
| Gráfico 4.17 Análisis Sensorial de la variable Color..... | 45 |

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la incorporación de tres tipos de almidones en las propiedades texturales y organolépticas de una carne vegetal, se valoró el contenido proteico al mejor tratamiento. Se utilizó almidón de yuca, maíz y papa, en dos porcentajes (5 y 10%). Las propiedades texturales se midieron a través del Texturómetro Shimadzu; a una temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, con una celda de 500N de fuerza. La variable elasticidad no presento diferencias significativas para los tratamientos, mientras que las variables masticabilidad, dureza, y firmeza, presentaron diferencias significativas, con valores entre, 0,00223333-0,336300 N para masticabilidad, 0,2-1,9 N para dureza, y 0,2-40,0 N para firmeza. Resultando como mejor tratamiento el correspondiente a la carne vegetal con el 10% de almidón de papa. Se llevó a cabo un análisis sensorial con una ficha de aceptación a 50 jueces, en donde no se observó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, revelando que todos fueron ligeramente agradables. En el análisis de proteína se evaluó bajo el método AOAC, Ed. 20,2016 al mejor tratamiento. La carne vegetal con adición del 10 % de almidón de papa obtuvo un 15,16% de proteína.

PALABRAS CLAVE

textura, masticabilidad, dureza, firmeza, elasticidad.

ABSTRACT

The effect of the incorporation of three types of starches in the textural and organoleptic properties of a vegetable meat was evaluated, and the protein content was evaluated for the best treatment. Cassava, maize and potato starch were used in two percentages (5 and 10%). Textural properties were measured through the Shimadzu Texturometer; At a temperature of 25 ± 1 ° C, with a cell of 500N of force. The elasticity variable did not present significant differences for the treatments, while the variables chewability, hardness, and firmness presented significant differences, with values between 0.00223333-0.336300 N for chewability, 0,2-1,9 N for Hardness, and 0,2-40,0 N for firmness. The best treatment is the vegetable meat with 10% potato starch. A sensorial analysis was also carried out with an acceptance sheet to 50 judges, where no significant differences were observed between the different treatments, revealing that all were slightly agreeable. Protein analysis was evaluated under the AOAC method, Ed.20.2016 for the best treatment. Vegetable meat with 10% potato starch added 15.16% protein.

KEY WORDS

texture, chewiness, hardness, firmness, elasticity.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los seres humanos tenemos la capacidad de consumir la mayor parte de los alimentos que encontramos en la naturaleza, sin embargo, muchos individuos eligen algún tipo de alimentación en particular como es el caso de los que optan por el vegetarianismo (Gallo *et al*, 2013).

Gallo *et al* (2013) indican también que dentro de los diversos grupos del vegetarianismo todos se caracterizan por la ausencia de ingesta de carne, buscando diversas alternativas para su alimentación. López *et al* (2006) señalan que una dieta vegetariana restrictiva incrementa el riesgo de deficiencias nutrimentales, pero que el estilo de alimentación vegetariano bien planeado puede cumplir con los requerimientos necesarios para una dieta saludable.

Pensel (2014) afirma que los cambios de consumo de la población se han modificado, de este modo impulsando cambios en la cantidad y calidad de las demandas en relación a lo que se consume y que los ejes del desarrollo tecnológico se basan en las exigencias del “nuevo consumidor” que se concentran básicamente en: alimentos sensorialmente más atractivos, prácticos de consumir, beneficiosos para la salud y con inocuidad asegurada.

Dentro de las modificaciones de los cambios de consumo es el dejar a un lado las carnes, esto se ha debido según Gonzales (2005) a los ideales de protección animal, y según Carbajal (2013) a las teorías que relacionan a las carnes de origen animal con algunas enfermedades.

Para los consumidores vegetarianos y personas que no pueden consumir carnes, una alternativa es la carne vegetal, pero uno de los problemas que se han tenido en el desarrollo del producto ha sido la obtención de una consistencia que evite su rompimiento y la poca cantidad de información disponible acerca de

este tipo de alimentos; como consecuencia de esto durante la manipulación del producto terminado, éste se parte fácilmente (Giraldo y Páez, 2008).

Así mismo, Gutiérrez (2016) afirma que es importante que la consistencia de la carne vegetal sea similar al de la carne animal; para conservar la sensación de estar comiendo carne y lograr mayor aceptación.

El almidón según la FAO (1998), tiene características fundamentales en su funcionalidad, como son: la Viscosidad, la resistencia al corte, la gelatinización, las texturas, y la estabilidad de gel.

Con todo lo antes mencionado se plantea la siguiente pregunta:

¿Se podrá obtener una carne vegetal con la textura adecuada utilizando almidón en su formulación?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los consumidores están mostrando cada vez más interés en comidas vegetarianas; a nivel mundial los lanzamientos de alimentos orientados a vegetarianos están creciendo, según algunos análisis de mercado la tendencia es alejarse de los clásicos alimentos libres de carnes y migrar a alimentos tales como hamburguesas vegetales (Gallo *et al*, 2013).

Para que una dieta se considere como saludable debe poseer diversos alimentos que logren completar los nutrientes necesarios para que de esta manera los consumidores mantengan un buen estado de salud. Algunos vegetales, como las lentejas, contienen un alto porcentaje de carbohidratos (50% a 65%), de vitaminas y de minerales, bajo contenido de lípidos (0,8% a 2%), y son considerados una buena fuente proteica (17% a 25%) (Giraldo y Páez, 2008).

El MAGAP (2016) afirma que la lenteja posee un costo bajo, siendo este de \$1.90 por kilogramo, es decir 2.89 veces menos que la carne de origen animal en el 2016.

Román (2009) expresa al adquirir costumbres alimenticias saludables contribuirá a proteger nuestro planeta, ya que los hábitos alimenticios actuales tienen un

coste ambiental muy notable. Según el estudio realizado por Goodlan, y Anhand (2009) citado por Román (2009) los subproductos del ganado son los responsables del 51% de las emisiones de gases de efecto invernadero, de este modo concluyen que sustituir los productos ganaderos por alternativas basadas en vegetales sería la mejor estrategia para combatir el cambio climático.

De este modo al ofertar un producto al mercado, es necesario que este tenga las características organolépticas, nutricionales y amigables con el medio ambiente, para que de esta manera sea atractivo a la percepción de los clientes. La carne vegetal a base de lenteja no se ha desarrollado aun con las características de compactación que se requieren; el nuevo agro (2009), afirma la carne de lenteja es considerada como una carne vegetal indirecta, es considerada como una respuesta a la problemática que existe con los alimentos cárnicos procesados y sus efectos cancerígenos, y su desconocimiento se debe a la poca información sobre el producto y a la escasa experimentación en la Industria (Puebla 2016).

Es por esta razón que el presente trabajo pretende utilizar almidón por su contenido de amilopectina como agente aglutinante para poder lograr un producto con una textura idónea, brindando una nueva opción a este grupo de consumidores.

Por los antecedentes antes mencionados se hace necesario utilizar una alternativa para desarrollar un producto con la consistencia adecuada, de calidad y a bajo precio, para contribuir no solo a una dieta adecuada para los consumidores sino también a la adquisición de productos beneficiosos para la salud.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la incorporación de tres tipos de almidones en las propiedades texturales de una carne vegetal para ofrecer una alternativa de consumo

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el mejor tratamiento para obtener una adecuada textura de una carne vegetal.
- Establecer la aceptabilidad del producto final mediante análisis sensoriales.
- Determinar el contenido proteico del mejor tratamiento.

1.4. HIPÓTESIS

La incorporación de almidón influye en las propiedades texturales de una carne vegetal de lenteja.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CARNE VEGETAL

Ansalone (2000) refiere a este producto como un alimento de alto valor nutritivo como alternativa a la carne animal. La carne vegetal se compone básicamente de productos naturales basados en harinas de cereales y harinas de leguminosas; lentejas, frijoles, entre otros.

Carreño y Rangel (2007) definen a las carnes vegetales como alternativas que aportan los mismos nutrientes, pero sin los riesgos que conlleva el consumir carne en exceso. Así mismo indican que las fuentes más comunes para obtener la carne vegetal o por lo menos las más conocidas, se obtienen utilizando proteína de trigo; por otro lado, utilizando lenteja como material de origen, y efectuando combinaciones con diferentes alimentos pudiendo lograr el contenido nutricional requerido. Considerando un aspecto que si bien no es demasiado importante para algunos y si para otros es la consistencia y el aspecto del producto obtenido.

Abiatte (2010) afirma que carnes Vegetales es una denominación debida, fundamentalmente, a la composición nutricional de estos alimentos que suministran a nuestro organismo los aminoácidos necesarios de la misma forma que las carnes, siendo su origen absolutamente vegetal.

Abiatte concuerda con Carreño y Rangel en que un tema a considerar es la textura de esos productos, o sea la sensación de carne al masticarlas.

Las carnes vegetales son alimentos preparados a base de productos vegetales aportando de esta manera proteínas y vitaminas que se encuentran en la carne animal, teniendo como ventaja que las carnes vegetales no contienen las toxinas que se localizan en la carne como hormonas, saborizantes, colorantes, conservantes, entre otros (Gutiérrez, 2016).

Con lo antes mencionado Ramos (2014) expresa que tanto el sabor y la preparación de las carnes vegetales y la de origen animal son similares, y que solamente son distintas en su nivel nutricional, pues la carne vegetal siempre tendrá los mismos nutrientes, mientras que la carne de origen animal estará en dependencia de la calidad de alimentación que se les suministre a los animales.

Carnes Vegetales es una denominación correspondida, fundamentalmente, a la composición nutricional de la misma. Se clasifican de acuerdo a dos tipos de carne que pueden ser directas; cuando su consistencia es similar a la de la carne; como gluten, soja o proteína vegetal texturizada, Tempeh hongos, y algas, o indirectas; que son especialmente preparados nutricionalmente adecuados y obtenidos de recetas (El nuevo agro 2009).

2.2. TIPOS DE CARNE VEGETAL

2.2.1. GLUTEN

El gluten fue descrito por primera vez en 1728 por Beccari, siendo considerado como una de las primeras fracciones de las proteínas estudiadas por los químicos según Lamacchia, *et al.* (2014), y su utilización como alternativa a la proteína cárnica llega en 1940, originario de China e introducido a Estados Unidos por los Adventistas y Mormones (Gordillo, *et al.* 2013).

Parada y Araya (2010), indican que el gluten es una proteína de bajo valor nutritivo, posee la capacidad de retener aire en la matriz proteica favoreciendo la elaboración del pan. Es considerado como una glucoproteína compuesta a su vez por la gliadina y la glutenina, y es utilizado en la industria alimentaria por sus propiedades tecnológicas tales como; viscosidad, espesor o volumen en algunos productos (Holford 2009 citado por, San Mauro *et al.*, 2014).

Matos (2013) menciona que la importancia fundamental del gluten en la industria alimentaria es su uso en la producción panadera, por su composición química y su funcionalidad lo cual le confiere una calidad única de formar una masa viscoelástica.

Gordillo, *et al.* (2013) expresan que el gluten o seitán es denominado también como “carne vegetal” utilizado como una alternativa a la proteína cárnica, así

mismo destacan que dentro de sus propiedades se encuentran su contenido proteico, y su bajo contenido de grasas y carbohidratos. Gracias a su apariencia parecida a la carne existen denominaciones tales como; hamburguesa o salchicha, dependiendo de su formulación y la forma en la que se lo presente (Carreño y Rangel, 2007)

2.2.2. CARNE DE SOYA (OKARA)

La carne de soya o también denominada Okara que en japonés significa “corteza honorable” fácilmente puede reemplazar a la carne al añadirle sabores para lograr un sabor similar a la carne de origen animal (Galindo y Guillen, 2012)

Torres y Tobar (2009) exponen que desde la década de 1970 se han utilizado los alimentos a base de soya, de este modo mejorando la nutrición de los individuos. En el área de alimentos es básicamente utilizada para reemplazar fuentes tradicionales de proteína.

Jiménez (2006) afirma que también es llamada proteína vegetal texturizada, y se obtiene mediante extrusión termoplástica de la harina, va a variar de acuerdo a su forma color y sabor, según los ingredientes y parámetros de producción. Es rica en hierro, calcio, zinc, fibra y puede estar fortificada con B12 según Gómez (2011). Ya que contiene mucha humedad es considerado como un alimento perecible (Villalta 2012).

2.2.3. TEMPEH

El tempeh es originario de Indonesia, siendo así uno de sus alimentos tradicionales, es un producto fermentado, derivado de la soya y con forma de pastel. No es fibroso como la carne, pero aporta con sus propiedades nutritivas en donde destacan las vitaminas del tipo B (Shurtleff y Aoyagi, 1979).

Durante el proceso de fermentación este va tomando sabores similares a la nuez y a los champiñones; el moho que se forma durante los días de fermentación actúa como aglutinante para que los granos se mantengan compactos (ASA, 2010).

2.2.4. CARNE DE LENTEJA

Como indica El nuevo agro (2009), la carne de lenteja es considerada como una carne vegetal indirecta, es utilizada como una respuesta a la problemática que existe con los alimentos cárnicos procesados y sus efectos cancerígenos, y su desconocimiento se debe a la poca información sobre el producto y a la escasa experimentación en la Industria (Puebla 2016).

La carne a base de lenteja tiene como ventaja no solo darle un valor agregado a este producto primario, el cual no ha sido transformado de manera industrial, sino también proporcionar a los consumidores una serie de vitaminas y minerales propios del grano (Giraldo y Páez, 2008)

LENTEJA (*Lens Culinaris*)

La lenteja es una leguminosa de cosecha anual. El origen de esta planta es desconocido, sin embargo, se conoce que su semilla es ampliamente consumida en Europa, Asia y el norte de África (Enciclopedia Moderna, 2015 citado por Donoso, 2015).

La lenteja es uno de los más ricos y nutritivos alimentos, que se aproxima mucho a los alimentos completos, representado en 55 % de almidón, 25 % de proteínas y algunas grasas, fosfatos y cloruros. En hierro, por ejemplo, contiene cerca de 8 miligramos por kilo. Las lentejas pertenecen a la familia de las legumbres que, por sus altos aportes nutricionales, son un alimento ideal, además de tener en casi todas las latitudes un costo muy pequeño para su adquisición (Lara, 2013). Tiene una gran riqueza de vitaminas B1 y B2 y de minerales como, cobre, magnesio, fósforo, selenio, zinc y por supuesto, hierro. Los principales valores nutricionales de las lentejas para una porción de 100 gramos son alrededor de 310 calorías, con un 50,8% de hidratos de carbono, un 23,5 % de proteínas, un 1,4% de grasas totales, un 10,6% de fibra, no tiene colesterol y de vitaminas tiene A, B1, B2, B3 y B6. Este cuadro minucioso de sus valores nutricionales, dan un panorama amplio de la importancia de incluir las lentejas en la alimentación habitual, ya que son garantía de equilibrio para la salud (Villacis, 1991 citado por Lara, 2013).

2.3. PROPIEDADES QUE SE DEBEN CONSIDERAR EN UNA CARNE VEGETAL

Toinga (2014) expone que un producto de este tipo debe tener una textura adecuada para evitar que el producto se desmenuce o sea difícil de masticar. Así como una cantidad de proteína que sea superior a las presentadas por los productos netamente cárnicos como salchichas y demás, siendo los de origen vegetal atractivos en la parte organoléptica y en lo nutricional (Tipán y Ushiña, 2012)

La humedad es uno de los factores que afectan las propiedades organolépticas del producto es por eso que debe tener mayores cantidades de proteína para evitar que el producto se vuelva gomoso (Torres y Cáceres, 2012).

Velásquez y Páez (2008) expresan que la utilización de almidones mejora la apariencia de las carnes vegetales, ya que ofrecen una mejor apariencia evitando que se parta al ser manipulada.

2.4. ALMIDÓN

El almidón es un polímero natural, su mayor fuente de energía la presenta almacenada en algunas plantas, generalmente en semillas de cereales, en tubérculos entre otros (Aristizábal & Sanchez, 2007 citado por Guevara *et al*, 2016). Está formado de las fracciones amilosa y amilopectina. La amilopectina es una molécula ramificada (Kasemsuwan y Jane, 1994 citado por Salinas *et al*, 2003). La amilosa, por el contrario, posee pocas ramificaciones (Hizukuri *et al*, 1981 citado por Salinas *et al*, 2003), y tiene una gran tendencia a retrogradar, por lo que es considerada la principal causa de deterioro a corto plazo.

Se debe tomar en cuenta que la relación de amilosa/amilopectina en los almidones no es igual; ésta va a variar según el clima, la edad, sitio de cultivo y la fuente del almidón. Estas diferencias permiten que los almidones tengan características diferentes tales como: textura, solubilidad, índice de absorción de agua, estabilidad de gel, viscosidad, gelatinización, y retrogradación (Vargas y Hernández, 2013. Citado por Guevara *et al*, 2016), así como digestibilidad

enzimática y capacidad de emulsificación (Aristizábal y Sánchez, 2007). Calvo concuerda con lo mencionado anteriormente en cuanto a las propiedades tecnológicas del almidón que van a depender mucho del origen, y de la relación amilosa/amilopectina.

