



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Tema: Efecto de la utilización de antioxidantes en la producción de un pulverizado a partir de Jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para la empresa “HUIKUNDO S.A”.

Trabajo de titulación, modalidad experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, previa la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Tannia Gissela Fiallos Muyolema

Tutor: Mg. Fernando Cayetano Álvarez Calvache

Ambato – Ecuador

Julio-2018

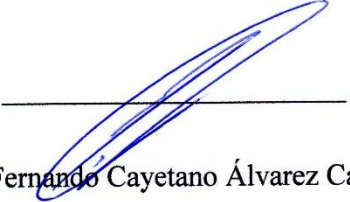
APROBACIÓN DEL TUTOR

Mg. Fernando Cayetano Álvarez Calvache.

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad de investigación y/o intervención, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.


Ambato 06 de junio del 2018.



Mg. Fernando Cayetano Álvarez Calvache
C.I. 1801045020
TUTOR.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Tannia Gissela Fiallos Muyolema, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación modalidad experiencias prácticas de investigación y/o intervención, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



Tannia Gissela Fiallos Muyolema

C.I. 1805524509

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad investigación y/o intervención, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Presidente del Tribunal.



Dr. Orestes Darío López Hernández

C.I. 1754784864



Mg. Diego Manolo Salazar Garcés.

C.I. 1803124294

Ambato, 10 de julio del 2018.

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de Titulación o parte de él, como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Tannia Gissela Fiallos Muyolema

C.I. 1805524509

AUTORA

DEDICATORIA

Porque sin su voluntad ni la mínima hoja de un árbol se cae, a Dios por guiar mi camino, bendecirme todos los días, enseñarme a ayudar al prójimo y haberme otorgado una familia maravillosa.

A mi mami Gloria Matilde Muyolema Herrera por ser más que un ejemplo de lucha y superación, velar siempre por mi bienestar y brindarme su infinito amor, siempre serás la número uno en mi corazón te adoro mami.

A mi papi Segundo Cesar Fiallos Torres por ser un ejemplo de sacrificio y enseñarme que nunca es tarde para empezar de nuevo, por cuidarme y consentirme desde mi niñez.

A mis hermanos Mirian, Rocío, Olger, Cecilia, Gustavo y Alejandra, por cada uno de sus consejos y palabras de aliento prometo ponerlos en práctica para ser una persona de bien, a Paola por acompañarme siempre, escucharme y ser más que mi hermana mi cómplice y amiga, les adoro son los mejores.

A mis sobrinos y a mi familia por haberme brindado su amor infinito, confiar en mí y preocuparse por que cumpla cada una de mis metas propuestas.

¡Se fuerte y valiente!,

No temas ni te desanimas,

Porque el Señor, tu Dios te acompaña

a donde sea que vayas.

(Josué 1:9)

Tannia

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y brindarme fortaleza para seguir día a día tras mis objetivos siendo mi fuerza en los momentos difíciles.

A mi familia por ser un pilar fundamental en mi vida, enseñándome cada día a ser una persona de bien, con valores, a luchar por mis ideales, y por ser mi guía incesante.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por todos los conocimientos y experiencias impartidas, y por brindarme la oportunidad de culminar esta meta.

A los docentes que formaron parte de esta etapa de mi vida, brindando sus conocimientos y motivaciones para ser mejor.

A mi tutor Ingeniero Fernando Álvarez por ser mi guía y brindarme sus conocimientos en la realización de este proyecto de investigación gracias por su amistad.

A mis calificadores Ing. Diego Salazar y Dr. Orestes López por sus consejos, colaboración, comprensión, conocimientos y tiempo brindado para culminar el presente trabajo.

A la empresa HUIKUNDO S.A, por confiar en mí, por proporcionarme la materia prima necesaria para esta investigación, en especial a la Ing. Inés García por su amistad y comprensión gracias.

De igual manera al Ing. Mario Álvarez quien con sus conocimientos y tiempo fue un gran aporte en esta investigación.

A mis amigos y compañeros que formaron parte de esta etapa de mi vida en especial a Estefy, Lex, Katy, Kary, Evelyn, Shirley, Dianita, Walter, Alex y Jhonnatan con quienes viví buenos y malos momentos, gracias por su amistad sincera.

Y a todos aquellos quienes con sus consejos fueron participes en el desarrollo de este proyecto.

Mil Gracias.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	2
EL PROBLEMA.....	2
1.1. Tema	2
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.2. Hipótesis	8
2.3. Señalamiento de variables de la hipótesis.....	8
2.3.1. Variables independientes	8
2.3.2. Variables dependientes	8
3.1. Materia prima.....	9
3.2. Caracterización físico química de la materia Prima (raíz de jícama).	9
3.2.1. Análisis de humedad.....	9
3.2.2. Sólidos solubles totales (SST).	9
3.2.3. Determinación de Iones hidronio (pH) para la raíz de jícama fresca.	9
3.4. Diagrama de flujo de la obtención del pulverizado.	10
3.5. Cinética de secado	11
3.6. Color	11
3.7. Caracterización físico química del pulverizado.....	11
3.7.1. Densidad aparente.....	11
3.7.2. Determinación de Iones hidronio (pH) para el pulverizado de raíz de jícama.	11
3.7.3. Cenizas.....	11
3.8. Propiedades funcionales	12
3.8.1. Determinación de Solubilidad.....	12
3.8.2. Determinación de la capacidad gelificante.....	12

3.9. Análisis sensorial	12
3.10. Granulometría.....	13
3.11. Determinación del contenido de carbohidratos en el pulverizado de raíz de jícama. 13	
3.12. Estimación del tiempo de vida útil.....	14
3.13. Diseño experimental.....	14
CAPÍTULO IV.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1. Caracterización físico química de la materia Prima (raíz de jícama)	16
4.2. Cinética de secado	16
4.3. Color	18
4.6. Caracterización físicoquímicas del pulverizado.	20
4.6.1. Densidad aparente.....	20
4.6.2. Evaluación de Iones hidronio (pH), Cenizas (%), Humedad (%)......	20
4.7. Propiedades funcionales.....	22
4.7.1. Determinación de Solubilidad y capacidad gelificante.....	22
4.8. Análisis sensorial	23
4.9. Análisis del mejor tratamiento	25
4.9.1. Granulometría	25
4.9.2. Determinación del contenido de carbohidratos del pulverizado de jícama .	26
4.9.3. Estimación del tiempo de vida útil.	27
4.10. Verificación de hipótesis	28
CAPÍTULO V	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
5.1. CONCLUSIONES	29
5.2. RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Diagrama de flujo de la obtención del pulverizado de jícama.	10
Figura 2. Curva de secado de la Raíz de Jícama.	17
Figura 3. Espacio de color CIELAB.....	19
Figura 4. Prueba de Tukey al 95,0 % para la aceptabilidad del pulverizado de raíz de jícama. T0: (Sin tratamiento) T1: (ácido ascórbico 0,7 %), T2: (ácido ascórbico 1 %), T3: (ácido ascórbico 2 %), T3: (ácido cítrico 0,7 %), T4: (ácido cítrico 1 %), T5: (ácido cítrico 2 %).	24
Figura 5. Atributos Sensoriales del mejor tratamiento	26
Figura 6. Curva granulométrica.....	26
Figura 7. Curva de calibración de glucosa a 490 nm.	26
Figura 8. Variación del porcentaje de humedad frente al tiempo de almacenamiento.27	
Figura 9. Relación entre la temperatura y tiempo de vida útil del pulverizado de jícama.	28

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Factores y niveles del diseño experimental.	14
Tabla 2. Combinaciones experimentales.	15
Tabla 3. Características físico químicas medidas en la raíz de jícama.....	16
Tabla 4. Parámetros de color: luminosidad (L), a (tendencia al verde), b (tendencia al amarillo), ángulo Hue (H°), Cromaticidad.	18
Tabla 5. Densidad aparente del pulverizado.....	20
Tabla 6. Características físico químicas del pulverizado de raíz de jícama.	22
Tabla 7. Solubilidad del pulverizado de jícama.	23

RESUMEN

En Ecuador la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) es una raíz andina no explotada industrialmente, exhibe beneficios para los consumidores por los componentes que presenta, puesto que después del agua el mayor componente son carbohidratos almacenados en forma de fructooligosacáridos, sin embargo, esta raíz presenta una oxidación enzimática en su procesamiento, y una corta vida útil de aproximadamente 15 días. Por esto, el objetivo de la presente investigación fue desarrollar un pulverizado a base de raíz de jícama utilizando antioxidantes con el fin de mejorar el aspecto del producto final, para la empresa HUIKUNDO S.A. Para efecto se utilizó un diseño experimental A*B, evaluando el tipo de antioxidantes (a0: ácido ascórbico, a1: ácido cítrico) y la concentración de los mismos (b0: 0,7 %, b1: 1 %, b2: 2 %), además se realizó un blanco (muestra sin tratamiento) con el fin de identificar el efecto del antioxidante en aspectos visibles como el color. Se evaluaron propiedades físicoquímicas como porcentaje de humedad, pH, porcentaje de cenizas, densidad aparente y color, propiedades funcionales como solubilidad y capacidad gelificante para los diferentes tratamientos. El mejor tratamiento se eligió con base a una evaluación sensorial con 15 catadores no entrenados, evaluando la aceptabilidad general del producto, en donde el mejor tratamiento fue a1b0 el cual corresponde a la utilización de ácido cítrico al 0,7 %. El producto final posee un color amarillento característico de la pulpa, con una solubilidad de 60,56 %, granulometría media y uniforme, 86,19 % de carbohidratos totales y el tiempo estimado de vida útil fue de 9 meses en condiciones normales de almacenamiento.

Palabras claves: Jícama, antioxidantes, vida útil, fructooligosacáridos, HUIKUNDO S.A, alimentos pulverizados.

ABSTRACT

In Ecuador, the jicama (*Smallanthus sonchifolius*) is an Andean root that is not industrially exploited. It has benefits for consumers due to the components it presents, since after water the major component is stored carbohydrates in the form of fructooligosaccharides, however this root has an oxidation enzymatic in its processing, and a short life of approximately 15 days. Therefore, the objective of this research was to develop a jicama root spray using antioxidants in order to improve the appearance of the product for the company HUIKUNDO S.A. To effect an experimental design A*B was used, evaluating the type of antioxidants (a0: ascorbic acid, a1: citric acid) and their concentration (b0: 0.7 %, b1: 1 %, b2: 2 %), in addition, a blank was made (sample without treatment) in order to identify the effect of the antioxidant on visible aspects such as color. Physical and chemical properties were evaluated as percentage of humidity, pH, percentage of ashes, apparent density and color, functional properties such as solubility and gelling capacity for the different treatments. The best treatment was chosen based on a sensory evaluation with 15 untrained tasters, evaluating the general acceptability of the product, where the best treatment was a1b0, which corresponds to the use of citric acid at 0.7 %. The final product has a yellowish color characteristic of the pulp, with a solubility of 60.56 %, medium and uniform granulometry, 86.19 % of total carbohydrates and the estimated shelf life was 9 months under normal storage conditions.

Keywords: Jicama, antioxidants, useful life, fructooligosaccharides, HUIKUNDO S.A.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se encuentra un gran interés por investigaciones basadas en resolver problemas a la hora de conservar alimentos, en especial aquellos que poseen un alto contenido de agua puesto que conllevan a una descomposición acelerada (Parzanese, 2012). Una alternativa a este problema es la deshidratación, esta tecnología es uno de los procesos de conservación de alimentos más utilizados en la industria, ya que al reducir el contenido de humedad del alimento se evitan procesos de deterioro tanto físicos como químicos con el fin de obtener un producto de larga vida útil y de amplia utilidad, que a la vez conserva las características organolépticas presentes en esta raíz. (Fito Maupoey, 2001).

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó la raíz de jícama (*Smallanthus sonchifolius*), es una planta de origen andino perenne con un gran potencial agronómico ya que sirve como protector del suelo, se caracteriza por producir raíces tuberculosas dulces que están mayoritariamente constituidas por agua y carbohidratos, los mismos que son almacenados en forma de fructooligosacáridos (FOS), lo que hace a esta raíz apta para el consumo de personas diabéticas (Villacrés, Quelal, & Álvarez, 2013). No obstante durante el procesamiento de estas raíces se presenta oxidación enzimática por parte de la polifenol oxidasa, es por ello que se ve eminente la utilización de antioxidantes como ácido cítrico y ácido ascórbico puesto que estos son los más utilizados en la industria alimentaria (Guerrero, 2009).

A nivel nacional existen el cultivo de varias raíces y tubérculos andinos (RTAs), ya que la zona andina tiene óptimas condiciones climáticas para su conservación; estos alimentos pueden ser mellocos, camote, achira, jícama entre otros, actualmente se ha incrementado su consumo por el alto contenido de nutrientes, múltiple funcionalidad y además de su versatilidad a la hora de desarrollar productos derivados de estos alimentos. Por estas razones la presente investigación busca obtener un pulverizado a base de raíz de jícama que alargue la vida útil de este alimento, aptos para personas con problemas de diabetes y la población que desee bajar su consumo de azúcar (INIAP, 2003).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ANTIOXIDANTES EN LA PRODUCCIÓN DE UN PULVERIZADO A PARTIR DE JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolius*) PARA LA EMPRESA “HUIKUNDO S.A”.

1.1. Justificación

En la actualidad en el Ecuador existen raíces andinas que pasan desapercibidas pese a sus altos contenidos nutricionales, no son explotadas industrialmente, y son escasamente consumidas, este es el caso de la jícama (Tapia, 2000). La jícama (*Smallanthus Sonchifolius.*), también llamado yacón es una planta que crece naturalmente en climas cálidos y templados de los Andes posee un sabor dulce similar al de una manzana, cultivada desde los 2100 a los 3000 metros sobre el nivel del mar se produce en pequeñas parcelas y como plantas silvestres, siendo su principal uso el autoconsumo (Fernández, 2017).

Pertenece a la familia asterácea y es una raíz que apenas presenta un 0,84 % de almidón, ya que almacena en sus raíces reservas de azúcares especiales llamados fructooligosacáridos hasta un 70 %; los mismos que son fibra soluble de bajo aporte calórico y prebióticos lo que genera un mejoramiento en la digestión y el sistema inmune; siendo favorables para la salud humana en problemas de diabetes y obesidad (Torrez, 2008).

A pesar de los beneficios que la raíz de jícama presenta uno de los inconvenientes es el pardeamiento que se da a pocos segundos de cortar o realizar algún tipo de fuerza mecánica sobre la raíz, cambia el color de un anaranjado característico de la pulpa a verde petróleo (Manrique & Párraga, 2005). Con el uso de antioxidantes como el ácido cítrico, ácido ascórbico entre otros, se logra tener un producto de color uniforme y con características visuales agradables (Martínez, Uriel, & Pardo Valencia, 2017).

Por otra parte la jícama fresca contiene alrededor de 85 a 90 % de agua por ende resulta un alimento muy perecible con una duración de aproximadamente 15 días (Manrique and Hermann 2003). Es por ello que la presente investigación tiene como propósito realizar un producto pulverizado a base de jícama con el fin de alargar la vida útil; esto se logrará mediante la tecnología del deshidratado. El cual ofrece muchas ventajas entre estas se pueden mencionar, que permite su fácil transportación y almacenamiento, evita el daño ocasionado por microorganismo y ayuda a concentrar el contenido de azúcares que el alimento posee (Bustos Marichin, Muñoz, & Ling, 2017). Es así que, se obtendrá un producto final que es recomendado para personas diabéticas por sus propiedades nutricionales y alto contenido de fructooligosacáridos, consiguiendo diversificar el consumo de esta raíz ancestral puesto que, los productos industrializados son una buena alternativa de comercialización.

Mediante el desarrollo de la tecnología de deshidratado y pulverizado de la raíz de jícama se obtendrá un edulcorante natural que puede ser utilizado en la industria alimentaria como materia prima en matrices sólidas y líquidas, apto para el consumo de personas diabéticas así como de la población en general que desee bajar su consumo de azúcar y prevenir problemas futuros; beneficiando a la empresa “HUIKUNDO S.A”, ubicada en el cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua misma que se dedica a promover el consumo de este tubérculo mediante el cultivo y la comercialización, por las múltiples propiedades y beneficios que esta raíz andina posee. Por ende, se beneficiarían los productores de dicha empresa, así como los consumidores de este producto.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la utilización de antioxidantes en la producción de un pulverizado a partir de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para la empresa “HUIKUNDO S.A”.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar la caracterización de la jícama mediante un análisis fisicoquímico.
- Evaluar el efecto de los antioxidantes en el proceso del troceado de jícama.
- Establecer una cinética de secado para la raíz de jícama.
- Evaluar las características físicoquímicas, solubilidad y capacidad gelificante del pulverizado.
- Evaluar sensorialmente el producto final.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La jícama (*Smallanthus sonchifolius*), es una planta que pertenece a la familia Asteraceae, nativa de la región andina de Sudamérica (Muñoz Jáuregui, 2010). En las últimas décadas la producción de esta raíz se ha incrementado en la región andina debido a la demanda por las propiedades médicas tanto de raíces y hojas (Genta, Cabrera, Grau, & Sánchez, 2005).

En el Ecuador el cultivo de jícama se concentra en las provincias que se encuentran al sur del país como Loja, Azuay y Cañar, en la sierra central en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua siendo comercializados en mercados, utilizado en pocas cantidades para la elaboración de jarabes, jugos, zumos, dirigido para el autoconsumo (Oquendo, 2015).

Composición Química de la jícama.

La jícama es una de las raíces comestibles con mayor cantidad de agua presentando 83 a 90 %, en cuanto a carbohidratos representan alrededor del 90 % del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre 50 y 70 % son fructooligosacáridos (FOS) (Mindani Cáceres, 2008). Los azúcares totales y reductores en pulverizados de jícama, se encuentran alrededor de 88,15 y 9,03 % respectivamente (Coronado, 2013). Estos valores varían dependiendo la ubicación geográfica en donde se encuentre las raíces de esta planta.

Las raíces de la jícama acumulan cantidades significativas de potasio, compuestos polifenólicos derivados del ácido cafeico, ácido clorogénico y varias fitoalexinas con actividad fungicida. Con un bajo contenido de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales (Suaña & Olinda, 2014). En general existe un alto contenido de compuestos bioactivos en raíces de jícama estos ofrecen beneficios para la salud tales como reducción del índice glucémico, previene el riesgo de cáncer de colon, que surge de sus propiedades antioxidantes y prebióticas (Caetano et al., 2016), (Campos et al., 2012). Siendo de gran interés al público, ya que resulta muy útil como suplemento dietético. Sin

embargo, por su alto contenido de agua (> 80 %) tipos de compuestos fenólicos, su concentración, y la actividad de la polifenol oxidasa (Campos et al., 2012), las raíces resultan perecederas. Por lo tanto, para aumentar la vida útil de la jícama, se han reportado varios estudios de procesos de transformación pudiendo ser en jugo, productos deshidratados o productos concentrados (Dionísio et al., 2013).

Por su sabor dulce debido a la abundancia de carbohidratos solubles, este alimento podría suplantar cultivos como la caña de azúcar y la frutuosa de maíz a fin de que se puede aplicar en muchos productos como endulzante, desde galletas hasta refrescos con más bondades nutricionales por su alto contenido de fructooligosacáridos. (Suquilanda Valdivieso, 2011). Los fructooligosacáridos (FOS) son azúcares no calóricos reconocidos y utilizados en alimentos como prebióticos, estimulantes del crecimiento de la flora intestinal no patógena, al cumplir con todos los criterios de clasificación y seguridad alimentaria (Chacón-Villalobos, 2006).

Los enlaces que mantienen unidas las moléculas de fructosa resisten la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas y por ello los FOS alcanzan el colon, evitando sufrir modificaciones químicas, es por ello que tienen una baja contribución calórica en el organismo humano (Manrique, Párraga, & Hermann, 2005).

Estos azúcares no calóricos pueden disminuir los niveles de glucosa en la sangre y diferentes lípidos séricos relacionados con la salud en los seres humanos y se considera que trabajan como prebióticos por mejorar el equilibrio de la microflora intestinal. Las fibras de los FOS retrasan el vaciamiento gástrico y enlentecen el tránsito intestinal, por lo que se les atribuye efecto hipolipemiante y disminución del nivel de glucemia (Olagnero et al., 2007).

Oxidación de la raíz de jícama.

En el procesamiento de las raíces de Jícama ocurre el pardeamiento enzimático ocasionado por las enzimas polifenoloxidasas al entra en contacto con el oxígeno, estas enzimas transforman los fenoles en quinonas y luego en melaninas, por lo que aparecen coloraciones oscuras en la pulpa (Manrique & Párraga, 2005).

La enzima polifenoloxidasa es una de las más estudiadas en la industria de los alimentos debido a que es responsable de las reacciones de pardeamiento enzimático

en frutas y verduras, siendo comercialmente indeseable, ya que modifica las propiedades sensoriales, nutricionales y en general de calidad que perjudica su comercialización (Guerrero, 2009).

Por lo anterior para prevenir la oxidación de la raíz de jícama existen opciones viables como la utilización de antioxidantes o por calentamiento. Siendo más utilizados los antioxidantes orgánicos como ácidos ascórbico y cítrico, por su bajo costo, y su efectividad antioxidante (Mastro-Durán & Borja-Padilla, 1993). Además de no tener contradicciones para su uso como los antioxidantes sintéticos, por ejemplo los sulfitos no son recomendados para personas con condiciones vulnerables con asma o sensibles a estos compuestos (EFSA, 2016).

Antioxidantes.

Los aditivos más utilizados en el tratamiento de alimentos vegetales, son aquellos que poseen una función antioxidante y antimicrobiana generalmente ácido cítrico, ácido ascórbico y el sorbato de potasio (Pilizota & Sapers, 2004). Aumentado considerablemente la vida útil del producto (Quevedo, Villegas, González, & Rodríguez, 2005).

El ácido cítrico es un acidulante que actúa como preservante en la acción de agentes quelantes para atrapar metales extraños que causan turbiedad deteriorando el color de la pulpa; además actúan agentes retenedores de vitaminas y regulador del pH, evitando la degradación del alimento así como del color (Liu, Yuan, Chen, Li, & Liu, 2014).