Aristizábal y Sánchez, (2007) explican que durante un proceso hidrotérmico, el almidón sufre modificaciones que influirán sobre su estructura, pasando por tres fases importantes: gelatinización, gelificación y retrogradación, causando así; hinchamiento, hidratación, fusión y ruptura de los gránulos de almidón.; y exponen que previo a la gelatinización existe hinchamiento reversible, esto ocurre entre los 20 y 60°C. Al continuar con el calentamiento a 70°C y 100°C existe una ruptura de los enlaces de hidrógeno en el interior de los gránulos, y una dispersión completa, produciéndose así la gelatinización. Al disminuir la temperatura a 60°C se produce un gel viscoso y elástico. Y si se disminuye aún más la temperatura a 20°C se producirá una nueva estructura cristalizada, dando lugar a una retrogradación.

Al ser el segundo polisacárido más abundante después de la celulosa y el primero en importancia desde el punto de vista comercial, al utilizarse ampliamente en la industria alimentaria (Sivack y Preiss, 1998. Citado por Meañó *et al.* 2014). El almidón es una materia prima 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 (ZHAO, 1994 citado por Hernández *et al*, 2008).

Ruiz, 2006, expone que las propiedades del almidón consideradas las más significativas comercialmente son; su resistencia mecánica y flexibilidad, en dependencia de la resistencia y carácter de la región cristalina, que dependerá la relación de amilosa y amilopectina, y por lo tanto del tipo de planta, del peso molecular, del grado de ramificación y de la conformación de cada componente del polímero.

AMILOSA

Pineda *et al* (2010), expresa que la amilosa es un polímero lineal con un grado de polimerización de 100 a 1000 unidades de glucosa. Organizándose junto con la amilopectina; en capas alternas semi-cristalinas y amorfas que forman anillos radiales de crecimiento Ramírez *et al*, (2012), Siendo en este caso la amilosa la parte amorfa del gránulo del almidón (Rodríguez *et al* 2001). Considerando así que las películas de amilosa son más elásticas que las de celulosa, gracias a sus cadenas en forma de hélice (Avilés, 2006).

La amilosa constituye del 20 al 30 por ciento del total del almidón y posee la capacidad de formar geles. Es poco soluble en agua y es la responsable de la adsorción y de la formación de geles, que luego precipitan, en el curso de la retrogradación después de la gelatinización (Villagra, 2010).

AMILOPECTINA

La amilopectina es un polímero de estructura ramificada que tiene un grado de polimerización de aproximadamente 40.000 unidades de glucosa (Pineda *et al* (2010), la cual contiene una parte amorfa al igual que la amilosa y una parte altamente cristalina en los gránulos de almidón (Rodríguez *et al* 2001).

Villagra (2010) indica que la amilopectina es la responsable de la pegajosidad y viscosidad del almidón, debido a que durante la cocción absorbe una importante cantidad de agua, siendo la responsable del hinchamiento del gránulo de almidón.

Salinas *et al* (2003) evaluaron la modificación de la proporción de amilosa:amilopectina en el almidón de harinas nixtamalizadas de maíz (*Zea mays* L.) en las características reológicas de la harina y la calidad de la tortilla, Usaron dos harinas comerciales y otra obtenida mediante el método tradicional de nixtamalización, con cuatro diferentes proporciones de amilosa:amilopectina, 15:85, 20:80, 40:60 y 50:50, donde concluyeron que las tortillas producidas con harinas con alta proporción de amilopectina conservaron mejor la humedad y suavidad.

2.4.1. TIPOS DE ALMIDÓN

ALMIDÓN DE YUCA

El almidón de yuca es la segunda fuente de almidón en el mundo después del maíz, pero por delante de la papa. Sus gránulos no son uniformes en tamaño, forma se presentan redondos con terminales truncados, un núcleo bien definido y su tamaño varía entre 4-35 μm con un promedio de 20 μm , (Aristizábal y Sánchez, 2007).

Así mismo Aristizábal y Sánchez, (2007) expone que su contenido de proteína es bajo en comparación al de otros almidones, en el almidón de yuca el porcentaje es cercano al 0.1%. Así mismo contienen pequeñas cantidades de lípidos y esto es una ventaja ya que los lípidos presentes en los almidones forman un complejo con la amilosa la cual reprime el hinchamiento, produce problemas como la rancidez en el proceso de almacenamiento.

Hernández *et al* (2008) afirma que el contenido de amilopectina en el almidón de yuca es del 83%, y que presenta alto poder de hinchamiento (58,83 g agua.g⁻¹ almidón), por lo que podría ser utilizado en productos que requieran retener agua, de igual manera indica que su firmeza y elasticidad, así como la alta estabilidad a la refrigeración y congelación, demuestran que podrían utilizarse como agentes espesantes y estabilizantes en sistemas alimenticios que necesiten ser refrigerados y congelados.

Moorthy, 2004 citado por, Vargas y Hernández, (2012) explica que el almidón de yuca tiene una temperatura de gelatinización baja en comparación con otros almidones, la cual está entre 49 y 73 °C esta variación dependerá de la variedad, constitución genética y el ambiente de desarrollo del cultivo.

Por otro lado Martín y López (2009) expresan que la temperatura mínima del proceso de gelatinización de un almidón de yuca es de 63°C, Hernández *et al*, (2008) señalan que dicho almidón presenta una mayor capacidad de absorción de agua y por ende una mejor gelatinización a los 90°C.

Con lo antes mencionado Quinteros y Ramírez (2013) indican que a mayor concentración de almidón se presenta una gelatinización a menor temperatura debido a la gran cantidad de gránulos presentes en el medio, los cuales permiten tener más partículas interactuando y formando una red polimérica rápidamente. De este modo a menor concentración de almidón dentro de un producto se necesitará mayor temperatura para lograr su gelatinización.

ALMIDÓN DE MAÍZ

Tovar (2008) define al almidón de maíz como un carbohidrato de reserva, y afirma que, de la producción mundial de almidón, aproximadamente el 83% es obtenido del maíz. Así mismo indica que la amilopectina es el principal componente del almidón, presente en un 75%, siendo el 25% correspondiente a la amilosa.

Mathew y Dufresne (2002) indican que la resistencia máxima a tensión obtenida en un almidón termoplástico de maíz evaluada a 10mm/min es de 0.23MPa; un resultado bajo en comparación al obtenido por Huang *et al* (2005) que obtuvieron una resistencia máxima de 5.5MPa.

Taggart (2004) citado por Aristizábal y Sánchez, (2007) expone que la estructura de los gránulos de almidón de maíz es redonda poligonal, con un diámetro entre 5-30 μ m, la relación amilosa- amilopectina es de 25-75%, su temperatura de gelatinización varía entre 62-72°C, su temperatura de gelificación es de 80°C.

ALMIDÓN DE PAPA

Al igual que los almidones ya antes mencionados el almidón de papa es un polisacárido que junto a los lípidos, proteínas y ácidos nucleídos, forman las principales clases de moléculas biológicamente activas (Medina y Salas, 2007). Sus características son atribuidas especialmente a su estructura (Singh y Kaur, 2009 citado por Pardo *et al*, 2013) dentro de las principales están; su baja temperatura de gelatinización, baja tendencia a retrogradarse, resistencia a la

degradación enzimática, formando parte importante en la elaboración de alimentos. Hoover, 2010 (citado por Vargas G, *et al.* 2016).

Según Hernández *et al* (2008) este tipo de almidón contiene un porcentaje de Amilosa del 21% y 79% de amilopectina. Según Alvis *et al* (2008) su contenido de fibra es igual que en el almidón de yuca con 0.05% aproximadamente, en cuanto a la proteína su valor es de 0.62%, y su relación amilosa-amilopectina es de 76-24% similar a la obtenida por Hernández *et al* (2008)

Además de lo a antes mencionado, el almidón de papa contiene fosfatos en forma de sales, los cuales son los principales componentes en sus minerales; pero estos están presentes en forma de esterres, específicamente en la molécula de amilopectina (Miranda, 2009).

Benum y Roels, (1985) citado por Miranda, (2009) expresan que este alto contenido de fósforo puede permitir el desarrollo de altas viscosidades también a la fuerza de gel.

Martens y Thybo 2000, Carbonell *et al.* 2006, Islam *et al.* 2007 citado por Hasbún, *et al.* 2009. Expresan que el efecto del almidón de papa sobre la textura, pueden tener un efecto positivo sobre la firmeza los productos. Y está relacionado por las sustancias pécticas, y el efecto de tratamientos de escaldado para la inhibición de enzimas.

El uso de almidones dentro del procesamiento de alimentos, va a influir en sus propiedades reológicas, puesto a que ocasionaran cambios dentro de sus propiedades físicas.

2.5. REOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

Un concepto formal del termino reología sería: “Parte de la mecánica que estudia la elasticidad, plasticidad y viscosidad de la materia”. La Reología es la ciencia del flujo que estudia la deformación de un cuerpo sometido a esfuerzos externos. Las propiedades reológicas se definen a partir de la relación existente entre fuerza o sistema de fuerzas externas y su respuesta, ya sea como deformación

o flujo. Todo fluido se va a deformar en mayor o menor medida al someterse a un sistema de fuerzas externas (Ramírez, 2006).

2.5.1. FLUIDO

Un fluido se define como una sustancia que se deforma continuamente bajo la aplicación de esfuerzos cortantes. Existen tres tipos de fluidos:

Newtonianos. – Los fluidos Newtonianos se caracterizan por cumplir la Ley de Newton, es decir, que existe una proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Todos los gases, agua líquida y líquidos de moléculas sencillas como amoníaco, alcohol y benceno, son newtonianos (Levenspiel, 1993).

No Newtonianos. - Aquellos donde no hay una proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Las suspensiones densas, lodos, emulsiones, soluciones de polímeros de cadena larga, fluidos biológicos, alimentos líquidos, pinturas, en general son no Newtonianos. Estos fluidos a su vez se diferencian en dependientes e independientes del tiempo (Ramírez, 2006).

Fluidos independientes del tiempo de aplicación: estos fluidos se pueden clasificar dependiendo de si tienen o no esfuerzo umbral, es decir si necesitan un mínimo valor de esfuerzo cortante para que el fluido se ponga en movimiento.

Fluidos sin esfuerzo umbral

- a) Fluidos pseudoplásticos: se caracterizan por una disminución de su viscosidad, y de su esfuerzo cortante, con la velocidad de deformación.
- b) Fluidos dilatantes: los fluidos dilatantes son suspensiones en las que se produce un aumento de la viscosidad con la velocidad de deformación, es decir, un aumento del esfuerzo cortante con dicha velocidad. Ejemplos de este tipo de fluidos son la harina de maíz, las disoluciones de almidón muy concentradas, y la arena mojada.

Fluidos con esfuerzo umbral. - llamados también plásticos (viscoplásticos). Este tipo de fluido se comporta como un sólido hasta que sobrepasa un esfuerzo

cortante mínimo (esfuerzo umbral) y a partir de dicho valor se comporta como un líquido. Algunos ejemplos de comportamiento plástico son el chocolate, la arcilla, la mantequilla, la mayonesa, la pasta de dientes, las emulsiones, las espumas, etc.

Fluidos dependientes del tiempo de aplicación. – este tipo de fluidos se clasifican en dos tipos: los fluidos tixotrópicos y los fluidos reopécticos.

Fluidos tixotrópicos. - los fluidos tixotrópicos se caracterizan por un cambio de su estructura interna al aplicar un esfuerzo. Esto produce la rotura de las largas cadenas que forman sus moléculas. Estos fluidos una vez aplicado un estado de cizallamiento, solo pueden recuperar su viscosidad inicial tras un tiempo de reposo. Ejemplos típicos de estos fluidos son el yogur y la salsa de tomate.

Fluidos reopécticos. – los fluidos reopécticos, se caracterizan por que su viscosidad aumenta con el tiempo y con la velocidad de deformación aplicada. Existen pocos de este tipo, entre ellos está el yeso.

Viscoelásticos. - aquellos que se comportan como líquidos y sólidos, presentando propiedades de ambos. Esta mezcla de propiedades puede ser debida a la existencia en el líquido de moléculas muy largas y flexibles o también a la presencia de partículas líquidas o sólidos dispersos. Ejemplos de estos son la nata, la gelatina y los helados.

Las características reológicas de un fluido son uno de los criterios esenciales en el desarrollo de productos en el ámbito industrial. Frecuentemente, éstas determinan las propiedades funcionales de algunas sustancias e intervienen durante el control de calidad, los tratamientos (comportamiento mecánico), el diseño de operaciones básicas como bombeo, mezclado, y envasado, almacenamiento y estabilidad física, e incluso en el momento del consumo (textura).

2.6. TEXTURA

La textura es un factor de aceptabilidad sensorial importante para la aprobación de algunos alimentos por parte del consumidor. Las propiedades texturales de un alimento son el grupo de características físicas que dependen de los

elementos estructurales del material y se relacionan con la deformación, desintegración y flujo por la aplicación de una fuerza. Una propiedad importante del alimento que se asocia con la textura es su comportamiento reológico (Rodríguez *et al*, 2005).

Del mismo modo Rodríguez *et al* (2005) aseguran que el comportamiento macroestructural de la masa depende de las condiciones de proceso durante su formación, sus constituyentes y la interacción que exista entre ellos. Los estudios sobre la reología y la textura de las masas definen la influencia de los diferentes componentes, permite el control de calidad del producto final y orienta el diseño y la adaptación de nuevas tecnologías de proceso.

Ya que la textura incluye un número de sensaciones físicas diferentes, es más conveniente utilizar el término propiedades texturales que textura.

Según Hleap y Velasco (2010) dentro de las propiedades texturales medibles tenemos las siguientes:

2.6.1. FIRMEZA

Es la primera caída significativa de la curva durante el primer ciclo de compresión producto de un alto grado de dureza y bajo grado de cohesividad. Se refiere a la dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta. Se expresa en unidades de fuerza (Newtons).

2.6.2. DUREZA

Fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de compresión. Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. Se expresa en unidades de fuerza (Newtons).

2.6.3. COHESIVIDAD

Cociente entre el área positiva bajo la curva de fuerza de la segunda compresión y el área bajo la curva de la primera compresión. Representa la fuerza con la que

están unidas las partículas, límite hasta el cual se puede deformar antes de romperse. Es adimensional.

2.6.4. ADHESIVIDAD

Siguiendo al primer ciclo de compresión se elimina la fuerza cuando la cruceta se mueve a su posición original. Si el material es pegajoso o adhesivo, la fuerza se convierte en negativa. El área de esta fuerza negativa, se toma como una medida de la adhesividad de la muestra. Representa el trabajo necesario para despegar el plato de compresión de la muestra o el trabajo necesario para despegar el alimento de una superficie. Se mide en $\text{kgm}^2\text{s}^{-2}$.

2.6.5. ELASTICIDAD

Es la altura que recupera el alimento durante el tiempo que recorre entre el primer ciclo y el segundo. Mide cuanta estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial. Es adimensional, una longitud dividida por otra longitud.

2.6.6. GOMOSIDAD

La energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado. Producto de la dureza por la cohesividad. Se expresa en kgm/s^{-2} .

2.6.7. MASTICABILIDAD

Producto de la dureza por la cohesividad y la elasticidad. Representa el trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido. Se expresa en kgf.

Las propiedades texturales de un alimento son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia (Rodríguez *et al*, 2005).

2.7. INSTRUMENTOS MECÁNICOS DE MEDICIÓN DE LA TEXTURA

Los instrumentos mecánicos de medición de la textura pueden detectar y cuantificar de forma alternativa ciertos parámetros físicos que deben posteriormente interpretarse en términos de la percepción sensorial. En este caso la percepción de la textura se deriva o parte de la reacción del alimento a un estrés aplicado que se cuantifica mediante propiedades mecánicas y que son percibidas en los sentidos quinesésicos en los músculos de la mano, dedo, lengua, mandíbula o labios (Meilgaard *et al* 1999 citado por Muñoz y Vega, 2014).

Dentro de los instrumentos mecánicos de medición de textura se encuentran los siguientes:

2.7.1. PENETRONOMÍA

Representa una de las más viejas técnicas de medición de textura, en la cual una sonda o penetrómetro de geometría dada es conducida en un material y la fuerza requerida para una dada penetración o la profundidad de penetración total es medida y ha sido ampliamente utilizada en la caracterización textural para frutas, vegetales, geles, mayonesas, grasas y en la cuantificación de la terneza de carnes.

Se han desarrollado distintos tipos de penetrómetros que difieren principalmente en la geométrica de la pieza que se introduce en el alimento, que generalmente es cilíndrica o cónica; el sistema por el que la pieza se introduce en el alimento, que puede ser aplicando un peso constante o variable o aplicando una fuerza a una velocidad constante y las dimensiones de la variable que miden, que pueden ser las de una fuerza, una distancia o un tiempo.

2.7.2. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA

Es un procedimiento instrumental para medir, cuantificar y desarrollar nuevos parámetros relacionados con la textura, aunque la magnitud de estos parámetros será influenciada por las variables introducidas en las mediciones como la tasa de deformación y para que ellas puedan proveer información objetiva y que se

pueda comparar es necesario ejecutar las mediciones bajo unas condiciones estandarizadas (Pelg, 1976 y Fellows, 2000, citados por Muñoz y Vega, 2014).