En lo que ácido ascórbico concierne, algunos autores asumen que no inhibe directamente la polifenol oxidasa, sin embargo posee la capacidad de reducir las o-quinonas generadas por la enzima al difenol original, en donde se limita el pardeamiento enzimático a este proceso se lo conoce como desactivación, siendo catalogado como antioxidante (Landi, Degl'Innocenti, Guglielminetti, & Guidi, 2013).

Deshidratado

Uno de los métodos más utilizados para la conservación de alimentos es la deshidratación. El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados ha sido ampliamente utilizado, desde hace muchos años atrás, proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en época de carencia de alimentos (Fito Maupoey, 2001). La deshidratación permite preservar alimentos altamente perecederos, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es superior al 90 % reduciendo el contenido

de humedad de los alimentos, lo cual disminuye su actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el alimento (Ochoa-Reyes et al., 2013).

2.2. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): El tipo de antioxidante y su concentración en la obtención de un pulverizado a partir de la raíz de jícama no afectan significativamente las propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

Hipótesis alternativa (H_a): El tipo de antioxidante y su concentración en la obtención de un pulverizado a partir de la raíz de jícama afectan significativamente las propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

2.3. Señalamiento de variables de la hipótesis

2.3.1. Variables independientes

- Tipo de antioxidante
- Concentración de antioxidante

2.3.2. Variables dependientes

- Propiedades fisicoquímicas.
- Propiedades sensoriales.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materia prima

En la experimentación se empleó jícama (*Smallanthus sonchifolius*) obtenida del cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua de la empresa “HUIKUNDO S.A”.

3.2. Caracterización físico química de la materia Prima (raíz de jícama).

3.2.1. Análisis de humedad.

El contenido de humedad (%) se determinó con el uso de una balanza infrarroja según lo establecido en la norma AOAC-925 (1990) para ello se colocaron 3 gramos de muestra en el plato de la balanza previamente tarado. El resultado se obtuvo mediante lectura directa.

3.2.2. Sólidos solubles totales (SST).

El contenido de solidos solubles totales se obtuvo siguiendo la metodología establecida en la norma INEN-ISO-2173 (2013). Se trituraron 2 gramos de muestra posterior a esto se colocó en un refractómetro y el resultado se obtuvo por lectura directa en °Brix.

3.2.3. Determinación de Iones hidronio (pH) para la raíz de jícama fresca.

Los iones de hidronio (pH) de la materia prima se determinaron con base al método descrito en la norma INEN-ISO-1842 (2013). Para ello, se tomaron 5 gramos de muestra y se trituraron con la ayuda de un mortero, se añadió una masa equivalente de agua y se trituraron con la ayuda de un mezclador. Se colocó los electrodos del potenciómetro directamente en el extracto obtenido.

3.4. Diagrama de flujo de la obtención del pulverizado.

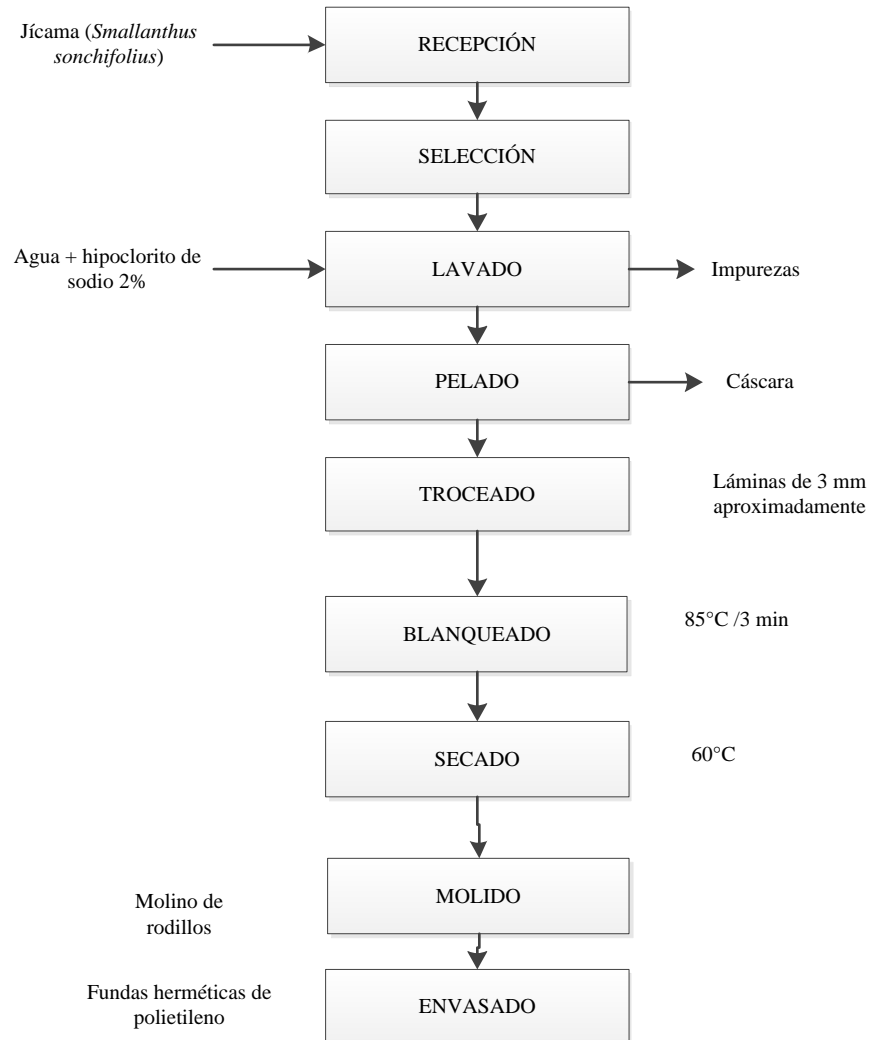


Figura 1. Diagrama de flujo de la obtención del pulverizado de jícama.

3.5. Cinética de secado

Se colocó las raíces de jícama troceadas en un deshidratador de bandejas GANDER MTN. Para realizar la cinética de secado se tomó una muestra cada hora, y se procedió a medir la humedad con el uso de una balanza infrarroja CITIZEN. La curva de secado se expresa como humedad en base seca (g agua/ g de sólido secos) vs tiempo. (Carvajal, 2016)

3.6. Color

Los parámetros de color, L (luminosidad), a (rojo/verde), b (amarillo/azul), C (cromaticidad) y °H (ángulo Hue), se midieron en un colorímetro Lovibond. Estos parámetros se midieron en el troceado de la raíz de jícama sin antioxidante y con la adición de los dos antioxidantes.

3.7. Caracterización físico química del pulverizado

3.7.1. Densidad aparente.

Se determinó mediante el método descrito por Gujska and Khan (1990). Se colocó el pulverizado en una probeta de 10 ml y se determinó el peso de la harina utilizada.

Se determinó usando la siguiente ecuación:

$$\rho_a = \frac{\text{Masa de la harina (g)}}{\text{Volumen de la probeta (ml)}} \quad \text{Ec.1}$$

3.7.2. Determinación de Iones hidronio (pH) para el pulverizado de raíz de jícama.

Se determinaron tomando 10 g de muestra en un vaso de precipitación posterior a esto se añadió 100 cm³, se agito y midió con el uso de un potenciómetro. Según lo establecido en la norma INEN-0526 (1981).

3.7.3. Cenizas

El contenido de cenizas del pulverizado se obtuvo siguiendo la Norma (INEN-520, 1980). Para ello, se incineraron 2 g de muestra colocados en un crisol vacío previamente tarado y pesado, esto se colocó en una mufla a 550 °C por 2 horas. Posteriormente se colocó en un desecador hasta obtener un peso constante.

Y con el uso de la siguiente ecuación de determino el contenido de cenizas:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de cenizas (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100 \quad \text{Ec.2}$$

3.8. Propiedades funcionales

3.8.1. Determinación de Solubilidad

La solubilidad se determinó mediante el método de Eastman y Moore con modificaciones (Cano-Chauca, Stringheta, Ramos, & Cal-Vidal, 2005). Se colocó 0,5 g de muestra en 50 ml de agua destilada a 30 °C en un vaso, se agito la suspensión por 5 min y se centrifugo a 3000 rpm por 5 min. Posterior a esto se tomó una alícuota de 12,5 ml del líquido sobrenadante y se transfirió a una caja Petri previamente pesadas, y se llevó a una estufa de secado a 105 °C por 5 h. Los sólidos recuperados del secado se pesaron y el porcentaje de solubilidad se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Peso muestra} = \frac{(1g \times \text{Peso alícuota})}{(\text{agua}+1g)} \quad \text{Ec. 3}$$

$$\%S = \frac{\text{Peso sobrenadante seco (g)} * 100}{\text{Peso muestra (g)}} \quad \text{Ec.4}$$

3.8.2. Determinación de la capacidad gelificante

La capacidad gelificante se determinó siguiendo la metodología descrita por (Coffmann & Garciaj, 1977) con modificaciones. Se prepararon suspensiones del pulverizado obtenido a concentraciones de 4, 8, 10 % (p/v) en agua destilada. Se tomaron 5ml de estas suspensiones y se procedió a verter en tubos de ensayo sometiendo a un baño a una temperatura de ebullición por un periodo de 1 hora. Posterior a esto se colocó los tubos en un baño de hielo por la misma cantidad de tiempo. La capacidad gelificante se determinó como la menor concentración a la cual la muestra no se desliza una vez invertido el tubo.

3.9. Análisis sensorial

Se realizó un análisis sensorial, con un panel de 15 catadores no entrenados los cuales evaluarán la aceptabilidad del producto final, se entregaron a evaluar 2 tratamientos al azar más un blanco (pulverizado sin antioxidantes), para ello de utilizo una escala

hedónica de 5 puntos: gusta mucho, gusta poco, ni gusta ni disgusta, gusta poco, no gusta (Saltos, 2010).

Se utilizó la hoja de cata presentada en el anexo B, en donde se encuentra detallado los parámetros de evaluación.

Posterior a estos se evaluó los atributos de color, sabor, olor y aceptabilidad del mejor tratamiento con la ayuda de la hoja de cata presentada en el anexo C.

3.10. Granulometría

El tamaño de partícula del pulverizado se determinó siguiendo el método descrito en la Norma (NTE-0517, 1981). Se colocaron 100 g de harina en un juego de 4 tamices y una base, previamente pesados, colocados uno encima del otro de acuerdo a la abertura de la malla, en forma decreciente a la abertura de la malla de la siguiente manera: 20 (850 μm), 40 (420 μm), 60 (250 μm), 100 (149 μm), y la base. Los tamices fueron agitados mecánicamente en un equipo de agitación (Porter Sand, EE.UU), durante 5 minutos. Finalmente se pesó el tamiz más la harina retenida en cada una de las mallas. Se determinó el módulo de finura y el coeficiente de uniformidad (Espinoza & Quispe, 2013).