Tunick (2000) citado por Muñoz y Vega (2014) define el análisis de perfil de textura como una prueba imitativa en la cual se pretende reproducir el masticado de un producto siendo útil en el proceso de control de calidad y manufactura de alimentos. Este análisis consiste en una prueba de doble compresión donde se someten muestras del producto a una compresión de 80 a 90% con respecto a su altura inicial, efectuados en un equipo denominado Texturómetro. Un texturómetro es un avanzado instrumento que ha sido diseñado para caracterizar las propiedades texturales de cualquier tipo de producto. Normalmente trabajan con un paquete de software que se encarga de la programación de los ensayos y de la gestión de los resultados obtenidos en ellos. El funcionamiento de un Texturómetro está diseñado para realizar una deformación controlada a una muestra y medir la respuesta que ésta ejerce a la energía aplicada durante el ensayo.

Experimento de compresión. - Existen dos tipos de compresiones: en una sola dirección y global. En el primero de ellos la muestra es comprimida en una dirección, y no es deformada en las otras. La compresión global de la muestra se realiza en las tres direcciones, normalmente por medio hidráulico. La compresión en una sola dirección se utiliza a menudo para evaluar la dureza o resistencia de los alimentos sólidos. Generalmente, en este tipo de experimento se utilizan muestras con forma cilíndrica y se deforman a una velocidad de deformación constante, con la que la muestra disminuye su altura y aumenta su diámetro.

Experimento de penetración. – Este tipo de experimentación es uno de los métodos más simples y utilizados en la medida objetiva de la textura. Como su nombre indica, la muestra es penetrada con una variación o punzón. Esta prueba es la más sencilla y útil cuando se trata de frutas y vegetales frescos. En estas pruebas el alimento se lleva hasta una profundidad tal que cause un aplastamiento irreversible o flujo del material; por lo general se mide la fuerza máxima de penetración, como una medida de la firmeza o consistencia del producto.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó una investigación experimental

3.2. FACTOR EN ESTUDIO

Factor A: Tipos de Almidones

Factor B: Porcentaje de almidón

NIVELES

Correspondientes al Factor A

a1: Almidón de Yuca

a2: Almidón de Maíz

a3: Almidón de Papa

Correspondientes al Factor B

b1: 5% de concentración en la base

b2: 10% de concentración en la base

3.3. TRATAMIENTOS

| Tratamientos | Código | Descripción |
|--------------|--------|---|
| t1 | a1b1 | Almidón de Yuca + 5% de concentración en la base |
| t2 | a1b2 | Almidón de Yuca + 10% de concentración en la base |
| t3 | a2b1 | Almidón de Maíz + 5% de concentración en la base |
| t4 | a2b2 | Almidón de Maíz + 10% de concentración en la base |
| t5 | a3b1 | Almidón de Papa + 5% de concentración en la base |
| t6 | a3b2 | Almidón de Papa + 10% de concentración en la base |

Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se aplicó en la investigación fue un DCA (Diseño Completamente al Azar) con arreglo bifactorial, con 3 repeticiones por cada tratamiento.

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|---------------------|--------------------|
| TOTAL | 17 |
| TRATAMIENTOS | 5 |
| FACTOR A | 2 |
| FACTOR B | 1 |
| A*B | 2 |
| ERROR EXPERIMENTAL | 12 |

Cuadro 3.2. Esquema de ANOVA

3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó como unidad experimental 1kg de masa base compuesta por 71% de lenteja, 12% de cebolla, 13% de zanahoria, 0,15% de ajo, 2% sal, 1% de perejil, 0,20% de pimienta y 0,65% de comino, a la que se le asignó los tratamientos, en una relación de 5 y 10%, de cada tipo de almidón.

3.6. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se elaboró una carne vegetal a base de lenteja de la siguiente manera:

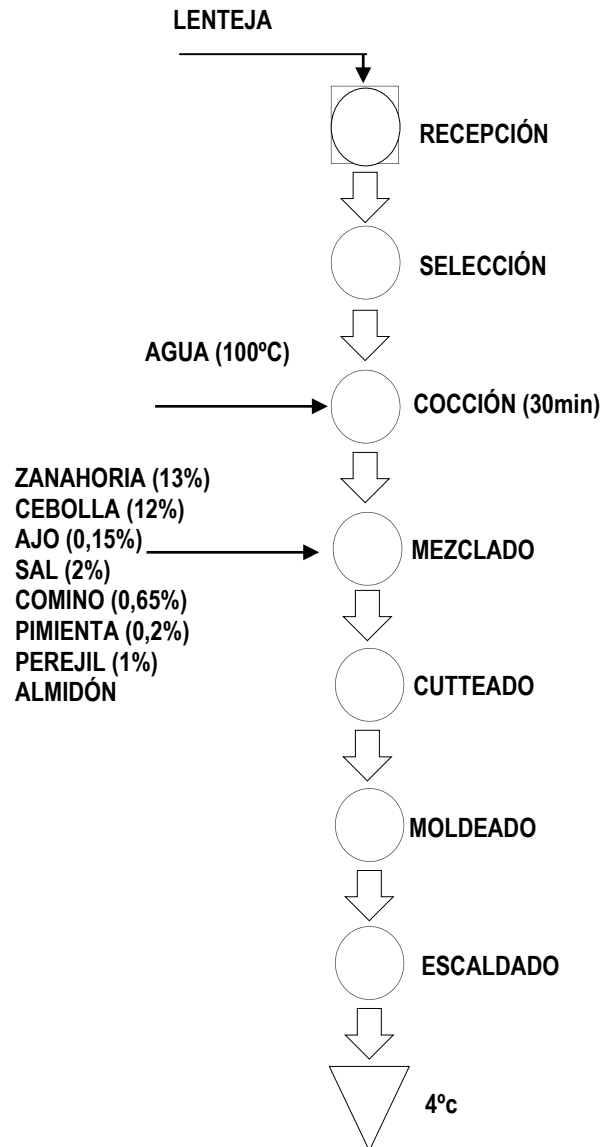
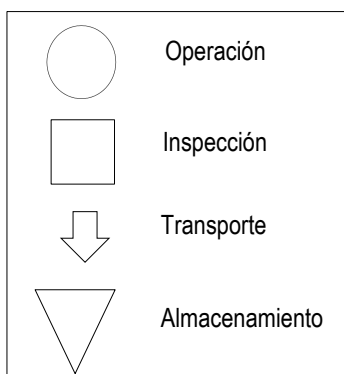


Figura 3.1. Diagrama General del Proceso de la Carne Vegetal

SIMBOLOGÍA



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA. - Se recibió la materia prima (lenteja) y el resto de ingredientes necesarios para la elaboración del producto siguiendo la formulación ya establecida: 71% de lenteja, 12% de cebolla, 13% de zanahoria, 0,15% de ajo, 2% sal, 1% de perejil, 0,20% de pimienta y 0,65% de comino. Del mismo modo se adquirió los tres tipos de almidones (yuca, papa, y maíz), que se asignaron a la pasta base.

COCCIÓN. - Previo a la cocción, la lenteja se sometió a remojo durante un periodo de 12 horas para reducir el tiempo de cocción, y lograr una mayor hidratación, obteniendo mayor tamaño del grano. Se calentó el agua a 40°C, y se adicionó las lentejas por 30 minutos junto al ajo, sal y comino.

MEZCLADO. - Antes de mezclar se coló el exceso de líquido, y se añadió; zanahoria, cebolla (previamente rayadas), perejil y pimienta, homogenizando completamente para que se integren todos los ingredientes.

CUTTEADO. – La mezcla obtenida se llevó al cutter hasta obtener una pasta fina, a la que se le asignaron los diferentes porcentajes de almidón. De esta pasta se obtuvo 18kg (1kg para cada réplica), que fueron destinadas para los análisis de Perfil de Textura y para los análisis sensoriales.

MOLDEADO.- Previo al moldeado se procedió a embutir en una tripa sintética de calibre 40mm.

ESCALDADO. - Se procedió a realizar un escaldado por 10min a 80°C para lograr la acción aglutinante del almidón.

ALMACENADO. - Se almacenó el producto a 4°C.

DESCRIPCIÓN DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS

Una vez culminado la etapa de elaboración del producto, se estableció el mejor almidón y porcentaje del mismo para una adecuada textura de la carne vegetal, a través de análisis de perfil de textura a todos los tratamientos y sus respectivas repeticiones, mediante el Texturómetro SHIMADZU.

FIRMEZA

El análisis de firmeza se realizó a cada replica con 3 repeticiones por muestra a temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Se utilizó un Texturómetro (SHIMADZU, Japón), con una celda de 500 N de fuerza. Los resultados fueron analizados mediante el software Trapezium x. Las muestras se colocaron en una placa circular de 12 cm de diámetro y el ensayo de penetración se realizó con un punzón de 8 cm de longitud y 2 mm de diámetro a una velocidad de 20 mm/s, con una penetración en la muestra de 10 mm. Los resultados se expresaron como la fuerza máxima (N) necesaria para penetrar en el producto.

ANÁLISIS DE MASTICACIÓN

El análisis de masticación se realizó en 3 muestras de cada tratamiento con 3 repeticiones por muestra a temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Se utilizó un Texturómetro (SHIMADZU, Japón), con una celda de 500 N de fuerza. Los resultados fueron analizados mediante el software Trapezium x. Las muestras se colocaron en una placa circular de 12 cm de diámetro y el ensayo de masticación se realizó con un punzón de compresión de 11 cm de longitud y 2 cm de diámetro a una velocidad de 10 mm/s, con un tiempo de masticación de 6 segundos. Los resultados se expresaron en (N) para dureza, y masticabilidad. Y adimensionales para elasticidad.

ANÁLISIS SENSORIALES

Para medir la aceptabilidad del producto final, se aplicó una prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 5 puntos de sabor, color y olor a todos los tratamientos mediante una ficha de Evaluación sensorial de Aceptación (Ver Anexo 1) a 50 jueces no entrenados. Las muestras fueron presentadas después de un proceso de fritura con aceite vegetal de Palma.

Para determinar el contenido proteico del mejor tratamiento se realizó análisis de proteínas por el Método Kjeldahl en el Centros de Servicios para el control de la calidad (CE.SE.C.CA), en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

3.7. VARIABLES A MEDIR

Textura

Dureza (Texturómetro SHIMADZU)

Elasticidad (Texturómetro SHIMADZU)

Firmeza (Texturómetro SHIMADZU)

Masticabilidad (Texturómetro SHIMADZU)

Aceptabilidad: Análisis Sensoriales con escala hedónica de 5 puntos (sabor, color, olor).

Proteínas: se realizó un análisis de proteínas por el Método Kjeldahl al mejor tratamiento.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las siguientes pruebas:

- a) Se efectuó las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad (Levene), para comprobar que las variables cumplieran con los supuestos indicados anteriormente.
- b) Análisis de varianza (ANOVA): Se lo efectuó con el propósito de establecer la diferencia significativa estadística.
- c) Prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD): Se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, lo cual permitió determinar la magnitud entre ellos. Se analizó al 5% de probabilidad del error, de acuerdo a los grados de libertad (gl) del error experimental.

3.9. TRATAMIENTOS DE DATOS

El análisis de los datos se los efectuó por medio del programa SPSS 21 Versión Libre.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Perfil de Textura

Experimento de Penetración (Firmeza)

A partir del experimento de penetración se evaluó la Firmeza para los diferentes tratamientos, obteniendo los siguientes resultados.

En el tratamiento 1, correspondiente a almidón de yuca + 5% de concentración en la base, se observa que, al desplazarse el punzón a través de la muestra, se fue aumentando la fuerza necesaria para penetrarla. Obteniendo una firmeza de 2,19226 N para este tratamiento.

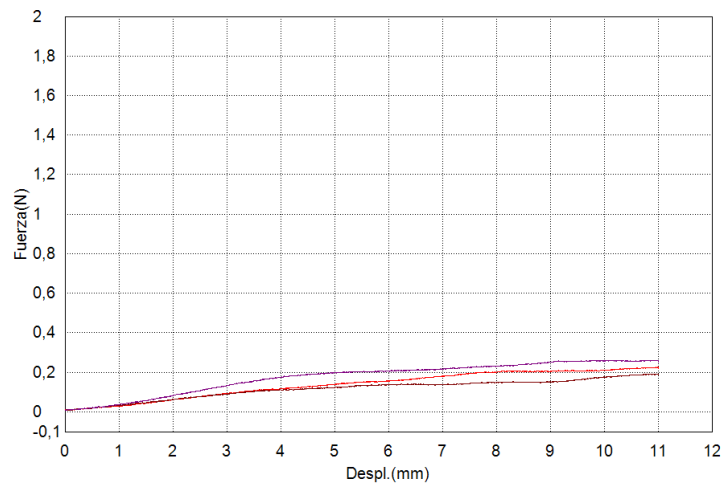


Gráfico 4.1. Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 1 (Almidón de Yuca + 5% de concentración en la base).

El comportamiento de la curva para el tratamiento 2 correspondiente a almidón de yuca + 10% de concentración en la base, es similar al del tratamiento 1. Sin embargo, para esta muestra fue necesaria una mayor fuerza en el punzón para poder penetrarla, obteniendo una firmeza para esta muestra de 40,3359 N.

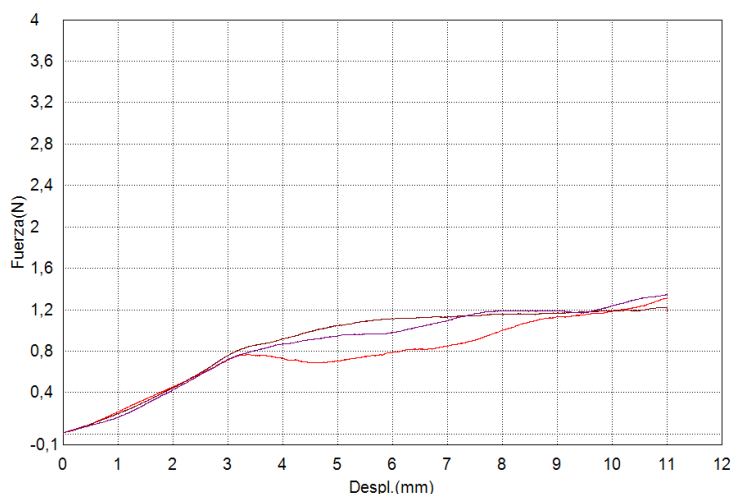


Gráfico 4.2. Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 2 (Almidón de Yuca + 10% de concentración en la base)

El tratamiento 3, correspondiente a almidón de maíz + 5% de concentración en la base, a diferencia de los tratamientos anteriores, la fuerza aumenta en los primeros mm de desplazamiento, y posteriormente se mantiene, obteniendo una firmeza de 13,2171 N.

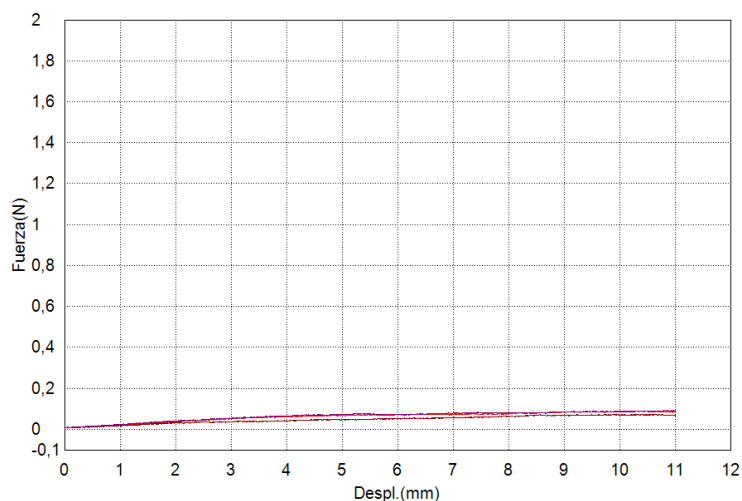


Gráfico 4.3. Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 3 (Almidón de maíz + 5% de concentración en la base)

Para el tratamiento 4, correspondiente a almidón de maíz + 10% de concentración en la base, se observa que la fuerza que emplea el punzón para penetrar la muestra aumenta considerablemente a medida que el punzón se desplaza. Éste tratamiento, alcanza una firmeza de 25,3114 N.

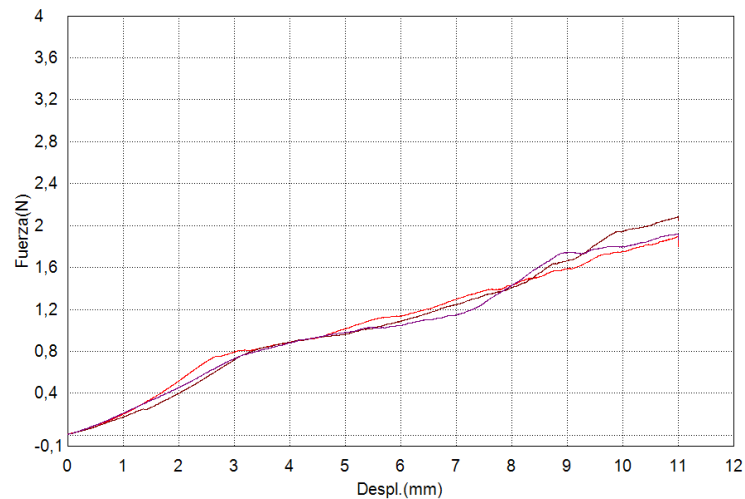


Gráfico 4.4. Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 4 (Almidón de maíz + 10% de concentración en la base).

El tratamiento 5, correspondiente a almidón de papa + 5% de concentración en la base, al igual que en los tratamientos 1 y 3, tiene una firmeza menor a aquellos con un 10% de concentración en la base, para éste tratamiento se obtuvo una firmeza de 9,8585 N.

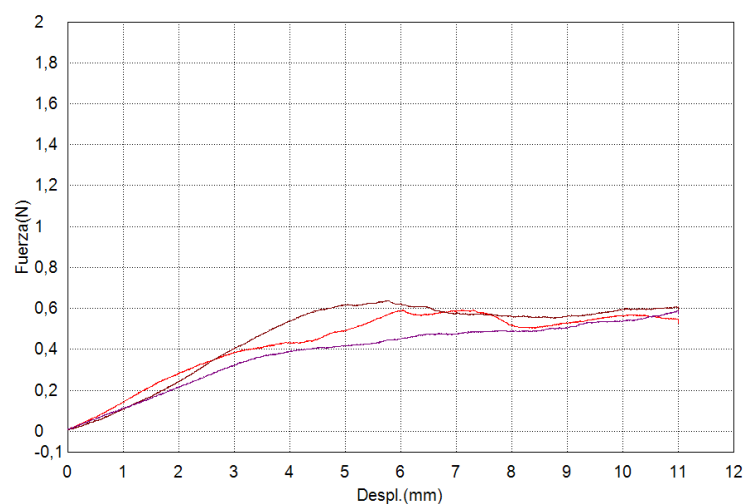


Gráfico 4.5. Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 5 (Almidón de papa + 5% de concentración en la base)

El tratamiento 6, correspondiente a almidón de papa + 10% de concentración en la base, tiene también un incremento de la fuerza empleada en el punzón a medida que se desplaza para penetrar la muestra. La firmeza obtenida para el tratamiento 6 fue de 39,9096 N.

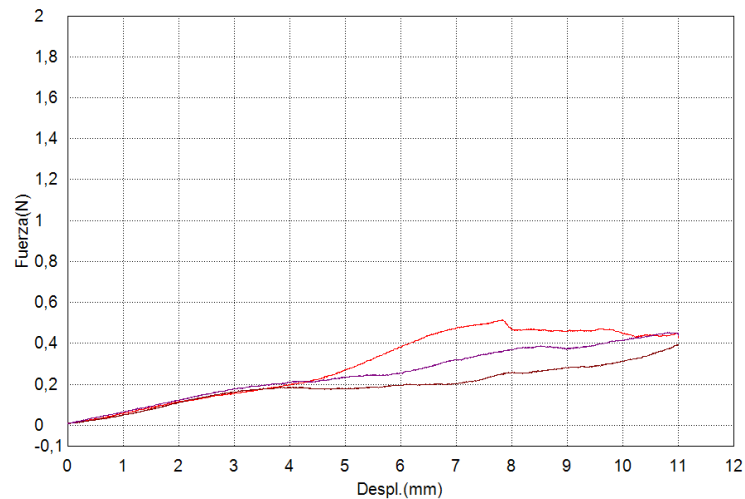


Gráfico 4.6. Curva del Experimento de Penetración del tratamiento 6 (Almidón de papa + 10% de concentración en la base).

Experimento de Compresión (dureza, masticabilidad, elasticidad).

Con el experimento de compresión, se evaluó la dureza, masticabilidad y elasticidad de cada tratamiento, obteniendo los siguientes resultados:

En el experimento de compresión del tratamiento 1, se observa una baja altura de la curva correspondiente a la primera compresión, obteniendo una dureza de 0,08532 N, a partir de la curva de la segunda compresión se obtuvo valores de 0,6427 para la elasticidad, y 0,0223 N para la masticabilidad.

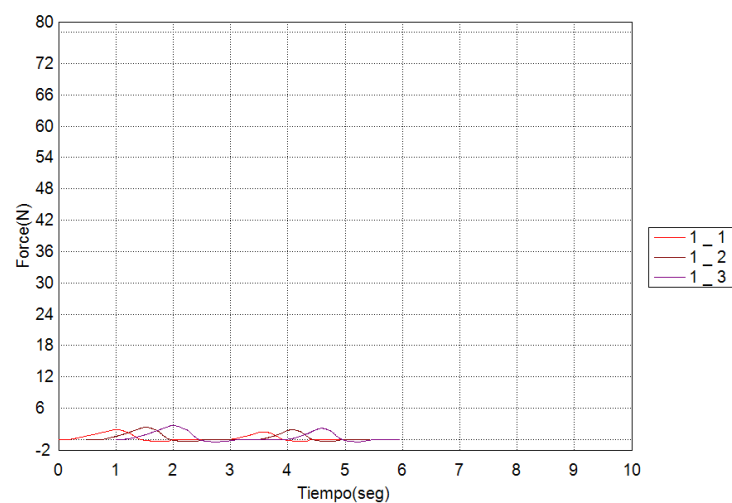


Gráfico 4.7. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 1 (Almidón de Yuca + 5% de concentración en la base)

En la curva del tratamiento 2, correspondiente a almidón de yuca + 10% de concentración en la base, se observa un comportamiento similar al T1, sin embargo, la curva de la primera compresión es más alta, por lo que se obtiene una dureza de 0,2327 N. La curva de la segunda compresión se mantiene un poco más baja, obteniendo valores de 0,1257 N para masticabilidad, y 0,9539 para elasticidad.

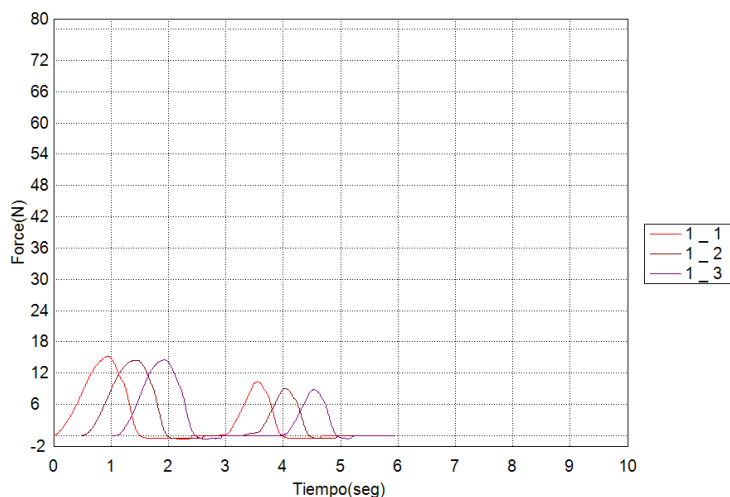


Gráfico 4.8. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 2 (Almidón de Yuca + 10% de concentración en la base).

El tratamiento 3, correspondiente a almidón de maíz + 5% de concentración en la base, presentó una dureza de 0,5796 N, una elasticidad de 0,5951, y una masticabilidad de 0,0763 N.

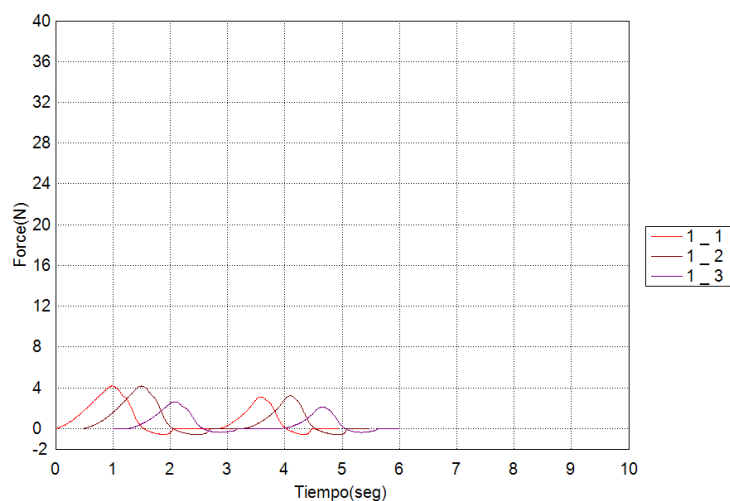


Gráfico 4.9. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 3 (Almidón de maíz + 5% de concentración en la base)

La curva del tratamiento 4, correspondiente a almidón de maíz + 10% de concentración en la base, se obtiene una dureza de 1,4432 N, siendo esta más alta a la del tratamiento anterior, con una curva de segunda compresión un poco más baja que la de la primera compresión, obteniendo una elasticidad de 0,6633, y una masticabilidad de 0,3363 N.

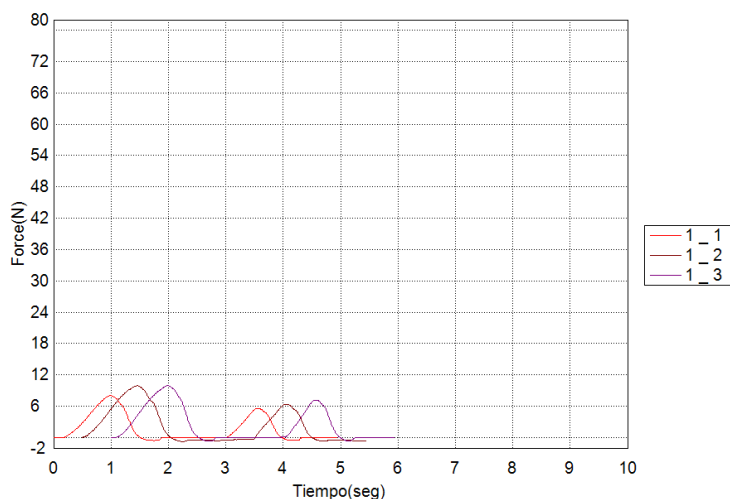


Gráfico 4.10. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 4 (Almidón de Maíz + 10% de concentración en la base)

La primera curva de compresión del tratamiento 5 correspondiente a almidón de papa + 5% de concentración en la base, denota una fuerza de 0,4813 N, y la segunda curva de compresión, un poco menor a la primera, indica una masticabilidad de 0,1024 N, y una elasticidad de 0,5442.

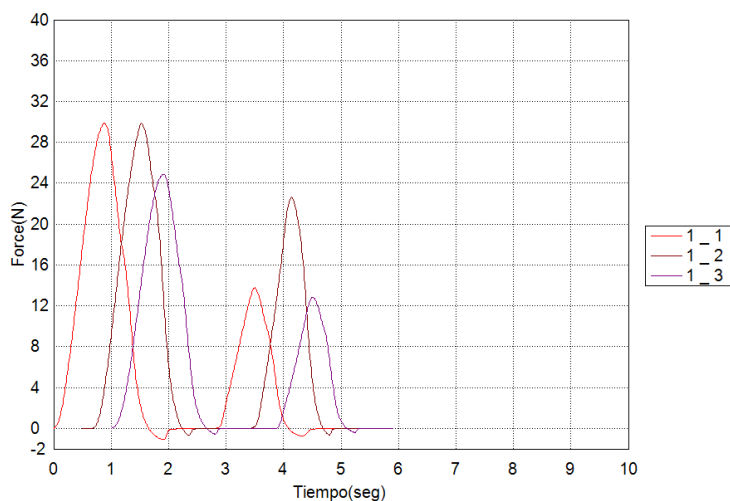


Gráfico 4.11. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 5 (Almidón de Papa + 5% de concentración en la base)

En el tratamiento 6, correspondiente a almidón de papa + 10% de concentración en la base, se observa la primera curva de compresión más alta de todos los tratamientos, obteniendo una dureza de 1,91 N. En la segunda curva de compresión se obtienen valores de 0,1808 N para la masticabilidad, y 0,6039 para elasticidad.

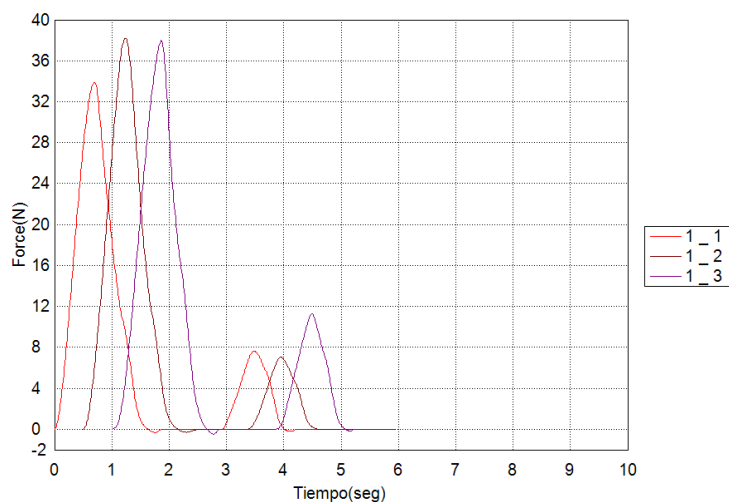


Gráfico 4.12. Curva del Experimento de compresión del tratamiento 6 (Almidón de Papa + 10% de concentración en la base)

DATOS OBTENIDOS A PARTIR DE LAS CURVAS

| | Dureza (N) | Firmeza(N) | Elasticidad | Masticabilidad (N) |
|------|------------|------------|-------------|--------------------|
| T1R1 | 0,08532 | 2,29987 | 0,6405 | 0,0093 |
| T1R2 | 0,11696 | 2,20214 | 0,5454 | 0,0111 |
| T1R3 | 0,11264 | 2,07477 | 0,7424 | 0,0466 |
| T2R1 | 0,22634 | 36,6063 | 0,7250 | 0,0832 |
| T2R2 | 0,22872 | 33,4459 | 1,1867 | 0,1641 |
| T2R3 | 0,24321 | 50,9556 | 0,9500 | 0,1298 |
| T3R1 | 0,60701 | 14,7326 | 0,5533 | 0,1055 |
| T3R2 | 0,67213 | 13,5359 | 0,6841 | 0,0719 |
| T3R3 | 0,45988 | 11,3828 | 0,5480 | 0,0515 |
| T4R1 | 1,30561 | 28,1964 | 0,6967 | 0,3449 |
| T4R2 | 1,29385 | 22,4437 | 0,6767 | 0,2715 |
| T4R3 | 1,73031 | 25,2942 | 0,6167 | 0,3925 |
| T5R1 | 0,45392 | 9,30445 | 0,5515 | 0,0981 |
| T5R2 | 0,49559 | 9,40694 | 0,5166 | 0,1085 |
| T5R3 | 0,49461 | 10,8643 | 0,5647 | 0,1007 |
| T6R1 | 2,0767 | 36,6848 | 0,6021 | 0,1845 |
| T6R2 | 1,96616 | 43,4297 | 0,6417 | 0,2057 |
| T6R3 | 1,71535 | 39,6145 | 0,5679 | 0,1523 |

Cuadro 4.1. Datos obtenidos de las curvas del análisis de perfil de textura

Para determinar la normalidad de los datos se realizó los supuestos del ANOVA tal como se indica en el Cuadro 4.2. A continuación, se detalla la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) para cada una de las variables en estudio.

Cuadro 4.2. Pruebas de normalidad

| | Shapiro-Wilk | | |
|----------------|--------------|----|---------|
| | Estadístico | Gl | Sig. |
| Dureza | 0,844 | 18 | 0,007NS |
| Firmeza | 0,928 | 18 | 0,182* |
| Masticabilidad | 0,902 | 18 | 0,062* |
| Elasticidad | 0,752 | 18 | 0,000NS |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Como podemos apreciar las variables masticabilidad y firmeza cumplen con el supuesto de normalidad debido a que su significancia es mayor al 0,05. Se efectuó para estas variables una prueba de Levene comprobando que se cumple con el supuesto de homogeneidad solo para la variable masticabilidad.

Cuadro 4.3. Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error^a

Variable dependiente: Masticabilidad

| F | gl1 | gl2 | Sig. |
|-------|-----|-----|------|
| 1,749 | 5 | 12 | ,198 |

Variable dependiente: firmeza

| F | gl1 | gl2 | Sig. |
|-------|-----|-----|-------|
| 6,160 | 5 | 12 | 0,005 |

Con lo mencionado anteriormente se procede a efectuar un ANOVA para la variable masticabilidad, tal como se aprecia en el Cuadro 4.4, obteniendo significancia en ambos factores, así como en su interacción, por lo cual, se procede a realizar la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD) para el factor A y la prueba de medias para el factor B como se detalla en el Cuadro 4.5, y un ANOVA para los tratamientos descrito en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.4. Anova para la variable Masticabilidad

Variable dependiente: Masticabilidad factores axb

| Origen | Gl | Suma de cuadrados tipo III | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------------------|----|-------------------------------|------------------|--------|---------|
| Total corregida | 17 | 0,194 | | | |
| Tipos_de_almidones | 2 | 0,053 | 0,026 | 21,569 | 0,000** |
| Porcentajes_de_almidones | 1 | 0,098 | 0,098 | 80,171 | 0,000** |
| Tipos_de_almidones * | 2 | 0,029 | 0,015 | 11,941 | 0,001** |
| Porcentajes_de_almidones | | | | | |
| Error | 12 | 0,015 | 0,001 | | |

NS: No significativo

* Significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

Cuadro 4.5 HSD para los factores de la variable masticabilidad

| Tipos_de_almidones | Subconjunto | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| a ₂ | 0,2063000 ^a | | |
| a ₃ | | 0,1416333 ^b | |
| a ₁ | | | 0,0740167 ^c |

| Porcentajes_de_almidones | Media | Error típ. | Intervalo de confianza 95% | |
|--------------------------|--------------------|------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| b ₂ | 0,214 ^a | ,012 | ,189 | ,240 |
| b ₁ | 0,067 ^b | ,012 | ,042 | ,092 |

Una vez analizados los factores para la variable masticabilidad, y tomando la afirmación de Giraldo y Paéz (2008), donde se busca una mejor consistencia en la carne vegetal, se busca aquel tipo y porcentaje de almidón que necesite una mayor fuerza, siendo este el nivel a₂, correspondiente al almidón de maíz, y el b₂ correspondiente a un 10%.