3.11. Determinación del contenido de carbohidratos en el pulverizado de raíz de jícama.

Se determinó mediante el método de Dubois, Gilles, Hamilton, Rebers, & Smith (1956), Fenol - Sulfúrico descrito por Cruz & Soler (2014), para efecto se elaboró una curva de calibración de glucosa con una solución madre partiendo con 0,1 gramos en 1000 ml de agua (mg/L) posterior a esto se realizó diluciones de 10; 20; 40, 60; 80 mg/l, se tomó 1,0 ml de estas soluciones y se colocó en tubos de ensayo, cada uno de los tubos se añadió 1,0 ml de un solución de fenol al 5 % y 5,0 ml de ácido sulfúrico concentrado al 98 %, se agito con la ayuda de un vórtex (Mixer, Reino Unido), se dejó reaccionar por unos segundos y se midió la absorbancia a 490 nm en un espectrofotómetro UV-visible (Hach, U.S.A).

Para el pulverizado de jícama se realizó una concentración 50 mg/l, y se efectuó el mismo procedimiento realizado para la curva de calibración. El contenido de carbohidratos de cálculo mediante la ecuación obtenida en la curva de calibración de glucosa.

3.12. Estimación del tiempo de vida útil

La estimación del tiempo de vida útil, fue realizada al mejor tratamiento obtenido mediante un análisis sensorial, para efecto el pulverizado obtenido fue almacenado en condiciones aceleradas en una cámara climática BINDER a 20, 30 y 40 °C con 70, 75 y 80 % de humedad relativa respectivamente. Posterior a esto se tomó mediciones de humedad cada tres días mediante el uso de una balanza infrarroja CITIZEN.

El tiempo estimado de vida útil se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\% H = \% H_0 - k * t \quad \text{Ec.5}$$

3.13. Diseño experimental

En la investigación se aplicó un diseño de dos factores evaluando el tipo de antioxidante y la concentración del mismo. Con dos replicas para una obtener una interpretación eficaz de los resultados obtenidos con los factores de estudio.

A continuación, se detalla los diferentes factores y niveles que se evaluaron en el desarrollo de un pulverizado con jícama:

Tabla 1. Factores y niveles del diseño experimental.

Factores	Niveles
A: Tipo de Antioxidante	a0: Ácido ascórbico
	a1: Ácido cítrico
	b0: 0,7 %
B: Concentraciones	b1: 1,0 %
	b2: 2,0 %

Las combinaciones del diseño experimental se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Combinaciones experimentales.

Combinaciones	Antioxidante	Concentración de antioxidantes (%)
a0b0	Ac. Ascórbico	0,7
a0b1	Ac. Ascórbico	1,0
a0b2	Ac. Ascórbico	2,0
a1b0	Ac. Cítrico	0,7
a1b1	Ac. Cítrico	1,0
a1b2	Ac. Cítrico	2,0

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización físico química de la materia Prima (raíz de jícama)

El pulverizado se realizó con jícama recién cosechada con el fin de conservar la mayor parte de fructooligosacáridos presentes en esta raíz. Puesto que Villacrés, Rubio, Cuadrado, Marcial, and Iñiguez (2007), mencionan que durante el almacenamiento de esta raíz en el ambiente o en refrigeración tiende a sufrir procesos de transformación de azúcares, disminuyendo el contenido de fructooligosacáridos hasta un 39 %.

En la tabla 3, se observan los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico de la raíz de jícama fresca, cosechada a los 9 meses, estos valores son similares a los obtenidos por Coronado (2013), en su estudio sobre harina de yacón (*smallanthus sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas, los valores reportados fueron humedad 88,45 %, sólidos solubles totales 8,6 °Brix y pH de 6,58. Sin embargo la composición puede variar dependiendo la ubicación geográfica y el estado de madurez de la raíz. Por ello la cosecha de esta raíz debe ser a partir de los 7 hasta 12 meses, dependiendo del amarillamiento de las hojas y el cese de la floración garantizando un alto contenido de nutrientes. (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

Tabla 3. Características físico químicas medidas en la raíz de jícama.

Características	
Humedad (%)	88,88 ± 0,35
Sólidos solubles totales (°Brix)	13,57 ± 0,17
Iones hidronio (pH).	6,48 ± 0,37

± D.E=Desviación estándar

4.2. Cinética de secado

A partir de los datos de humedad obtenidos durante el periodo del deshidratado de la raíz de jícama, se realizó la curva de secado representada en la figura 2, la curva de secado se expresa como humedad (g agua/ g de sólido secos) vs tiempo.

Durante el proceso de secado la matriz alimentaria presenta un fenómeno llamado “cinética de secado”, esto depende de la humedad del material y la evaporación que se produzca en relación al tiempo (Giraldo-Zuniga et al., 2010).

En la Figura 2, se observa la disminución de agua en la raíz jícama al transcurrir el tiempo en una relación inversamente proporcional entre la humedad y el tiempo. La humedad inicial de las rodajas de raíz de jícama fue de 94,4 % en base húmeda, existió un evidente incremento en el contenido de agua inicial 88,88 %, puesto que se sumergió en soluciones con antioxidantes previo al secado. En las curvas de secado influye el tamaño del corte realizado a la matriz a deshidratar, la velocidad del aire y la temperatura del deshidratador (Vega & Lemus, 2006).

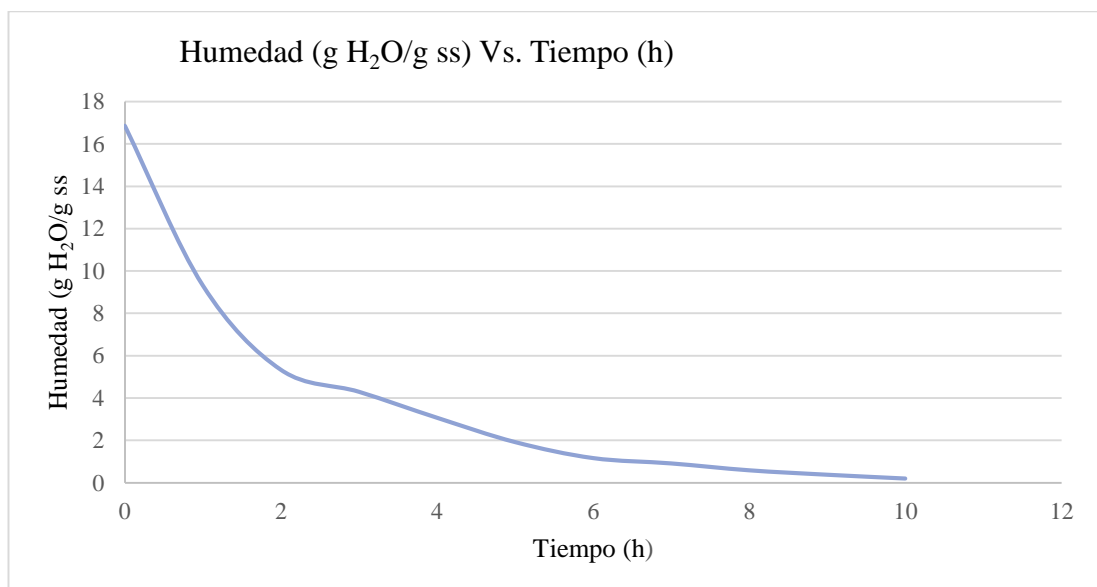


Figura 2. Curva de secado de la Raíz de Jícama.

En el proceso de deshidratación se puede producir una serie de cambios físicos, químicos que afectan a la calidad nutritiva, organoléptica y a la bioactividad del alimento. Por ello, elevadas temperaturas provocan pérdidas de compuestos termolábiles como las vitaminas B y C (Reiter, Neidhart, & Carle, 2003). El rango de temperatura en el cual se conserva la mayor parte de los compuestos bioactivos de la raíz de jícama es de 40 hasta 60 °C así lo afirma Coronado (2013). Puesto que en su estudio observo termo estabilidad de los principios activos de la muestra evitando caramelizar el producto final y obtuvo mayor rendimiento de fructooligosacáridos.

4.3. Color

En la tabla 4, se observa el patrón colorimétrico de las muestras tratadas con antioxidantes y de la muestra sin antioxidantes (blanco) de la raíz de jícama durante el proceso del troceado, dado que esta etapa del proceso se produce mayoritariamente el pardeamiento enzimático. En estudios realizados por Fante, Scher, Noreña, and Rios (2012) en el proceso de blanqueado de yacón, mencionan que la variación de estos parámetros ocurren durante los primeros minutos de blanqueado, posterior a esto no existen diferencias mayormente significativas, por lo que la medición de estos parámetros se realizaron en las primeras etapas del proceso, es decir previamente al secado.

Tabla 4. Parámetros de color: luminosidad (L), a (tendencia al verde), b (tendencia al amarillo), ángulo Hue (H°), Cromaticidad.

Muestra	L	a	b	°H	Cromaticidad
a0b0	66,8 ± 0,14c	3,65 ± 0,07b	14,65 ± 0,49d	74,8 ± 0,42d	14,5 ± 0,14de
a0b1	67,65 ± 0,64c	3,45 ± 0,07bc	21,0 ± 0,28a	80,65 ± 0,21a	18,0 ± 0,35c
a0b2	72,35 ± 0,70a	5,1 ± 0,14a	17,5 ± 0,42c	76,3 ± 0,42c	21,45 ± 0,07a
a1b0	64,65 ± 0,49d	5,5 ± 0,21a	15,45 ± 0,49d	75,5 ± 0,14c	15,8 ± 0,28d
a1b1	65,0 ± 0,21d	4,05 ± 0,21b	18,55 ± 0,35bc	78,25 ± 0,35b	19,1 ± 0,57b
a1b2	70,7 ± 0,14b	4,95 ± 0,21a	19,95 ± 0,21ab	76,85 ± 0,64bc	20,85 ± 0,28a
Blanco	48,35 ± 0,42e	3,0 ± 0,14c	12,75 ± 0,35e	70,3 ± 0,14e	13,05 ± 0,49e

± D.E=Desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c, d, e) indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre muestras.

Además en tabla 4, se observa que los valores de L para los seis tratamientos que contiene antioxidantes varía de 64,65 a 72,35 por lo que indican que tiende al color blanco, valores similares L: 83,99 y L: 65,37 fueron encontrados por Clinis, Margalef, & Gómez, (2013) y Castillo and Stephani (2015) respectivamente, en harina de raíz de jícama. En cuanto a la muestra que no contiene antioxidantes (blanco) tiende a un color más oscuro 48,35; esto se explica que al no contener antioxidantes presenta

pardeamiento enzimático. Mientras que por lo contrario los antioxidantes como ácido ascórbico y ácido cítrico evitan la acción de polifenol oxidasa (Cortés, 2016).

Los parámetros a y b, presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las muestras, los valores de a van desde 3,45 hasta 5,55, lo que indica que tiene una tendencia a un color rojizo, el valor en la muestra sin antioxidantes fue 3 ya que tiene cierta tendencia al verde por el pardeamiento que presenta, mientras que b se encuentran situados entre 14,65 y 21,0 lo que con lleva a una ligera tendencia al color amarillo, Valdez Clinis et al. (2013) en su estudio obtuvieron (3,79; 8,82) valores de a y b, respectivamente. Asimismo Castillo and Stephani (2015), reporta un valor de b de 21,93, en harina de yacón valores que se asemejan a los obtenidos en esta investigación. El valor obtenido en este parámetro resulta importante en el ámbito sensorial puesto que Ritcher Reis (2011), en su estudio sobre la variación de color durante el secado de yacón, señala que el aumento de b vuelve a una muestra más apetecible desde el punto de vista sensorial, menciona también que cuando mayor es el espesor de las láminas de yacón y menor temperatura de secado, se tarda más tiempo en deshidratar lo que provoca un oscurecimiento durante el proceso de secado.