Cuadro 4.6. ANOVA para los tratamientos de la variable masticabilidad

| Origen | Gl | Suma de cuadrados tipo III | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------|----|-------------------------------|------------------|--------|---------|
| Total corregida | 17 | 0,194 | | | |
| Tratamientos | 5 | 0,179 | 0,036 | 29,438 | 0,000** |
| Error | 12 | 0,015 | 0,001 | | |

NS: No significativo

* Significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

Al realizar el ANOVA a los tratamientos como indica el Cuadro 4.6, se obtuvo que existe diferencias estadísticas significativas, por esto se efectúa la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Cuadro 4.7. Prueba de Comparación de Tukey para los tratamientos de la variable Masticabilidad

| Tratamientos | Subconjunto | | | |
|----------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| T ₄ | 0,3363000 ^a | | | |
| T ₆ | | 0,1808333 ^b | | |
| T ₂ | | 0,1257000 ^{bc} | 0,1257000 ^{bc} | |
| T ₅ | | 0,1024333 ^{bcd} | 0,1024333 ^{bcd} | 0,1024333 ^{bcd} |
| T ₃ | | | 0,0763000 ^{cd} | 0,0763000 ^{cd} |
| T ₁ | | | | 0,0223333 ^d |

Letras iguales en columnas no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05 de probabilidad de error

Una vez obtenidos los resultados de la Prueba Tukey para los tratamientos de la variable Masticabilidad, se obtiene como mejor tratamiento el T₄, correspondiente al Almidón de Maíz + 10% de concentración en la base.

La firmeza se relaciona directamente con la dureza, mientras que la elasticidad se asocia con la Masticabilidad; lo que indica la importancia de los resultados que se obtienen en la evaluación textural.

Narváez *et al*, 2007 expone que el punto máximo de viscosidad y gelatinización de un almidón de maíz se ve influenciado por el tamaño de sus gránulos, gelatinizándose a bajas temperaturas, así mismo explica que dicho almidón contiene bajas concentraciones de proteína.

Torres y Cáceres 2012, exponen que el comportamiento de una carne vegetal pastosa se basa en que en el producto existe mayor humedad que proteína, pero en cuanto se aumenta el porcentaje de proteína la carne tendrá una textura consistente y una mordida parecida a la carne animal.

Como se indicó en el Cuadro 4.2, y 4.3 las variables Dureza, Firmeza y Elasticidad, no cumplieron con los supuestos del ANOVA, es por esto que se llevó a cabo pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis.

Cuadro 4.8 Prueba de Kruskal-Wallis para el Factor: Tipos de almidones

| Resumen de prueba de hipótesis | | | | |
|---------------------------------------|--|--|------|-----------------------------|
| | Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
| 1 | La distribución de Dureza es la misma entre las categorías de Tipos_de_almidones. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,003 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de Firmeza es la misma entre las categorías de Tipos_de_almidones. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,810 | Retener la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de Elasticidad es la misma entre las categorías de Tipos_de_almidones. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,085 | Retener la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Como se aprecia en el cuadro 4.8 el nivel de significancia para el factor A, de las variables firmeza y elasticidad presentaron un valor superior al 0,05, lo que indica que dichos factores en las variables antes mencionadas no fueron significativos en comparación con la variable dureza que su significancia es menor que el 0,05; lo que manifiesta que si existe diferencia estadística significativa, por lo cual se efectúa la prueba Tukey.

Cuadro 4.9. Prueba Tukey para el factor A de la variable Dureza

| Tipos_de_almidones | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|--------------------|------------------------------|------------------------|
| | 1 | 2 |
| a3 | 1,200383 ^a | |
| a2 | 1,0114650 ^a | |
| a1 | | 0,1688650 ^b |

Letras iguales en columnas no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05 de probabilidad de error.

Para la variable Dureza, se obtuvo un mejor resultado en el nivel a₃, correspondiente al almidón de papa ya que se necesitó de una mayor fuerza para su deformación, sin embargo, este comparte una misma categoría con el almidón de maíz. Es decir que para la variable dureza se puede emplear el almidón de maíz o el almidón de papa obteniendo resultados aceptables en ambos.

Lisi (2012) evaluó propiedades texturales utilizando almidón de maíz, en pasta que fue almacenada a 4°C, en donde expresa que la dureza, la elasticidad y la masticabilidad de las mismas aumenta progresivamente durante el almacenamiento y que varía de acuerdo al tipo y origen del almidón.

López et al, (2010) citado por Martínez, (2015) indica que los geles de almidones nativos de maíz ensayados muestran una alta resistencia a la deformación y que podrían ser empleados en la formulación de alimentos que requieren condiciones de procesamiento drástico. Así mismo Martínez, (2015) expresa que la utilización del almidón de papa nativo, por su gran elasticidad y poca viscosidad se comporta de manera predominante ante el almidón de maíz

Velásquez y Páez 2008, señalan que en el desarrollo de una carne a base de lenteja con la adición de harina de maíz al 2 y 2.5%, no obtiene resultados favorables en cuanto a textura, pero que la utilización de almidón, lecitina y gluten de maíz en un 1.3; 3.1; y 0.6% respectivamente mejoran la calidad de dicho producto logrando una mayor similitud a la carne de origen animal.

Cuadro 4.10. Prueba de Kruskal-Wallis para el factor: Porcentaje de almidones

Resumen de prueba de hipótesis

| | Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
|---|--|--|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de Dureza es la misma entre las categorías de Porcentajes_de_almidones. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,047 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de Firmeza es la misma entre las categorías de Porcentajes_de_almidones. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,000 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de Elasticidad es la misma entre las categorías de Porcentajes_de_almidones. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,024 | Rechazar la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Al efectuar la prueba no paramétrica de Kuskal-Wallis, para el factor B de las variables Dureza, Firmeza, y Elasticidad, se obtuvo diferencias estadísticas significativas en las tres variables ya mencionadas, ya que todas presentaron un valor de significancia menor al 0,05. Por esto para poder obtener el mejor nivel del factor B se realizó un cuadro de medias describiendo cada variable.

Cuadro 4.11. Medias de las variables Dureza, Firmeza, y Elasticidad del Factor B

| | DUREZA | FIRMEZA | ELASTICIDAD |
|----------------|--------|---------|-------------|
| b ₂ | 1,2 | 35,0 | 0,75 |
| b ₁ | 0,4 | 10,0 | 0,6 |

Una vez analizadas las medias para cada nivel del factor b, se constató que se obtuvo mejores resultados con el nivel b₂, correspondiente al 10%, para las tres variables analizadas.

Del mismo modo se efectuó la prueba no paramétrica de Kuskal-Wallis, para los tratamientos, en donde se obtuvo diferencias estadísticas significativas para las variables Dureza y Firmeza, contrario a la variable elasticidad, cuya significancia fue menor al 0,05 por lo tanto no existen diferencias significativas para esta variable. La igualdad para la variable elasticidad en todos los tratamientos se debe a que la relación amilosa-amilopectina de los tres tipos de almidones es similar.

Cuadro 4.12. Prueba de Kruskal-Wallis para los tratamientos

| Resumen de prueba de hipótesis | | | | |
|---------------------------------------|--|--|------|-----------------------------|
| | Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
| 1 | La distribución de Dureza es la misma entre las categorías de Tratamientos. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,007 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de Firmeza es la misma entre las categorías de Tratamientos. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,006 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de Elasticidad es la misma entre las categorías de Tratamientos. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,069 | Retener la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Para poder establecer un mejor tratamiento se realizó gráficos de medias para los tratamientos de las variables dureza y firmeza

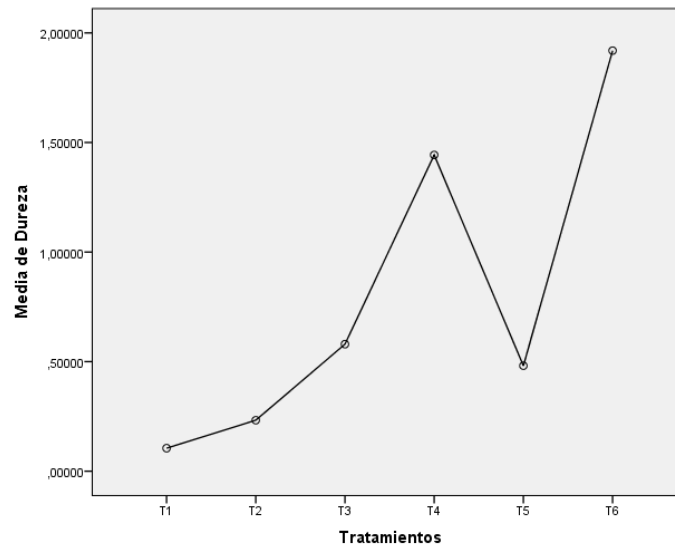


Gráfico 4.13. Medias para los tratamientos de la variable dureza

Dentro de los resultados obtenidos a través del gráfico de medias de los tratamientos, para la variable dureza, se observó que se obtuvo una mayor dureza, en el t6, correspondiente a Almidón de Papa + 10% de concentración en la base. Hoover (2010) citado por Vargas *et al* indica que el almidón de papa es muy utilizado por su baja temperatura de gelatinización, y su baja tendencia a la retrogradación. Así mismo indica que posee una resistencia mecánica media, a diferencia del almidón de yuca, cuya resistencia mecánica es baja.

Toinga 2014 investigó mediante análisis sensorial la textura de una carne vegetal en forma de embutido con la adición de alginatos como aglutinantes, y demuestra que la utilización de estos mejora dicha propiedad, tanto en estado crudo como en cocido.

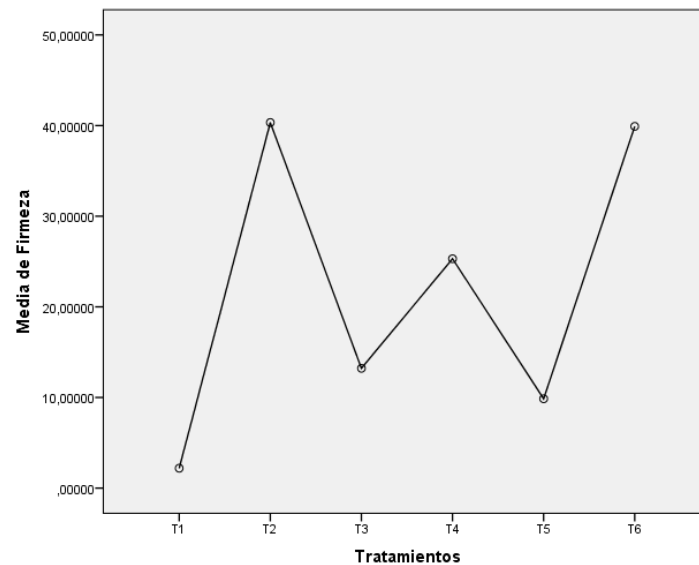


Gráfico 4.14. Medias para los tratamientos de la variable firmeza

Al realizar el gráfico de medias de los tratamientos, para la variable firmeza, se obtuvieron los mejores resultados en el t6, correspondiente al Almidón de Papa + 10% de concentración en la base, sin embargo, en esta variable, comparte categoría con el t2, correspondiente al Almidón de Yuca + 10% de concentración en la base.

Milde *et al* 2014, evaluaron el efecto del almacenamiento congelado sobre panificado de fécula de mandioca: propiedades físicas, texturales y sensoriales, en donde concluyeron que los parámetros mecánicos ya mencionados no se ven afectados el tiempo de congelación del producto sino más bien por la formulación del mismo, en cuanto al porcentaje de almidón y harinas utilizadas.

El que ambos tratamientos compartan categoría se puede atribuir a que el contenido de amilopectina de los almidones de Yuca y Papa, según Hernández (2008) son similares, 83 y 79% respectivamente.

Tipan y Ushiña (2012) elaboraron una carne vegetal a base de champiñones en donde utilizaron almidón de yuca, lecitina de soya, gluten y carragenina. Para mejorar la textura del producto utilizaron una proporción (50 champiñón-50% harinas) demostrando así que el producto es aceptado gracias a que su textura

es parecida a la carne animal y que al bajar estas proporciones el producto es desagradable al gusto de los consumidores.

ANÁLISIS SENSORIALES

Se ejecutó pruebas no paramétricas para la evaluación de los resultados conseguidos en los análisis sensoriales; obteniendo en la prueba de Kruskal-Wallis que no hubo diferencia entre los tratamientos analizados, ya que el nivel de significancia fue mayor al 0,05.

Cuadro 4.14. Prueba de Kruskal-Wallis para los tratamientos
Resumen de prueba de hipótesis

| | Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
|---|---|--|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Sabor es la misma entre las categorías de Tratamiento. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,499 | Retener la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de Olor es la misma entre las categorías de Tratamiento. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,469 | Retener la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamiento. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,574 | Retener la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

A pesar de no existir diferencias estadísticas entre los tratamientos se presenta la aceptabilidad del mejor tratamiento correspondiente al T6, almidón de papa + 10% de concentración en la base, en cuanto a las variables sabor, olor y color:

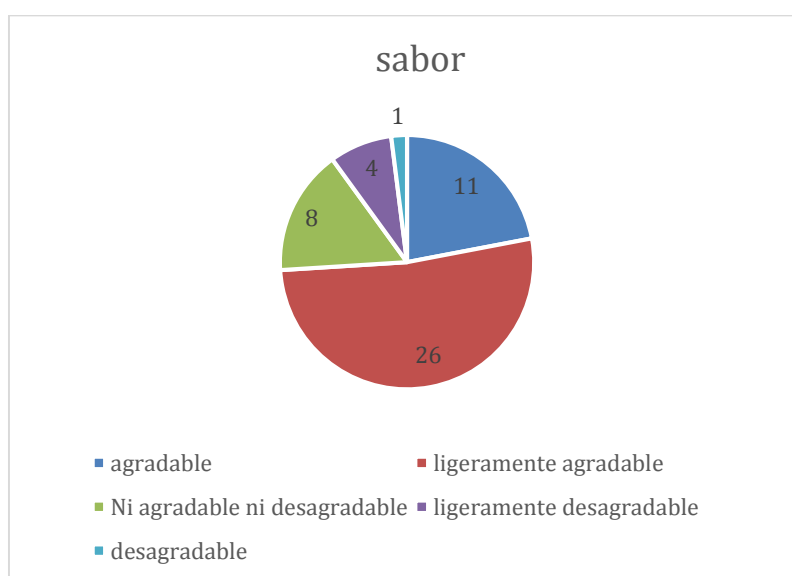


Gráfico 4.15. Análisis Sensorial de la variable Sabor

En la variable sabor, 26 jueces (52%), califico a la carne vegetal de lenteja como ligeramente agradable, 11 jueces (22%) como agradable, 8 jueces (16%) como ni agradable ni desagradable, 4 jueces (8%) como ligeramente desagradable, y solo 1 juez (2%), lo calificó como desagradable.

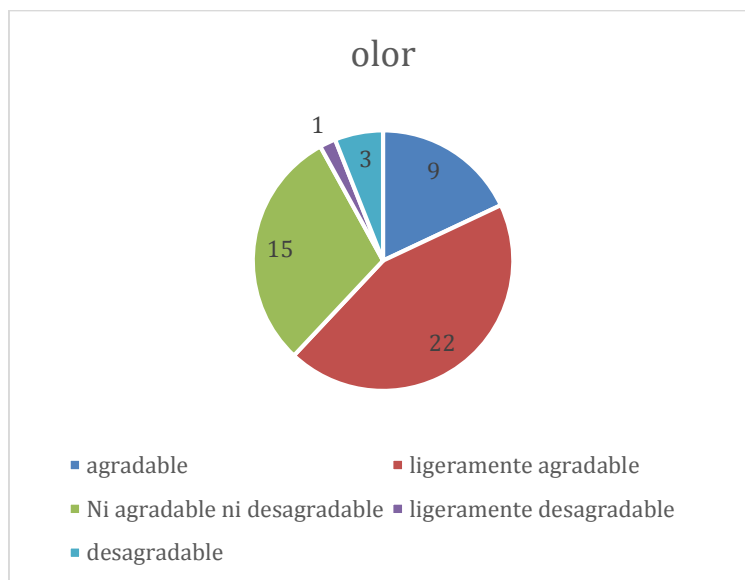


Gráfico 4.16. Análisis Sensorial de la variable Olor

En la variable olor, 22 jueces (44%), califico a la carne vegetal de lenteja como ligeramente agradable, 15 jueces (30%) como ni agradable ni desagradable, 9 jueces (18%) como agradable, 3 jueces (6%) como desagradable, y 1 juez (2%), lo calificó como ligeramente desagradable.