El ángulo Hue y la cromaticidad presentan diferencias estadísticamente significativas, con valores que van desde 74,8 hasta 80,65 y de 14,5 a 20,85 para el ángulo Hue y cromaticidad respectivamente, estos valores concuerdan con $^{\circ}H$: 85,10 y c: 22,01 obtenidos por Castillo and Stephani (2015). Los valores del ángulo Hue se encontraron en el primer cuadrante (0 a 90°) de la gama de colores como se observa en la figura 3.

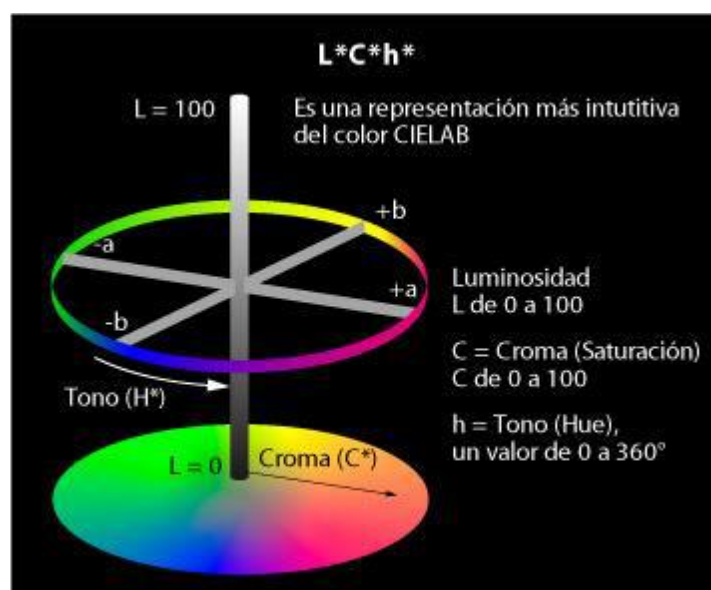


Figura 3. Espacio de color CIELAB.

4.6. Caracterización físicoquímica del pulverizado.

4.6.1. Densidad aparente.

En la Tabla 5, se observan valores de densidad aparente (g/ml), encontrando un rango de 0,602 a 0,679 (g/ml), existiendo diferencia significativa ($P < 0,05$) entre muestras. La densidad es mayor cuando las partículas se aglomeran y ocupan un mayor volumen debido a la baja resistencia a la compactación, contrario a esto cuando no existe aglomeración por parte de las partículas la densidad es menor. (Rayo Mendez, 2013). Siendo útil esta propiedad para el empaclado, almacenamiento y el transporte del producto final puesto que presenta valores similares al de harinas de arroz y de quinua (0,67 y 0,64 g/ml), respectivamente (Cerezal Mezquita, Urtuvia Gatica, Ramírez Quintanilla, & Arcos Zavala, 2011).

Tabla 5. Densidad aparente del pulverizado.

Tratamientos	Densidad aparente (g/ml)
a0b0	0,619 ± 0,001c
aob1	0,602 ± 0,001c
aob2	0,625 ± 0,007bc
a1b0	0,648 ± 0,006b
a1b1	0,647 ± 0,009b
a1b2	0,649 ± 0,008b
Blanco	0,679 ± 0,007 ^a

± D.E=Desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c, d, e) indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre muestras.

4.6.2. Evaluación de Iones hidronio (pH), Cenizas (%), Humedad (%).

En la tabla 6, se presentan las propiedades físicoquímicas del pulverizado de la raíz de jícama. El pH de las muestras que fueron tratadas con ácido cítrico, resultan más acidas presentando valores que van desde 5,37 a 5,40, mientras que las tratadas con ácido ascórbico son menos acidas asemejándose a la muestra sin antioxidantes

(blanco), debido a que la adición de ácido cítrico genera un efecto más ácido en los alimentos así lo afirma Ulloa, Aguilar-Pusian, Rosas-Ulloa, del C. Galavíz-Ortíz, and Ulloa-Rangel (2010) en su estudio sobre el remojo con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca mínimamente procesada.

Los valores de pH que se obtuvieron tienen un efecto positivo en cuanto a la conservación y almacenamiento; un valor de pH bajo ayuda en la conservación de los alimentos debido a que inhibe el crecimiento microbiano (Chavarrías, 2013). Asimismo garantiza la estabilidad de los fructanos durante el almacenamiento Santana and Cardoso (2008) reportan que, la conversión de FOS a azúcares libres se incrementa en medios acidificados con $\text{pH} \leq 4,0$.

El contenido de cenizas se encontraron en porcentajes que van desde 3,63 % a 3,88 %, valores similares 3,66 %, son reportados por Valdez Clinis et al., (2013), mientras que Moscatto, Prudêncio-Ferreira, and Haully (2004), encontró un contenido de 3,75 %, en la caracterización de harina de yacón usado como ingrediente en la formulación de chocolate. En cuanto a la humedad se encuentra en un rango de 4,02 % hasta 4,08 %, coincidiendo a valores reportados por Moscatto et al. (2004) y Valdez Clinis et al., (2013), que indican 4,37 %; 4,5 % respectivamente. Sin embargo existen ciertas variaciones debido al estado de madurez, y ubicación geográfica de la jícama.

Tabla 6. Características físico químicas del pulverizado de raíz de jícama.

Tratamientos	pH	Cenizas (%)	Humedad (%)
a0b0	6,07 ± 0,02a	3,66 ± 0,06bc	4,06 ± 0,042a
a0b1	6,05 ± 0,01c	3,63 ± 0,08bc	4,02 ± 0,014a
a0b2	6,06 ± 0,03d	3,58 ± 0,06c	4,08 ± 0,035a
a1b0	5,40 ± 0,01b	3,77 ± 0,04abc	4,03 ± 0,028a
a1b1	5,39 ± 0,04d	3,84 ± 0,01ab	4,06 ± 0,014a
a1b2	5,37 ± 0,02c	3,88 ± 0,04 ^a	4,05 ± 0,007a
Blanco	6,28 ± 0,04b	3,73 ± 0,06abc	4,04 ± 0,014a

± D.E=Desviación estándar. Letras diferentes (a, b, c, d, e) indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre muestras.

4.7. Propiedades funcionales

4.7.1. Determinación de Solubilidad y capacidad gelificante.

En la Tabla 7, se presenta la solubilidad en los diferentes tratamientos del pulverizado, se observa diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), mismos que se encuentran en un rango de 60,06 % hasta 72,53 %, valores similares a los encontrados por Valdez Clinis et al. (2013) fueron de 0,66 g/ 100 g, los valores de solubilidad son altos debido al elevado contenido de fructanos y bajo contenido de almidón que presenta la jícama. A diferencia del almidón que es mayoritariamente insoluble, los fructanos son totalmente solubles.

Además la solubilidad de los FOS con respecto a la sacarosa es mayor, pueden ser usados como reemplazo de azúcar, para retención de agua o como fibra dietética soluble (Tamayo, 2017)

Los FOS presentan una capacidad edulcorante que varía entre el 30 y el 50 % de la potencia edulcorante del azúcar común en los preparados de jarabes comerciales (Yépez, 2016).

Tabla 7. Solubilidad del pulverizado de jícama.

Tratamientos	Solubilidad (%)
Blanco	72,53 ± 0,24
a0b0	62,79 ± 0,43
a0b1	60,06 ± 0,05
a0b2	70,84 ± 0,23
a1b0	60,56 ± 0,34
a1b1	63,62 ± 0,40
a1b2	70,77 ± 0,32

± D.E=Desviación estándar

En cuanto a la capacidad para formar gel se evaluó a concentraciones de 4 %, 8 % y 10 % notándose que a mayor concentración (10 %) se tiene una mezcla con el aspecto solidificado similar al de una mermelada, sin embargo no se observó un aspecto de gel perfecto. Por otra parte existen fructanos como la inulina que tiene la capacidad de formar gel con una concentración mayor al 15 % basada en la precipitación y cristalización de las moléculas de inulina (Sosa-Herrera & Delgado-Reyes, 2017). No obstante su solubilidad es menor en comparación a la de los fructooligosacáridos, puesto que la inulina presenta propiedades similares a las del almidón mientras que los fructooligosacáridos son similares a las de la sacarosa (Madrigal & Sangronis, 2007).

4.8. Análisis sensorial

Se evaluó la aceptabilidad del producto final de los seis tratamientos más el blanco, con el fin de determinar el mejor tratamiento. Ya que este atributo es uno de los más importantes en la calidad de un producto.

Se observa en la figura 4 que existen diferencias altamente significativas mediante una prueba de Tukey al 95 %. Siendo más aceptables los tratamientos que contiene ácido cítrico, por ello se tiene que el tratamiento con mayor aceptabilidad es el T4 (muestra tratada con ácido cítrico al 0,7 %).

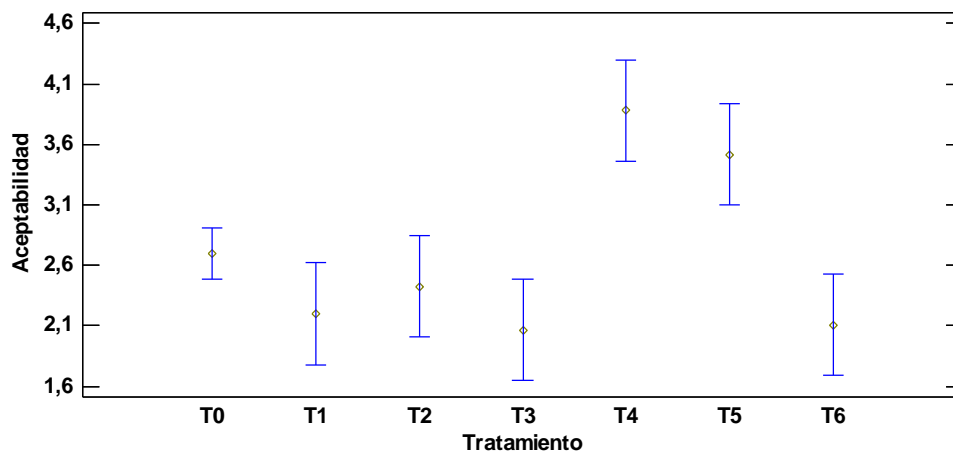


Figura 4. Prueba de Tukey al 95,0 % para la aceptabilidad del pulverizado de raíz de jícama. T0: (Sin tratamiento) T1: (ácido ascórbico 0,7 %), T2: (ácido ascórbico 1 %), T3: (ácido ascórbico 2 %), T3: (ácido cítrico 0,7 %), T4: (ácido cítrico 1 %), T5: (ácido cítrico 2 %).

Las diferencias que se presentaron fueron producto de los antioxidantes utilizados puesto que, el ácido ascórbico tiene un sabor más amargo y astringente, mientras que el ácido cítrico tiene un efecto y sabor más ácido por lo que es a menudo preferido para mejorar el sabor de los alimentos como las bebidas, postres, dulces e incluso medicamentos así lo menciona (Palafox, 2017)

Por otra parte se evaluó los atributos sabor, color, olor y aceptabilidad, del mejor tratamiento como se observa en la figura 5, las puntuaciones otorgadas por los catadores indican la aceptabilidad general del producto, sin embargo el color y la aceptabilidad son los atributos mejor puntuados. Por lo que el producto final obtuvo las características deseadas en cuanto a lo sensorial.

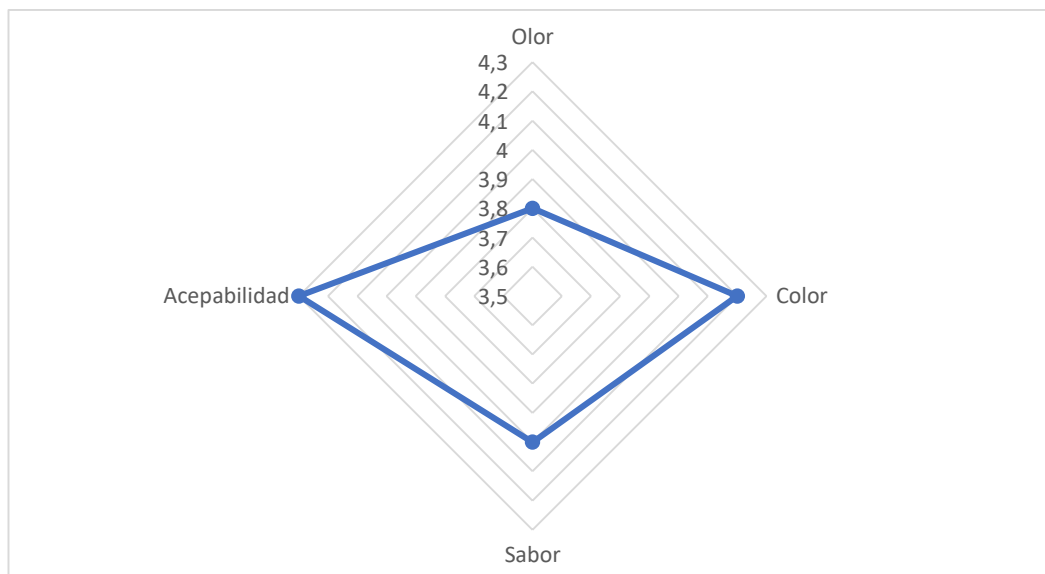


Figura 5: Atributos sensoriales del mejor tratamiento.

4.9. Análisis del mejor tratamiento

4.9.1. Granulometría

El pulverizado obtenido presenta un módulo de finura de 2,83, por lo tanto se lo clasifica como un pulverizado de granulometría media, esto de acuerdo a lo mencionado por Espinoza and Quispe (2013). Las harinas pueden clasificarse de acuerdo al módulo de finura se dice que son finas cuando tienen valores de 0 a 2; medias, cuando se encuentran entre 2 a 4; y gruesas, a partir de 4.

En cuanto al coeficiente de uniformidad el valor obtenido fue 3,5; por lo tanto se cataloga al pulverizado como uniforme (De Prada, 2011). A pesar de no existir valores establecidos para el coeficiente de uniformidad, se entiende que valores menores a 3 permiten clasificar a las muestras como muy uniformes y valores de 3 a 10 como uniformes.

De igual forma en la figura 6 se observa la distribución granulométrica del pulverizado en cuestión, en el eje de las abscisas se encuentra en escala logarítmica y el en orden inverso, empezando de mayor a menor tamaño. En esta figura se observa que un porcentaje elevado del 54 % aproximadamente se queda retenido en la malla de 0,4 mm.

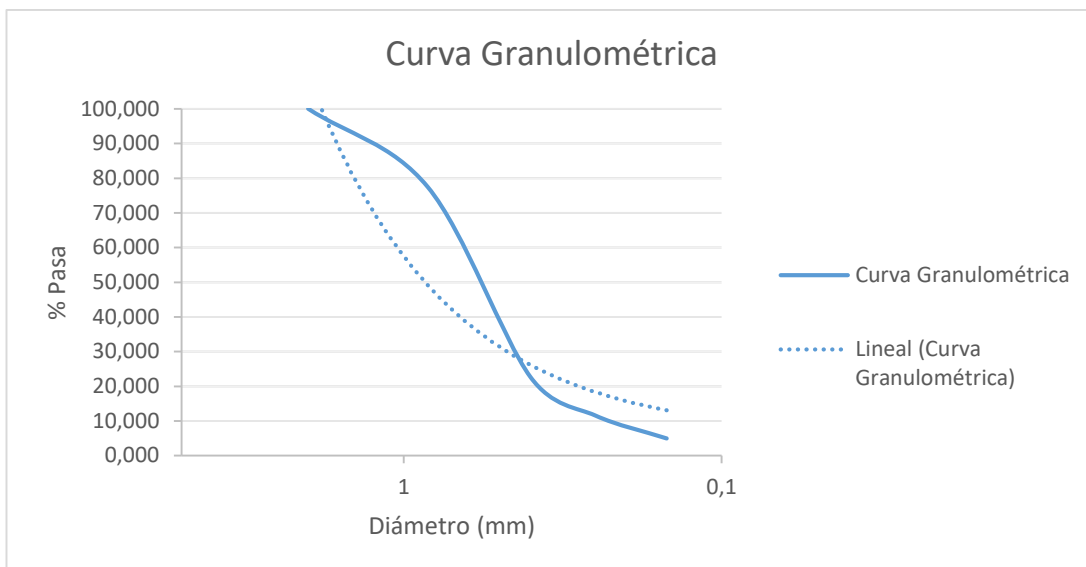


Figura 6. Curva granulométrica.

4.9.2. Determinación del contenido de carbohidratos del pulverizado de jícama

Para la determinación del contenido total de carbohidratos se realizó mediante el método fenol – sulfuro, para efecto en la figura 7 se observa la curva de calibración de glucosa.

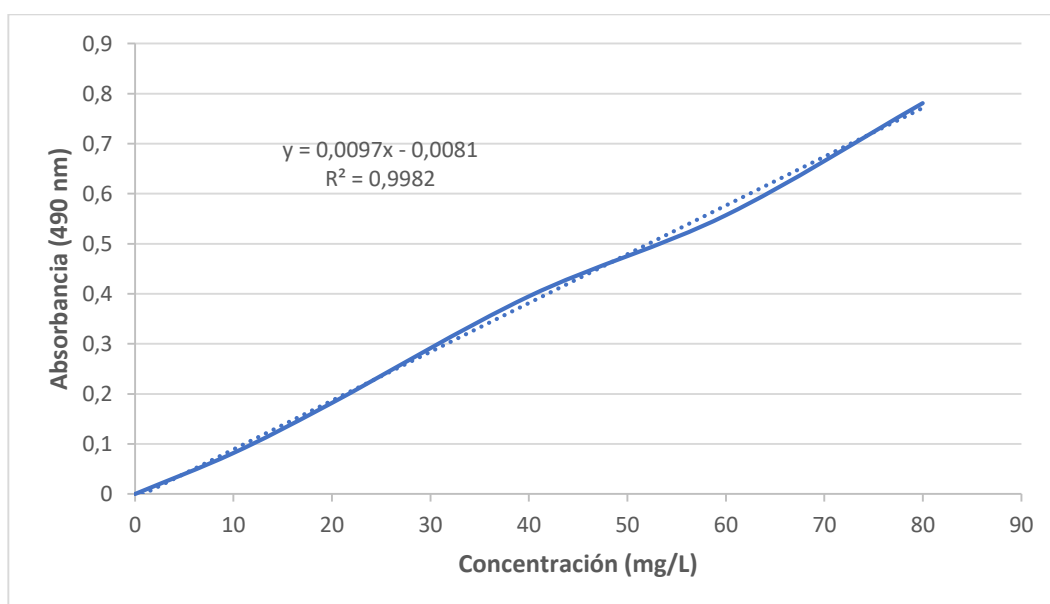


Figura 7. Curva de calibración de glucosa a 490 nm.

Se calculó el contenido de carbohidratos con la concentración de 50 mg/L, y una absorbancia de $0,828 \pm 0,004$ obteniendo un contenido total de carbohidratos totales de

86,19 %, valores similares fueron encontrados por Valdez Clinis et al. (2013), Coronado (2013) y Moscatto et al. (2004) quienes obtuvieron de 83,99 % y 87,03 %, 82,49 % respectivamente.

4.9.3. Estimación del tiempo de vida útil.

La estimación de tiempo de vida útil fue realizada en el mejor tratamiento obtenido mediante un análisis sensorial. Resultando ser mejor el a1b0 (las muestras tratadas con ácido cítrico al 0,7 %). En la figura 8, se observa un aumento de humedad al incrementar la temperatura y la humedad relativa, siendo más notorio a 40 °C y 80 % de HR.

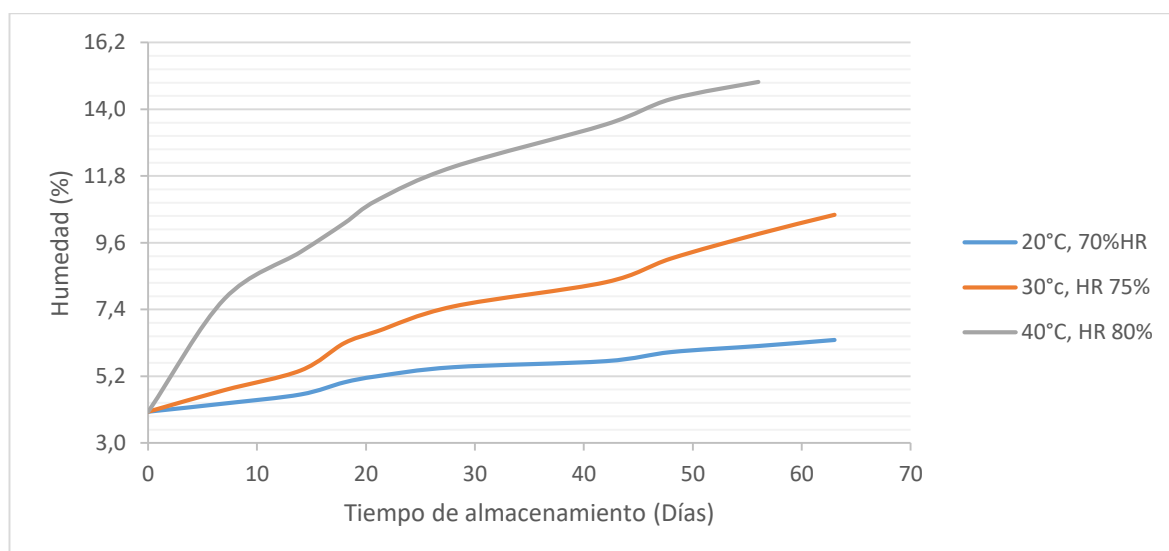


Figura 8. Variación del porcentaje de humedad frente al tiempo de almacenamiento.