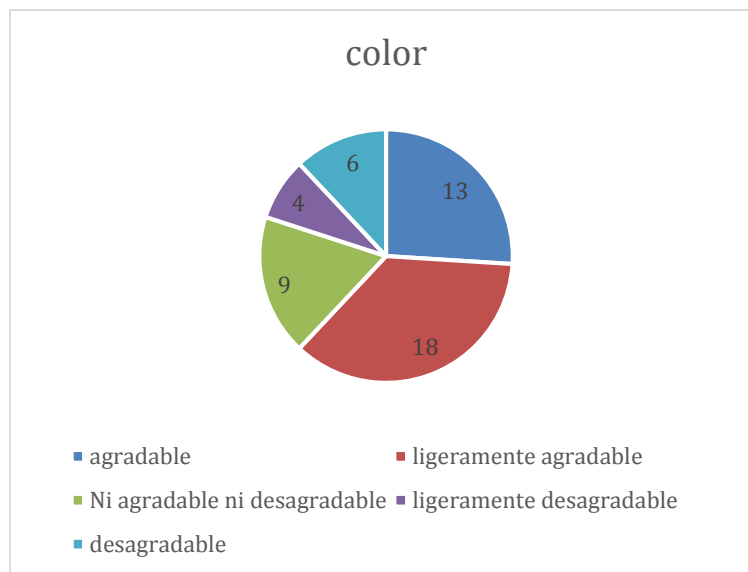


Gráfico 4.17. Análisis Sensorial de la variable Color

En la variable color, 18 jueces (36%), califico a la carne vegetal de lenteja como ligeramente agradable, 13 jueces (26%) como agradable, 9 jueces (18%) como ni agradable ni desagradable, 6 jueces (12%) como desagradable, y 4 jueces (8%), lo calificaron como ligeramente desagradable.

CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL MEJOR TRATAMIENTO

Al efectuar el análisis de proteína por el método Kjeldahl al mejor tratamiento se obtuvo que el contenido de proteína, de una carne vegetal de lenteja, con el 10% de almidón de papa en su formulación es de 15,16%.

Santos y Velazco 2015 indican que el valor en proteína en gramos de una carne vegetal a base de lenteja es de 29g por porción de 125g de producto, es decir un 23,2% de proteína, mientras que Camari dentro los productos que elabora la carne vegetal a base de soya contiene un 10,66% de proteína.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Se denomina a la carne vegetal como un alimento de alto valor nutritivo como alternativa a la carne animal.
- El desconocimiento de la carne vegetal de lenteja se debe a la poca información sobre el producto y a la escasa experimentación en la industria.
- El uso de almidones dentro del procesamiento de alimentos, influirá en sus propiedades reológicas, pues ocasionarán cambios dentro de sus propiedades físicas.
- Se acepta la hipótesis planteada afirmando que la incorporación de almidón influye en las propiedades texturales de una carne vegetal.
- El tratamiento con el que se obtuvo mejores resultados en las propiedades texturales de la carne vegetal de lenteja, fue el correspondiente al almidón de papa +10% de concentración pasta base.
- El sabor de la Carne Vegetal de Lenteja fue calificado como ligeramente agradable por un 52% de jueces.
- El olor de la Carne Vegetal de Lenteja fue calificado como ligeramente agradable por un 44% de jueces.
- El color de la Carne Vegetal de Lenteja fue calificado como ligeramente agradable por un 36% de jueces.
- La carne vegetal de lenteja con 10% de almidón de papa tiene un contenido proteico de 15.16%

RECOMENDACIONES:

- Aplicar 10% de almidón de papa en la pasta base de la carne vegetal para obtener evitar el rompimiento de la carne vegetal
- Evaluar las propiedades texturales de la carne vegetal con otros porcentajes de almidón.
- Mejorar las características organolépticas de la carne vegetal para obtener un producto aceptable.
- Considerar el tiempo de remojo idóneo de las lentejas para reducir el tiempo de cocción y el hinchamiento del grano.

BIBLIOGRAFÍA

- Abiatte, M. 2010. Carnes Vegetales: Directas e Indirectas. (En Línea). USA. Consultado el 1 de julio del 2016. Disponible en: <http://www.buscagro.com/blog/2507-curso-a-distancia-sobre-preparacion-de-carnes-vegetales/>
- Agudelo, J; Sepúlveda, J; Restrepo, D. 2015. Efecto de la Adición de dos Tipos de Almidones en las Propiedades Texturales de Queso Análogo. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 68(1), p. 7546, 754. CO
- Alvis, A; Vélez, C; Villada, H; y Mendoza, M. 2008. Análisis Físico-Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca y Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas. Información Tecnológica Vol. 19(1). Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería de Alimentos. CO
- Ansalone B. 2000. Carne Vegetal. Traducción de Patente Europea. Oficina Española de patentes y marcas. ES. p1.
- Aristizábal, J y Sánchez, T. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163.
- ASA (American Soybean Association). 2010. La Soya. En Línea. Formato PDF. Disponible en: <http://thesoyfoodscouncil.com/wp-content/uploads/Soyfoods-101.pdf>
- Avilés, G. 2006. Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. Ingeniería y Ciencia, ISSN 1794-9165 Volumen 2, número 4, pág. 7. CO.
- Brookfield Engineering Laboratories, Inc. Brookfield Ct3. Texture Analyzer. Manual No. M08-372-E0315.
- Calvo, M. s.f. Estructura del Almidón. Bioquímica de los alimentos. Universidad de Zaragoza. (En Línea). ES. Consultado el 01 de julio del 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html>
- Carbajal, A. 2013. Hábitos de consumo de carne de pollo y huevos. Calidad nutricional y relación con la salud. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. ES.
- Camari. Catálogo de filete de Carne vegetal. Formato PDF. (En Línea). Consultado el 17 de abril del 2017. Disponible en: <http://www.camari.org/index.php/catalogo/alimentos/productos-de-soya/filete-carne-vegetal-manna-detail#tabla-nutricional>

- Carreño F, y Rangel, R. 2007. Factibilidad para la creación de una empresa productora de carne vegetal a base de lentejas en Barrancabermeja. P35-36. (En Línea). CO. Consultado el 01 de julio del 2016. Formato PDF. Disponible en <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/11184/2/124837.pdf>
- Díaz, A. 2014. Desventajas de ser vegetariano. p12 (En línea). Consultado, 27 de may. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://es.calameo.com/read/0032935448b56c3712c4a>
- Donoso, M. 2015. Disminución y sustitución de cloruro de sodio en enlatados de menestras de lenteja y encurtidos de pepino utilizando sales de potasio, sodio, magnesio y calcio. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Química, Cuenca, EC.
- FAO. 1998. Los almidones tropicales. Departamento de Agricultura y Protección del consumidor. (En Línea). Consultado el 01 de julio del 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/Ag/esp/revista/9809/spot3.htm>
- Galindo, C; Guillen, F. 2012. Propuesta de preparaciones innovadoras con derivados de soya (leche, carne y tofu). Universidad de Cuenca. EC pág. 22.
- Gallo, D; Manuzza, M; Echegaray, N; Montero, J; Munner, M; Roviroso, A; Sánchez, M; Murray, R. 2013. Alimentación Vegetariana, Alimentos de la Sociedad Argentina de Nutrición. Argentina. p1, p5-p6.
- Giraldo, A y Páez S. 2008. Hamburguesa de Lentejas. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, CO. p5
- Gómez, F. 2011. "Investigación del Tofu y elaboración de nuevas alternativas gastronómicas en la repostería". Universidad Tecnológica Equinoccial. EC.
- Gordillo, M; Rollán, G; Nader, F. 2013. Seitán como ingrediente de alimentos novedosos y su caracterización. Actualización en nutrición vol 14 - N° 4. Pág. 270 AR.
- Gonzáles, R. 2005. ¿Por qué no comer carne? Una mirada Científica. (En línea). Consultado, 08 de Agosto del 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.medicosconscientes.net/pdf/porque-no-comer-carne.pdf>
- Guevara C; Robles V; León L; Pupo N. 2016. Influencia de la relación amilosa/amilopectina en la resistencia de los adhesivos elaborados a partir de almidones nativos de yuca y ñame. Revista CITECSA (Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente). Barrancabermeja – Colombia. Volumen 7, N° 12.
- Gutiérrez, P. 2016. Proyecto de Factibilidad para la Creación de una Empresa Productora de Carne Vegetal y su Comercialización en el Cantón Yantzaza,

Provincia de Zamora Chinchipe. Universidad Nacional de Loja. Modalidad de Estudios a Distancia. Loja EC. p. 13

- Hasbún, J; Esquivel, P; Brenes, A; Alfaro, I. 2009. Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad Para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Revista Agronomía Costarricense* 33(1): 77-89. ISSN:0377-9424. p 85.
- Hernández, M.; Torruco J.; Chel, L.; Betancur, D. 2008. Caracterización psicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos., Campiñas, Vol. 28, No. 3.* p718-726.
- Hleap, J. y Velasco, V. 2010. Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) *Revista Bio.Agro. Vol.8, No 2.* p46-p56.
- HUANG, M., YU, J. y MA, X. 2005. Ethanolamine as a novel plasticizer for thermoplastic starch. *Polymer Degradation and Stability.* p. 501-507.
- Jiménez, A. 2006. Valor Nutritivo de la Proteína de Soya. *Rev. Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes. N° 36* pág 30. MX
- Lamacchia, C; Camarca, A; Picascia, S; Di Luccia, A; Gianfrani, C. 2014. Cereal-Based Gluten-Free Food: How to Reconcile Nutritional and Technological Properties of Wheat Proteins with Safety for Celiac Disease Patients. *US National Library of Medicine National Institutes of Health. Nutrients.; 6(2): 575–590.*
- Lara, J. 2013. Obtención de hojuelas a partir de la lenteja, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil, EC.
- Levenspiel, O. 1993. Flujo de fluidos e intercambio de calor, Edición en español, Ed. Reverte, España, p17. Formato PDF. (En Línea) Consultado el 20 de marzo del 2017. Disponible en: http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/hja/file/Mec_Fluid_CBS/Cap1_2Levenspiel.pdf
- Lisi, M. 2012. Caracterización de almidones de maíz: nativo y modificados. Tesis de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Católica de Córdoba. AR
- López, L; García, M; Montijo, E; Cervantes, R; Rivera, N; Ramírez, J. 2006. La dieta Vegetariana en los niños. Ventajas y Desventajas. *Revista Acta Pediátrica de Mexico, Vol 27, No 4.*
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). 2016. Precios aplicados por los distintos niveles de la cadena de comercialización: Productor, Mercados Mayoristas, Almacenes Agropecuarios.

- Martín, J; López, E. 2009. Modificación física del almidón de yuca y evaluación de la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática por una alfa amilasa. Rev. colomb. quim., Vol. 38, No 3, pág. 398. CO
- Martínez, P; Málaga, A; Betalleluz, I; Ibarz, A; Velezmore, C. 2015. Caracterización funcional de almidones nativos obtenidos de papas (*Solanum phureja*) nativas peruanas. Revista Scientia Agropecuaria vol.6 no.4. PE.
- Mathew, A. y Dufresne, A. 2002. Plasticized Waxy Maize Starch: Effect of Polyols and Relative Humidity on Material Properties. FR. Revista Biomacromolecules. Vol 3. p1101-1101
- Matos, M. 2013. Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral. ES
- Meaño, N; Ciarfella, A; Dorta, A. 2014. Evaluación de las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame congo (*Dioscorea bulbifera L.*) para predecir sus posibles usos tecnológicos. Saber. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente ISSN: 1315-0162. Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 26 N° 2: 182-187. (2014) ISSN: 2343-6468 Digital / ISSN: 1315-0162 Impreso/ Depósito Legal pp 198702SU187
- Medina, J; y Salas, J. 2007. Caracterización morfológica del granulo de almidón nativo: Apariencia, forma, tamaño y su distribución. Centro de Investigación en Procesamiento de Polímeros (CIPP). Universidad de los Andes. Bogotá D.C. CO.
- Milde, L; Cabral, F; Ramírez, R. 2014. Efecto del almacenamiento congelado sobre panificado de fécula de mandioca: propiedades físicas, texturales y sensoriales. Revista de ciencia y tecnología no.21, versión On-line ISSN 1851-7587. AR.
- Miranda, A. 2009. Obtencion y caracterización física y química del almidón de "camote de cerro" (*Dioscorea spp*). Instituto Politécnico Nacional. p 11. MX.
- Muñoz, Andrea. Vega, J. 2014. Determinación de la textura. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú. Formato PDF. (En Línea) Consultado el 20 de marzo del 2017. Disponible en: <https://es.slideshare.net/vegabner/determinacin-de-la-textura>
- Narváez, E; Cárdena, J; Taba, S; Castaño, T; Martínez, R. 2007. Efecto del tamaño del gránulo de almidón de maíz en sus propiedades térmicas y de pastificado. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 30 (3). p, 269, 274
- Parada, A; Araya, M. El gluten. Su historia y efectos en la enfermedad celíaca. Rev Med Chile 2010; pág. 1322

- Pardo, O; Castañeda, J; Ortiz C. 2013. Caracterización estructural y térmica de almidones provenientes de diferentes variedades de papa. Revista Cielo, Acta Agronómica. 62 (4). p, 289
- Pensel, N. 2014. Estado del arte y tendencias de la ciencia y tecnología del procesamiento de alimentos. Proyecto mincyt-birf: estudios del sector agroindustria. 1a ed. p.20 Buenos Aires, ARG
- Pineda, P; Coral, D; Arsiniegas, L; Rosales, A; Rodríguez, M. 2010. Papel del agua en la gelatinización del almidón de maíz: estudio por calorimetría diferencial de barrido. Ingeniería y Ciencia, ISSN 1794–9165 Volumen 6, número 11. pag 131.CO.
- Puebla, P. 2016. Plan de negocios para la elaboración y comercialización de una carne de lenteja en la ciudad de Quito. Universidad de Las Américas. EC.
- Quinteros, D; Ramírez, J. 2013. Estudio del mecanismo de gelatinización del almidón de yuca. Universidad de los Andes. CO. Formato PDF (En línea). Consultado el 25 de mayo del 2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235934297_Estudio_del_Mecanismo_de_Gelatinizacion_del_Almidon_de_Yuca
- Ramírez, B; Aguilera, P; Hernández, R; Rodríguez R. 2012. Estructura y Función de los Dominios de Fijación al Almidón. Departamento de Biología Molecular y Biotecnología. Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Bio-Tecnología, Vol. 16 No. 4. pag 12. MX.
- Ramírez, J. 2006. Fundamentos de reología de alimentos. JSR e-books. Cali, Valle, Colombia. Formato PDF. (En Línea) Consultado el 20 de marzo del 2017. Disponible en: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~dsa/Fundamentos%20de%20Reologia.pdf>
- Ramos, J. 2014. Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa productora y comercializadora de carne vegetal, en la ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-EC. p 57.
- Rodríguez, E., Fernández A., y Ayala A., 2005. Reología y textura de masas: aplicaciones en trigo y maíz. REVISTA INGENIERIA E INVESTIGACIÓN. No. 57, p72 - p78. Colombia.
- Rodríguez, P; San Martín, M; González, G. 2001. Calorimetría diferencial de barrido y rayos-x del almidón obtenido por nixtamalización fraccionada. Centro Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del I.P.N. Legaria 694, Col. Irrigación, 11500 Departamento de Física, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N. MX.
- Román, D. 2009. El Impacto Ambiental. Biocultura. Unión Vegetariana Española. Madrid. ES. p.1-19

- Ruiz, G. 2006. Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *Revista Ingeniería y Ciencia*.CO. Vol 2.No 4. p5-28
- Salinas, Y; Pérez, P; Castillo, J; Álvarez, L. 2003. Amylose:amylopectin ratio in starch of nixtamalized maize flour and its relationship with tortilla quality, *Rev. Fitotec*, Vol. 26, Chapingo, MEX. p.12-15
- San Mauro, I; Garicano, E; Collado, L; Cabañas, M. 2014. ¿Es el gluten el gran agente etiopatogenico de enfermedad en el siglo XXI? 2014. *ES. Nutr Hosp.*;30(6):1203-1210 ISSN 0212-1611. pág. 1204
- Santos Y; Velazco M. 2015. Productora y comercializadora de hamburguesas de lentejas en la ciudad de Villavicencio, Meta. Universidad de la sabana. CO.
- Shurtleff, W; Aoyagi, A. 1979 *The Book Of Thempeh*. En Línea. Consultado 20/03/2017. Disponible en:
https://books.google.com.ec/books?id=hdKzFlaqWT8C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Tipán, A. y Ushiña, V. 2012. "Elaboración de un embutido vegetal, a partir de 2 variedades de champiñón (*agaricus bisporus*), champiñón blanco y portabelo, mediante la utilización de dos pre-tratamientos". Universidad Técnica de Cotopaxi. EC.
- Toinga, I. 2014. Elaboración de embutidos vegetarianos con quínoa (*Chenopodium Quinoa Wild.*). Universidad tecnológica equinoccial. EC.
- Tovar, T. 2008. "Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (*Zea mays*) obtenido por diferentes métodos de aislamiento. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. p17-18
- Trujano, V; Salcedo, F; Jiménez, I; Medina, J; Álvarez, O; Prieto, E. 2009. Estudio de las propiedades térmicas y mecánicas del almidón termoplástico (tps) reforzado con nano-arcilla. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*. p, 30,31, 32. VE.
- Vargas, G; Martínez, P; Velezmoro, C. 2016. Propiedades Funcionales de almidón de papa y su modificación por acetilación. *Revista Scientia Agropecuaria*. Vol 7, Trujillo. PE. p223-230
- Villalta, G. 2012. Propuesta para elaboración de galletas como colación escolar a base de harina de soya, maíz y okara. Universidad de Guayaquil. EC
- Villagra, A. 2010. Almidón retrogradado en el tratamiento dietoterapico de la Diabetes tipo II. Universidad ISALUD. ARG. p14.