La norma INEN-616 (2015) indica, las harinas deben presentar una humedad mínima de 14,5%, para garantizar la calidad del producto. Al realizar los cálculos pertinentes se obtiene tiempos de vida de 9, 3, 2 meses a temperaturas de 20, 30, 40 °C respectivamente.

En la figura 9, se observa una relación inversa entre la temperatura y el tiempo estimado de vida útil, es decir a mayor temperatura menor es tiempo de estimado. Además como el pulverizado obtenido resulto higroscópico, absorbe rápidamente humedad del ambiente por lo que tiende a aglomerarse y presento un olor a azúcares fermentados, esto se identificó con mayor intensidad a 40 °C y 80 % de HR.

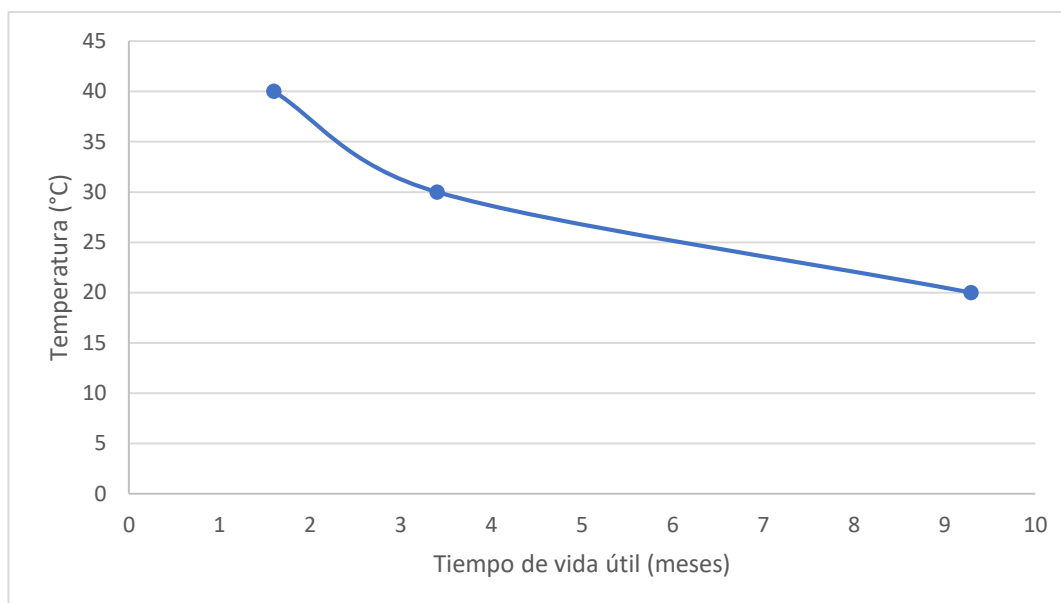


Figura 9. Relación entre la temperatura y tiempo de vida útil del pulverizado de jícama.

4.10. Verificación de hipótesis

Con base a los resultados obtenidos en donde se evaluaron pH, densidad aparente, solubilidad, color y cenizas, se encontraron diferencias significativas al 95 % de confianza, lo contrario sucedió con la humedad y la capacidad gelificante. Por lo tanto el tipo de antioxidante es el factor que más influye en las propiedades fisicoquímicas del pulverizado.

Al evaluar sensorialmente la aceptabilidad del producto se obtuvo diferencias significativas, en los distintos tratamientos siendo el más aceptado por los catadores la muestra tratada con ácido crítico al 0,7 %. Presentando mayor diferencias significativas el tratamiento que contiene ácido ascórbico al 2 %.

Por consiguiente se acepta la hipótesis alternativa, esta indica que, el tipo de antioxidante y la concentración del mismo afectan significativamente en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al realizar la caracterización físico química de la jícama se notó que esta raíz posee un alto porcentaje de humedad $88,88 \pm 0,35$ y un contenido de sólidos solubles totales de $13,57 \pm 0,17$, por lo que se pueden elaborar varios productos procesados a base de este alimento, sin embargo el contenido de agua puede resultar perjudicial para la conservación del mismo.
- Al evaluar el efecto de los antioxidantes y su concentración en el desarrollo de un pulverizado de la raíz de jícama (*Smallanthus sonchifolius*), se concluye que a mayor cantidad de antioxidantes (2 %) presenta una mejor coloración del producto final (amarillo intenso) tanto en el ácido cítrico como ascórbico, a menor concentración se logra evitar el pardeamiento enzimático sin embargo, la coloración del producto resulta ser menos intensa, la diferencia radica en el sabor puesto que los catadores prefirieron las muestra tratadas con ácido cítrico en menor concentración resultando el mejor tratamiento aquel que contenía ácido cítrico al 0,7 %.
- En cuanto la cinética de secado se entendió que el grosor de las láminas es un factor que influye directamente en el secado de la raíz de jícama, ya que mientras más gruesas son las láminas más tiempo se tarda en secar, por lo tanto existirá mayor tiempo lo que genera desventajas económicas en su desarrollo, por esto se trabajó con láminas de jícama de 3 mm de grosor aproximadamente.
- Al determinar las características fisicoquímicas del producto pulverizado a base de jícama, se obtuvieron valores que garantizan la estabilidad y calidad final de producto; el pH contribuye a la estabilidad de los fructooligosacáridos durante el almacenamiento, además conjuntamente con el bajo porcentaje de humedad que fue de 4,03 % impactan favorablemente su conservación con un estimado de vida útil de 9 meses en condiciones normales y en envases herméticos por la higroscopicidad del pulverizado. La solubilidad del producto fue 60,56 % ligado directamente con la cantidad de fructanos que presenta, carbohidratos totales de 86,19 %, propiedades que ayudan a la versatilidad en los usos del producto final.

- En la evaluación sensorial del pulverizado de jícama, los catadores identificaron que los parámetros óptimos para mantener las propiedades sensoriales es la utilización de ácido cítrico al 0,7 %, presentando las características deseadas para este tipo de producto, puesto que manifestaron que el ácido ascórbico presenta un sabor astringente (amargo) lo cual no es del agrado de los catadores.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener un adecuado manejo de post cosecha de la jícama para asegurarse de trabajar con materia prima de calidad.
- Para la selección del mejor tratamiento es recomendable trabajar con catadores entrenados para una mejor percepción de los atributos del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC-925. (1990). *Determinacion de humedad. Metodo Oficial de la Junta Nacional de Granados.*
- Bustos Marichin, G. C., Muñoz, M., & Ling, J. (2017). *Parámetros de secado en bandeja de Colocasia esculenta (pituca) para la elaboración de harina y su utilización en galletas.*
- Caetano, B. F., de Moura, N. A., Almeida, A. P., Dias, M. C., Sivieri, K., & Barbisan, L. F. (2016). *Yacon (Smallanthus sonchifolius) as a food supplement: health-promoting benefits of fructooligosaccharides.* *Nutrients*, 8(7), 436.
- Campos, D., Betalleluz-Pallardel, I., Chirinos, R., Aguilar-Galvez, A., Noratto, G., & Pedreschi, R. (2012). *Prebiotic effects of yacon (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity.* *Food Chemistry*, 135(3), 1592-1599.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P., Ramos, A., & Cal-Vidal, J. (2005). *Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization.* *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6(4), 420-428.
- Carvajal, G. (2016). *Efecto del pre tratamiento de Deshidratación osmótica en piña (Ananas comosus; variedad Cayenne lise) en la cinética de Secado utilizando un secador de bandejas con corriente de aire.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos.
- Castillo, J., & Stephani, S. (2015). *Influencia del blanqueado y secado de yacón (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl) en el contenido de azúcares y fructooligosacáridos.*
- Cerezal Mezquita, P., Urtuvia Gatica, V., Ramírez Quintanilla, V., & Arcos Zavala, R. (2011). *Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas.* *Nutrición Hospitalaria*, 26(1), 161-169.
- Clinis, V., Alejandra, G., Margalef, M. I., & Gómez, M. H. (2013). *Formulación de barra dietética funcional prebiótica a partir de harina de Yacón (Smallanthus sonchifolius).* *Diaeta*, 31(142), 27-33.

- Coffmann, C., & Garciaj, V. (1977). *Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour*. *International Journal of Food Science & Technology*, 12(5), 473-484.
- Coronado, A. (2013). *Elaboración de la harina de yacón (*smallanthus sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas*.
- Cortés, R. (2016). *Cambios físicos y fisicoquímicos durante el almacenamiento en plátano impregnado al vacío con soluciones antioxidantes*. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 14(2), 125-134.
- Cruz, L. M. C., & Soler, R. A. M. (2014). *MANUAL DE MÉTODOS GENERALES PARA DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS*.
- Chacón-Villalobos, A. (2006). *Perspectivas agroindustriales actuales de los oligofruetosacáridos (FOS)*. *Agronomía Mesoamericana*, 17(2).
- De Prada, G. (2011). *Desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (INIAP alegría y Sangorache) para panificación*.
- Dionísio, A., WURLITZER, N., VIEIRA, N., GOES, T. d. S., MODESTO, A., & ARAUJO, I. d. S. (2013). *Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): obtenção de extrato com manutenção das suas propriedades nutricionais e inativação de enzimas de escurecimento*. *Embrapa Agroindústria Tropical- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. t., & Smith, F. (1956). *Colorimetric method for determination of sugars and related substances*. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
- REEVALUACIÓN DE LOS ADITIVOS DEL GRUPO ANHÍDRIDO SULFUROSO Y SULFITOS. (2016).
- Espinoza, C., & Quispe, M. (2013). *Tecnología de cereales y leguminosas*.
- Fante, L., Scher, C., Noreña, C., & Rios, A. (2012). *Study of enzyme inactivation using steam in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) roots*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(1), 16-24.
- Fernández, L. (2017). *Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe. Ecuador impulsa el yacón, un cultivo con identidad regional.*, FAO.
- Fito Maupoey, P. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*.