ANEXOS

ANEXO 1. FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTACIÓN

Fecha:

Producto: Carne Vegetal de Lenteja

Deguste las muestras en el orden que la tabla le indica y marque con una X la opción que considere para cada muestra analizada, según su sabor, olor y color.

Sabor

| Muestra | t1 | t2 | t3 | t4 | t5 | t6 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Desagradable | | | | | | |
| Ligeramente agradable | | | | | | |
| Ni agradable ni desagradable | | | | | | |
| Ligeramente agradable | | | | | | |
| Agradable | | | | | | |

Olor

| Muestra | t1 | t2 | t3 | t4 | t5 | t6 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Desagradable | | | | | | |
| Ligeramente agradable | | | | | | |
| Ni agradable ni desagradable | | | | | | |
| Ligeramente agradable | | | | | | |
| Agradable | | | | | | |

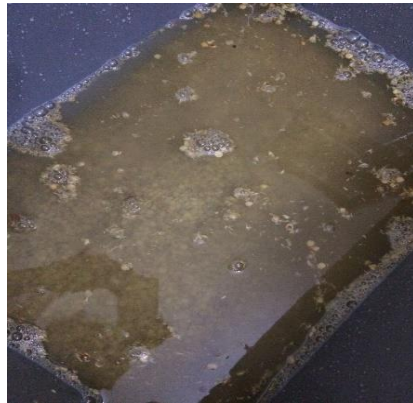
Color

| Muestra | t1 | t2 | t3 | t4 | t5 | t6 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Desagradable | | | | | | |
| Ligeramente agradable | | | | | | |
| Ni agradable ni desagradable | | | | | | |
| Ligeramente agradable | | | | | | |
| Agradable | | | | | | |

ANEXO 2. MATERIAS PRIMAS



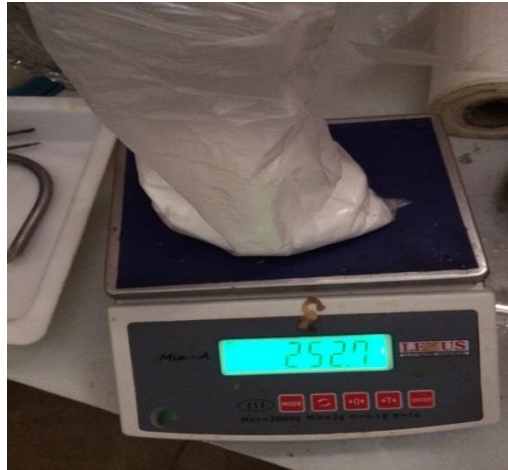
ANEXO 3. REMOJO DE LENTEJAS

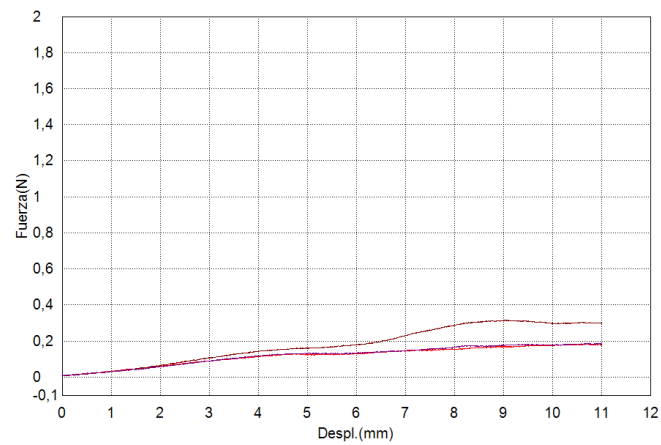
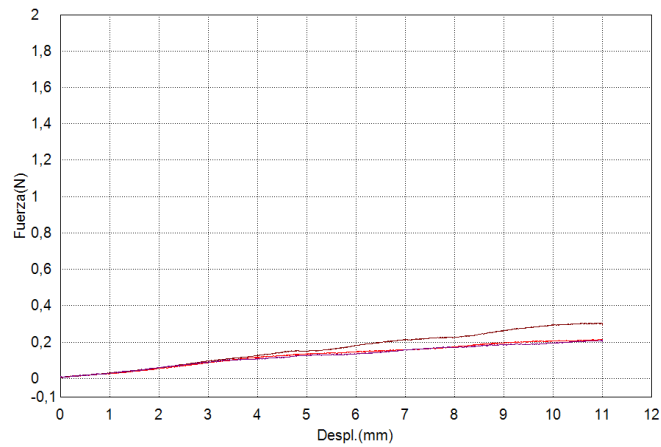


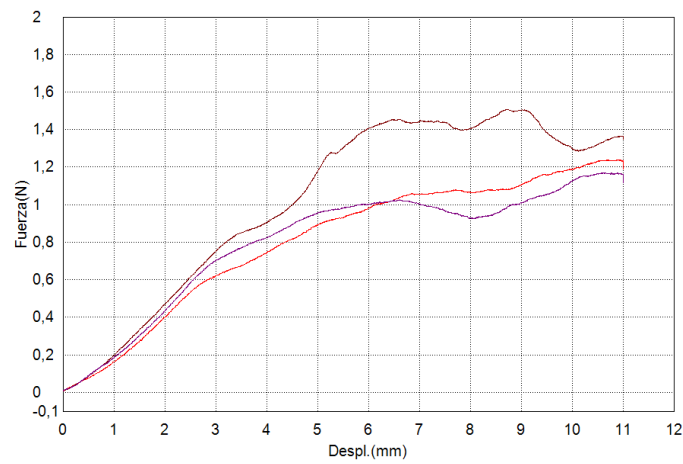
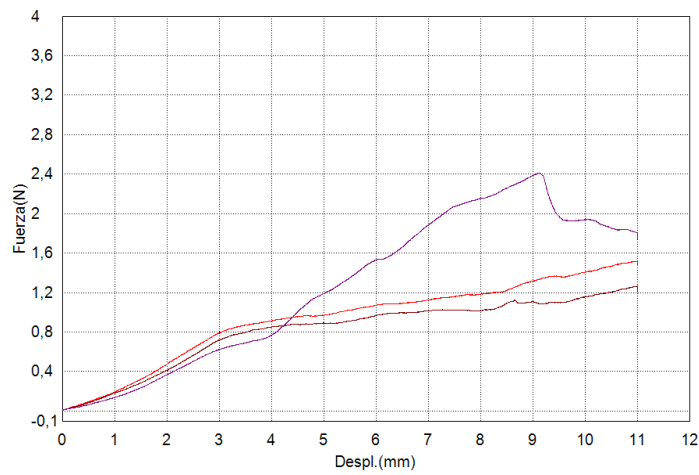
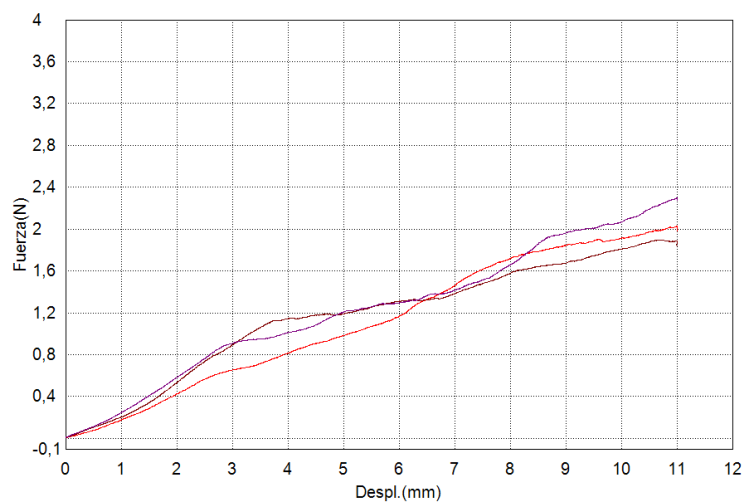
ANEXO 4. COCCIÓN DE LENTEJAS

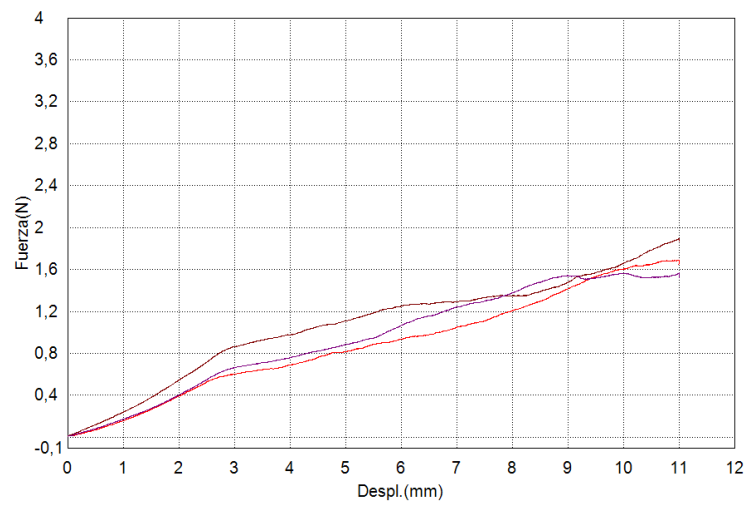
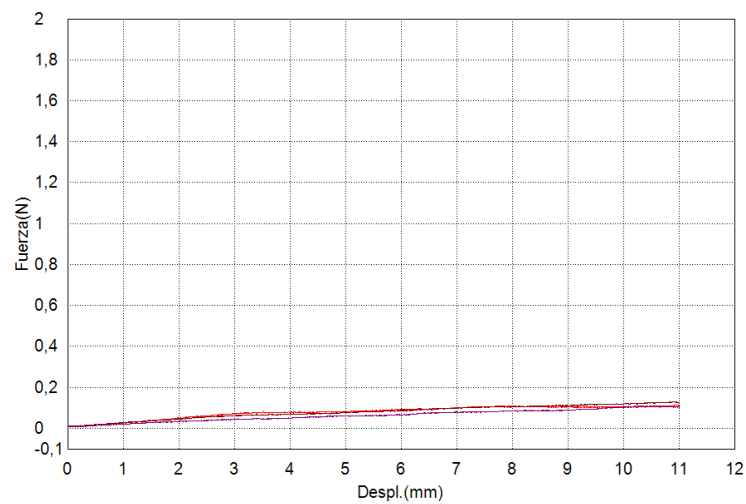
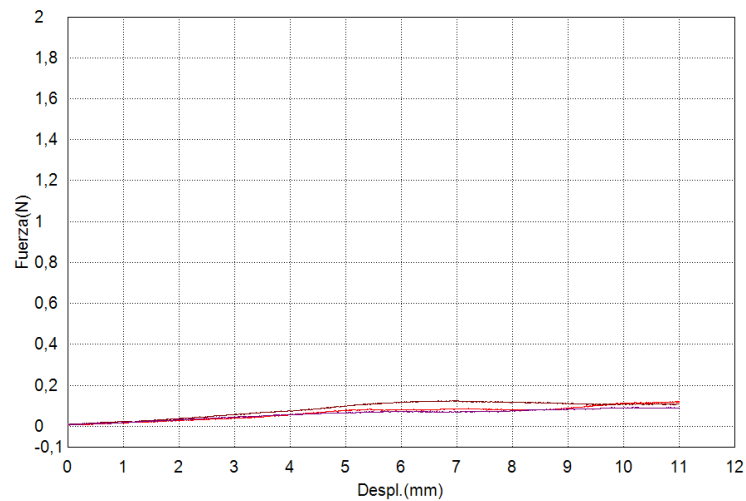


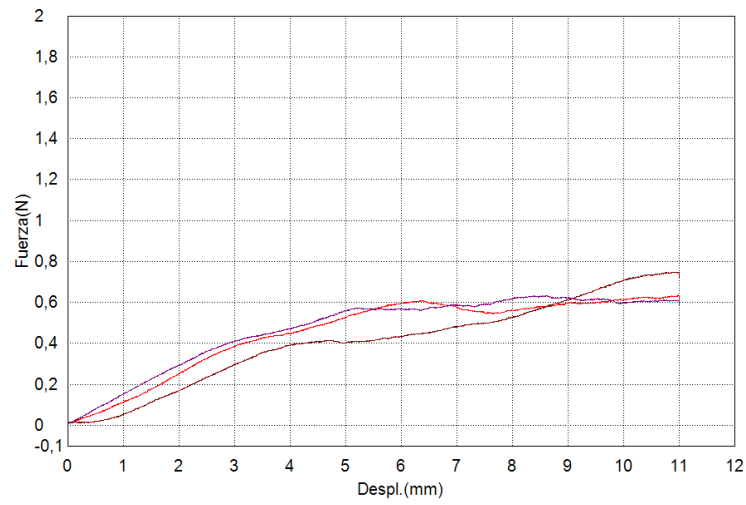
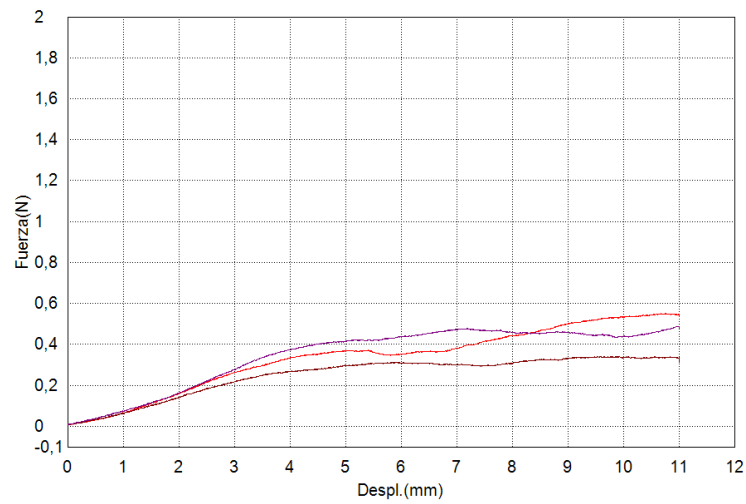
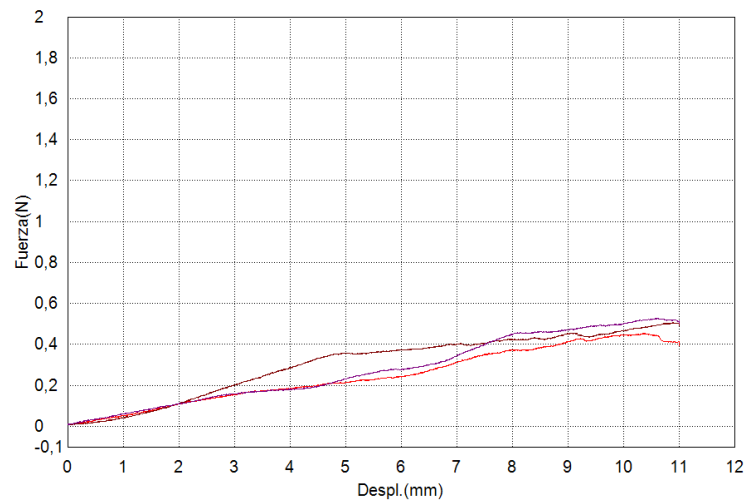
ANEXO 5. PICADO DE CEBOLLA Y ZANAHORIA**ANEXO 6. MEZCLADO****ANEXO 7. CUTEADO**

ANEXO 8. PESADO DE LOS ALMIDONES**ANEXO 9. EMBUTIDO**

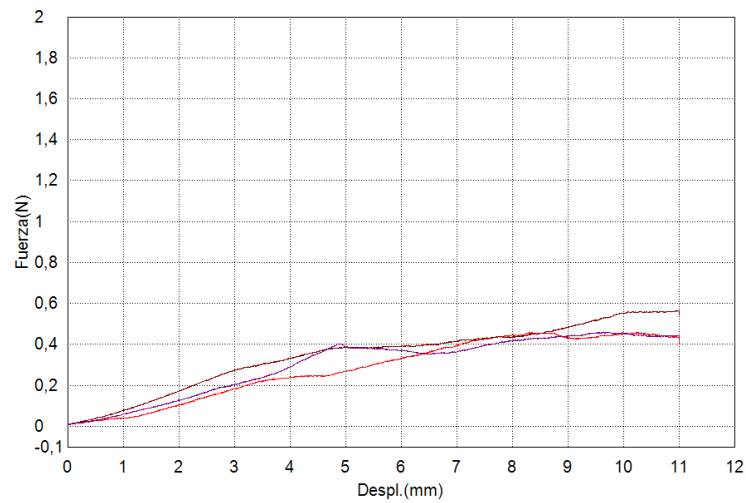
ANEXO 10. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS**ANEXO 11.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 1- replica 2****ANEXO 12.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 1- replica 3**

ANEXO 13.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 2- replica 2**ANEXO 14.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 2- replica 3****ANEXO 15.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 3- replica 2**

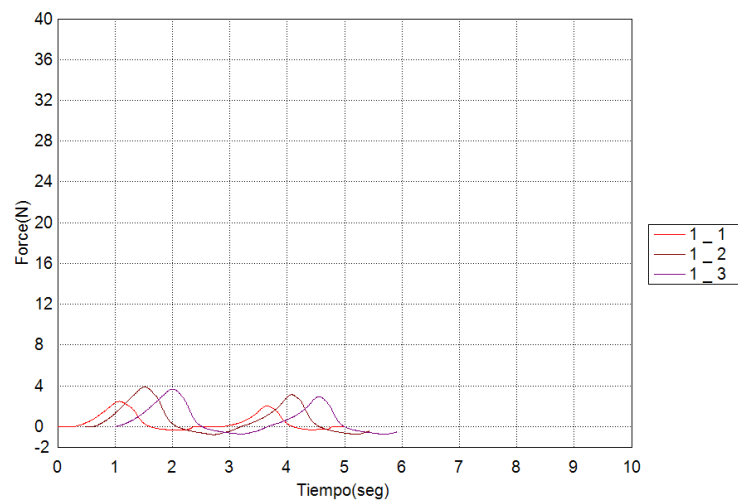
ANEXO 16.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 3- replica 3**ANEXO 17.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 4- replica 2****ANEXO 18.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 4- replica 3**

ANEXO 19.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 5- replica 2**ANEXO 20.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 5- replica 3****ANEXO 21.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 6- replica 2**

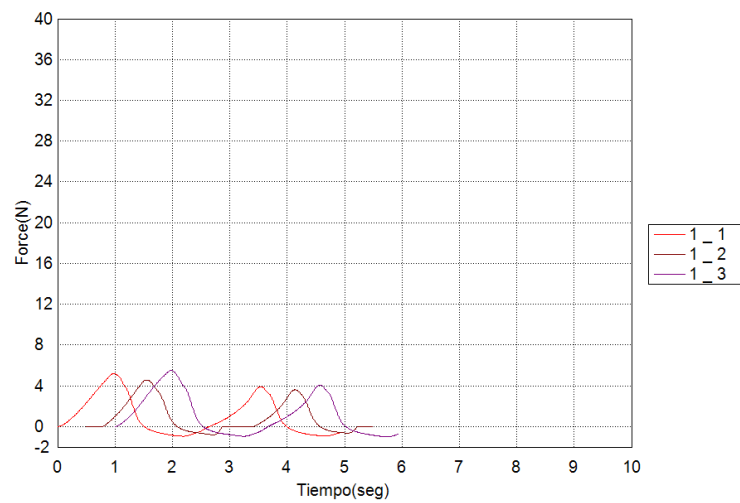
ANEXO 22.- Curva del análisis de penetración del tratamiento 6- replica 3



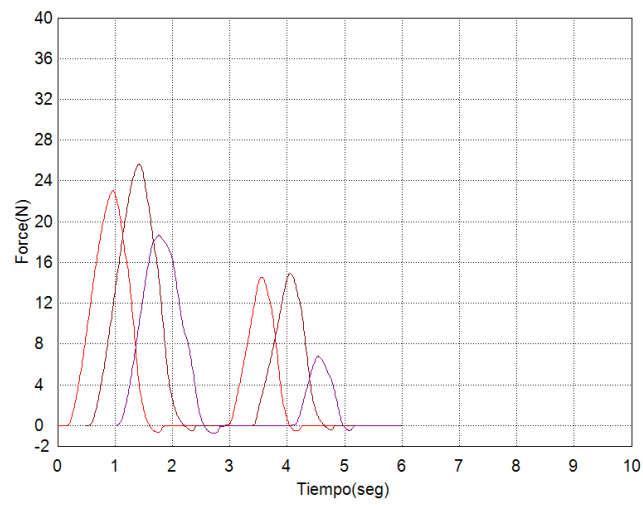
ANEXO 23.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 1- replica 2



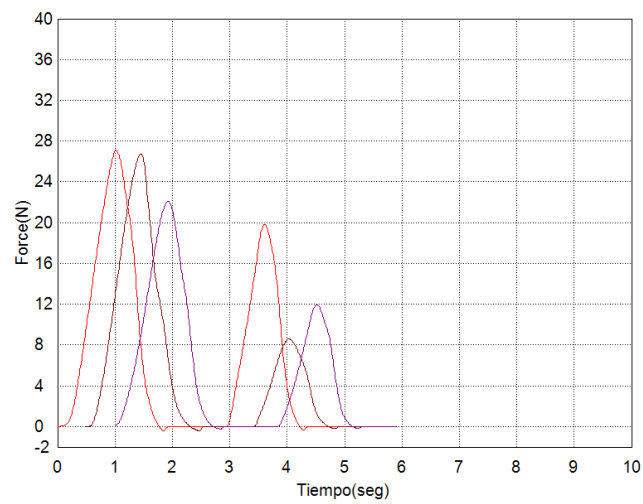
ANEXO 24.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 1- replica 3



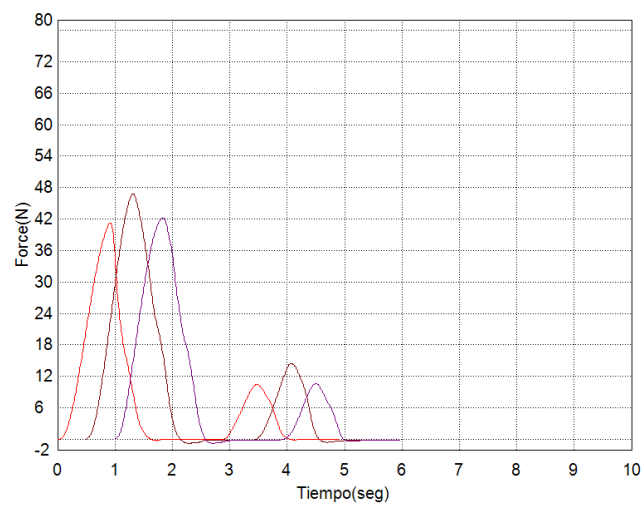
ANEXO 25.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 2- replica 2

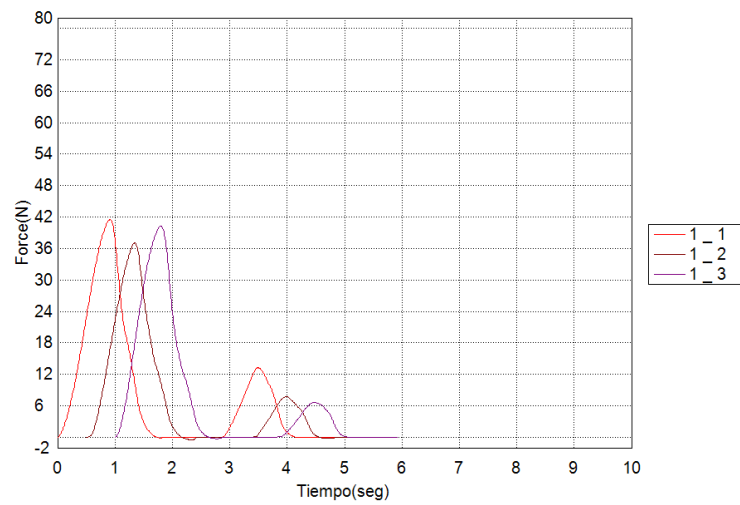
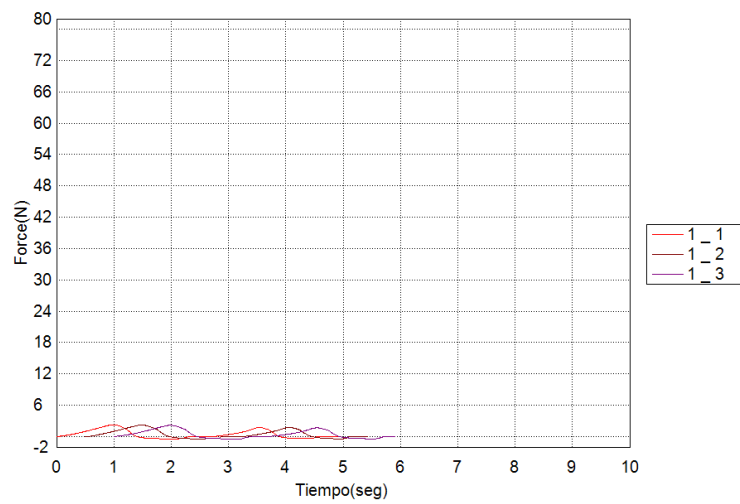
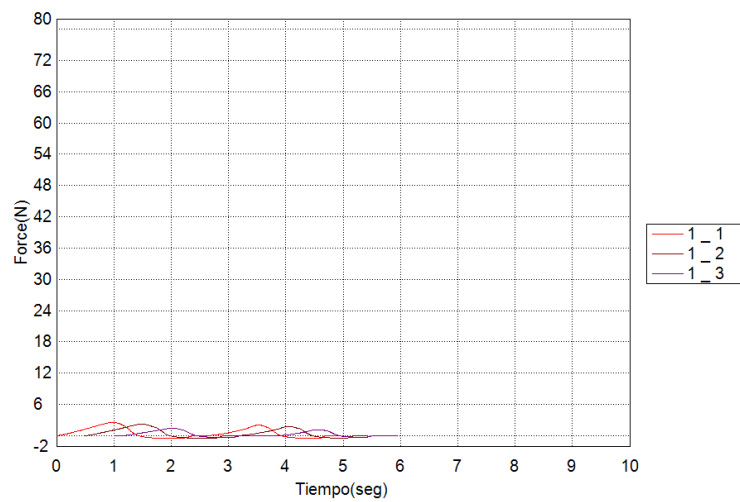


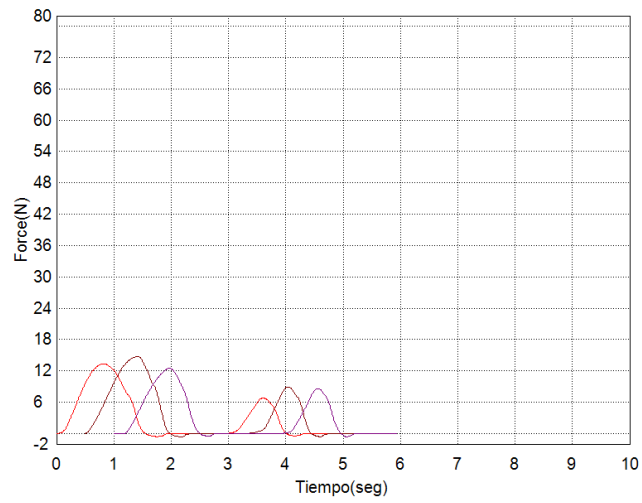
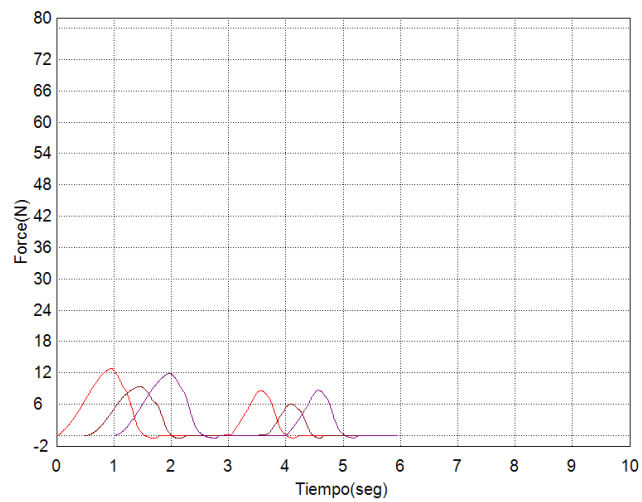
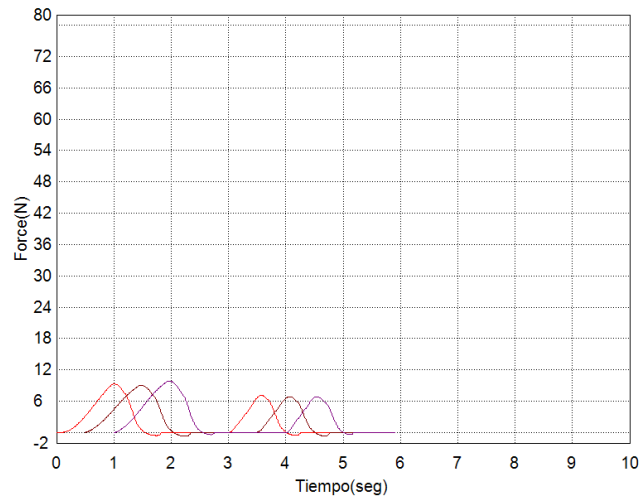
ANEXO 26.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 2- replica 3

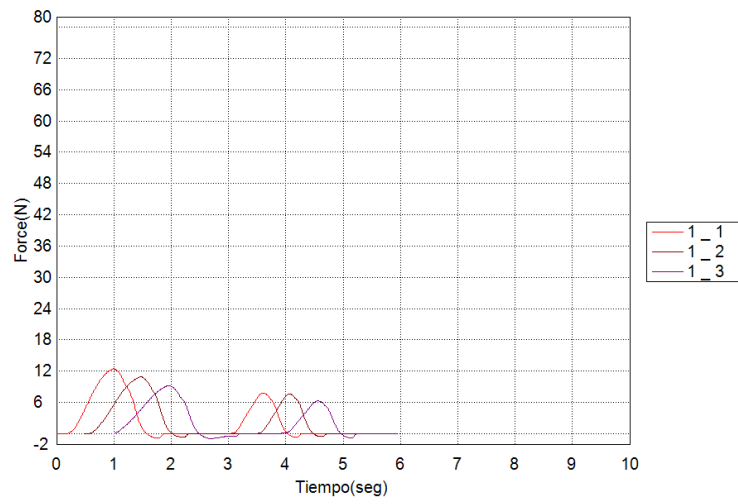


ANEXO 27.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 3- replica 2



ANEXO 28.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 3- replica 3**ANEXO 29.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 4- replica 2****ANEXO 30.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 4- replica 3**

ANEXO 31.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 5- replica 2**ANEXO 32.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 5- replica 3****ANEXO 33.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 6- replica 2**

ANEXO 34.- Curva del análisis de compresión del tratamiento 6- replica 3

Anexo 35. Análisis de Proteína

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD
"CE.SE.C.C.A."

INFORME DE LABORATORIO IE/CESECCA/47899

| | | | |
|---|---|--|--|
| CLIENTE: ATENCIÓN: DIRECCIÓN: ESPECIE: TIPO DE ENVASE: No. CAJAS: UNIDADES/PESO: MARCA: TIPO DE PRODUCTO: | SRTA. MARIA FERNANDA LOOR ESPAÑA SRTA. MARIA FERNANDA LOOR ESPAÑA CALCETA N/A FUNDAS N/A 1/500g N/A EMBUTIDO DE CARNE VEGETAL | FECHA MUESTREO: FECHA DE INGRESO: FECHA INICIO DE ENSAYO: FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO: FECHA EMISION RESULTADOS: FACTURA: ORDEN: PAIS DE DESTINO: | N/A 24/01/2017 25/01/2017 26/01/2017 26/01/2017 026-002-829 47899 N/A |
|---|---|--|--|

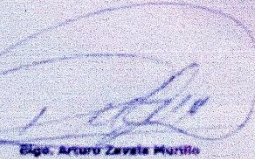
| ENSAYO | LOTE | UNIDADES | RESULTADOS | INCERTIDUMBRE Expedida (n=2) | LIMITES | MÉTODO |
|----------|-----------|----------|------------|---------------------------------|---------|--|
| Proteína | NO APLICA | % | 15.16 | | | PEE/CESECCA/CC/15 Método de Referencia AOAC Ed. 20. 2010: 2001.11 NOTE ISBN: 985-1986 |


Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

Nota: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica
 ND: No detectable


 Sr. Arturo Zavala Morillo
 Jefe Técnico de Laboratorio (e)
 CESECCA


 Ing. Leonor Viqueza Gaibor, MBA
 Directora General
 CESECCA

CLEAR

DIR: Cda. Universitaria Km. 1 Via Manta- San Mateo • Telf 593-05-2629053 /2678211/ 2678243
 E- mail: ufeam.cesecca@yahoo.com
 Manabí - Manabí - Ecuador