- Genta, S. B., Cabrera, W. M., Grau, A., & Sánchez, S. S. (2005). *Subchronic 4-month oral toxicity study of dried Smallanthus sonchifolius (yacon) roots as a diet supplement in rats. Food and Chemical Toxicology, 43(11), 1657-1665.*
- Giraldo-Zuniga, A. D., Arévalo-Pinedo, A., Silva, A. F., Silva, P. F., Valdes-Serra, J. C., & de Menezes Pavlak, M. C. (2010). *Datos experimentales de la cinética del secado y del modelo matemático para pulpa de cupuaçu (Theobroma grandiflorum) en rodajas. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 30(1), 179-182.*
- Guerrero, C. (2009). *Inhibición de la actividad enzimática de la polifenol oxidasa extraída del banano (Cavendish valery) mediante sistemas bifásicos acuosos con isoespintanol y ácido ascórbico. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.*
- Gujaska, E., & Khan, K. (1990). *Effect of temperature on properties of extrudates from high starch fractions of navy, pinto and garbanzo beans. Journal of Food Science, 55(2), 466-469.*
- INEN-520. (1980). *Harinas De Origen Vegetal. Determinación De La Ceniza. Instituto Ecuatoriano de Normalización.*
- INEN-0526. (1981). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión hidrógeno.*
- INEN-616. (2015). *HARINA DE TRIGO REQUISITOS.*
- INEN-ISO-1842, N. (2013). *Productos vegetales y de frutas-Determinacion de pH (IDT). Norma Técnica Ecuatoriana.*
- INEN-ISO-2173, N. T. E. N. (2013). *Productos vegetales y de frutas. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico.*
- INIAP. (2003). *Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Quito (Ecuador) CIP, Quito (Ecuador) COSUDE.*
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, I. (2003). *Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Quito (Ecuador) CIP, Quito (Ecuador) COSUDE.*
- Landi, M., Degl'Innocenti, E., Guglielminetti, L., & Guidi, L. (2013). *Role of ascorbic acid in the inhibition of polyphenol oxidase and the prevention of browning in different browning-sensitive Lactuca sativa var. capitata (L.) and Eruca sativa (Mill.) stored as fresh-cut produce. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93(8), 1814-1819.*

- Liu, K., Yuan, C., Chen, Y., Li, H., & Liu, J. (2014). *Combined effects of ascorbic acid and chitosan on the quality maintenance and shelf life of plums*. *Scientia Horticulturae*, 176, 45-53.
- Madrigal, L., & Sangronis, E. (2007). *La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales*. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 57(4), 387-396.
- Manrique, & Hermann, M. (2003). *El potencial del yacón en la salud y la nutrición. Paper presented at the XI Congreso de Internacional de Cultivos Andinos. Cochabamba, Bolivia.*
- Manrique, Párraga, & Hermann. (2005). *Jarabe de yacón: Principios y Procesamiento. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Fundación Erbacher, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. .*
- Manrique, & Párraga, A. (2005). *Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos Andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Jarabe de yacón: principios y procesamiento. Centro Internacional de La Papa, Lima.*
- Martínez, M., Uriel, S., & Pardo Valencia, G. A. (2017). *Evaluación del efecto del ácido ascórbico como inhibidor de pardeamiento enzimático en el fruto de anona pulpa rosada (annona diversifolia) y en la cinética de la polifenoloxidasa. Universidad de El Salvador.*
- Mastro-Durán, R., & Borja-Padilla, R. (1993). *Actividad antioxidante de esteroides y ácidos orgánicos naturales. Grasas y aceites.*
- Mindani Cáceres, C. (2008). *Influencia de las condiciones de proceso en el secado por liofilización del yacón (Smallanthus sanchifolius Poepp. & Endl.): Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Escuela de Postgrado. Especialidad en Tecnología de Alimentos.*
- Moscato, J. A., Prudêncio-Ferreira, S. H., & Hauly, M. C. O. (2004). *Farinha de yacón e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(4), 634-640.
- Muñoz Jáuregui, A. (2010). *Monografía: Yacón Smallanthus sonchifolius (Poepp.) H. Rob: Perúbiodiverso.*

- NTE-0517, I. (1981). *Harina de origen vegetal. Determinación de tamaño de las partículas. Norma Técnica Ecuatoriana.*
- Ochoa-Reyes, E., de Jesús Ornelas-Paz, J., Ruiz-Cruz, S., Ibarra-Junquera, V., Pérez-Martínez, J. D., Guevara-Arauz, J. C., & Aguilar, C. N. (2013). *Tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.). Biotecnia, 15(2), 39-46.*
- Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L., & Montonati, M. (2007). *Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. Diaeta, 25(121), 20-33.*
- Oquendo, J. (2015). *"Jícama" una raíz sabrosa y medicinal a su alcance, Quito, FICAYA.*
- Palafox, A. (2017). *La diferencia entre el ácido cítrico, el ácido ascórbico y el ácido sórbico. https://muyfitness.com/diferencia-acido-citrico-sobre_14387/.*
- Parzanese, M. (2012). *Vegetales mínimamente procesados. Alimentos Argentinos, 55, 31-39.*
- Pilizota, V., & Sapers, G. (2004). *Novel browning inhibitor formulation for fresh-cut apples. Journal of Food Science, 69(4).*
- Quevedo, K., Villegas, M., González, H., & Rodríguez, A. (2005). *Calidad de nopal verdura mínimamente procesado. Efecto de temperatura e inhibidores del oscurecimiento. Revista Fitotecnia Mexicana, 28(3).*
- Rayo Mendez, L. M. (2013). *Processo de aglomeração de farinha de banana verde com alto conteúdo de amido resistente em leito fluidizado pulsado. Universidade de São Paulo.*
- Reiter, M., Neidhart, S., & Carle, R. (2003). *Sedimentation behaviour and turbidity of carrot juices in relation to the characteristics of their cloud particles. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83(8), 745-751.*
- Ritcher Reis, F. (2011). *Secagem a vácuo de yacon: influência das condições de processo sobre parâmetros de qualidade e cinética de secagem. Tese de doutorado de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, 62 f.*
- Saltos, H. (2010). *Sensometría. Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados Ambato.*

- Santana, I., & Cardoso, M. H. (2008). Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. *Ciência Rural*, 38(3), 898-905.
- Seminario, S. C., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio: *International Potato Center*.
- Sosa-Herrera, M. G., & Delgado-Reyes, V. A. (2017). *Propiedades funcionales y aplicaciones tecnológicas de fructanos. OmniaScience Monographs*.
- Suaña, C., & Olinda, M. (2014). Evaluación de la vida útil de un Néctar a base de Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), Maracuyá Amarilla (*Passiflora Edulis*) y Stevia (*Stevia Rebaudiana*) en función de las características Fisicoquímicas y Sensoriales.
- Suquilanda Valdivieso, M. (2011). *Producción orgánica de cultivos andinos. Ecuador: UNOCANC*.
- Tamayo, G. M. (2017). Efecto del consumo de jícama sobre los parámetros lipídicos en pacientes diabéticos tipo 2 en el centro de salud “los rosales” en la ciudad de santo domingo de los Tsáchilas, periodo abril-junio 2017. *QUITO/UIDE/2017*.
- Tapia, M. (2000). *Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación*.
- Torrez, D. L. L. (2008). Valorización de la raíz de Yacón: Obtención de un jarabe rico en fructooligosacáridos. *Revista Investigación & Desarrollo*, 1(7).
- Ulloa, J., Aguilar-Pusian, J., Rosas-Ulloa, P., del C. Galavíz-Ortíz, K., & Ulloa-Rangel, B. (2010). Efecto del remojo con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca mínimamente procesada *Effect of soaking conditions with citric acid, ascorbic acid and potassium sorbate on the physicochemical and microbiological quality of minimally processed jackfruit. CyTA—Journal of Food*, 8(3), 193-199.
- Valdez Clinis, G., Margalef, M., & Gómez, M. (2013). Formulación de barra dietética funcional prebiótica a partir de harina de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Diaeta*, 31(142), 27-33.
- Vega, A. A., & Lemus, R. A. (2006). Modelado de la cinética de secado de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*). *Información tecnológica*, 17(3), 23-31.

- Villacrés, E., Quelal, M. B., & Álvarez, J. (2013). Nutrición, procesamiento y gastronomía de raíces y tubérculos andinos en Ecuador: Una revisión bibliográfica de papa, melloco, oca, mashua, zanahoria blanca y jícama.*
- Villacrés, E., Rubio, A., Cuadrado, L., Marcial, N., & Iñiguez, D. (2007). Jicama: Raíz andina con propiedades nutraceuticas.*
- Yépez, R. (2016). Caracterización Físico-Química Del Edulcorante Sólido Obtenido A Partir De La Jicama (Pachyrhizuserosus)(Ingeniero). Universidad Estatal De Bolívar Facultad De Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales Y Del AmbientE.*

ANEXOS

ANEXO A

ANOVAS DE LAS
PROPIEDADES FÍSICO
QUÍMICAS DEL
PULVERIZADO.

Anexo A1.

Tabla A1: Análisis de Varianza para colorimetría (L) - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	14,3008	1	14,3008	93,78	0,0001
B: Concentración (%)	82,0067	2	41,0033	268,87	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,606667	2	0,303333	1,99	0,2174
RESIDUOS	0,915	6	0,1525		
TOTAL (CORREGIDO)	97,8292	11			

Anexo A2

Tabla A2: Análisis de Varianza para colorimetría (a) - Suma de Cuadrados Tipo III.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	1,84083	1	1,84083	66,94	0,0002
B: Concentración (%)	3,37167	2	1,68583	61,30	0,0001
INTERACCIONES					
AB	2,15167	2	1,07583	39,12	0,0004
RESIDUOS	0,165	6	0,0275		
TOTAL (CORREGIDO)	7,52917	11			

Anexo A3

Tabla A3: Análisis de Varianza para colorimetría (b) - Suma de Cuadrados Tipo III.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	0,213333	1	0,213333	1,39	0,2828
B: Concentración (%)	49,245	2	24,6225	160,58	0,0000
INTERACCIONES					
AB	12,4317	2	6,21583	40,54	0,0003
RESIDUOS	0,92	6	0,153333		
TOTAL (CORREGIDO)	62,81	11			

Anexo A4

Tabla A4: Análisis de Varianza para colorimetría (°H)- Suma de Cuadrados Tipo III.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	12,6075	1	12,6075	79,21	0,0001
B: Concentración (%)	93,215	2	46,6075	292,82	0,0000
INTERACCIONES					
AB	11,945	2	5,9725	37,52	0,0004
RESIDUOS	0,955	6	0,159167		
TOTAL (CORREGIDO)	118,722	11			

Anexo A5

Tabla A5: Análisis de Varianza para colorimetría (Cromaticidad) - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	1,20333	1	1,20333	11,46	0,0148
B: Concentración (%)	69,2517	2	34,6258	329,77	0,0000
INTERACCIONES					
AB	3,31167	2	1,65583	15,77	0,0041
RESIDUOS	0,63	6	0,105		
TOTAL (CORREGIDO)	74,3967	11			

Anexo A6

Tabla A6: Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	1,36687	1	1,36687	2187,00	0,0000
B: Concentración (%)	0,000616667	2	0,000308333	0,49	0,6333
INTERACCIONES					
AB	0,00065	2	0,000325	0,52	0,6191
RESIDUOS	0,00375	6	0,000625		
TOTAL (CORREGIDO)	1,37189	11			

Anexo A7

Tabla A7: Análisis de Varianza para Cenizas (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	0,130208	1	0,130208	46,09	0,0005
B: Concentración (%).	0,000816667	2	0,000408333	0,14	0,8683
INTERACCIONES					
AB	0,0171167	2	0,00855833	3,03	0,1232
RESIDUOS	0,01695	6	0,002825		
TOTAL (CORREGIDO)	0,165092	11			

Anexo A8

Tabla A8: Análisis de Varianza para Humedad (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	0,000133333	1	0,000133333	0,19	0,6813
B: Concentración (%)	0,000866667	2	0,000433333	0,60	0,5765
INTERACCIONES					
AB	0,00326667	2	0,00163333	2,28	0,1835
RESIDUOS	0,0043	6	0,000716667		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00856667	11			

Anexo A9

Tabla A9: Análisis de Varianza para Densidad aparente (g/ml) - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Antioxidantes	0,00304008	1	0,00304008	79,83	0,0001
B: Concentración (%)	0,000329167	2	0,000164583	4,32	0,0688
INTERACCIONES					
AB	0,000237167	2	0,000118583	3,11	0,1181
RESIDUOS	0,0002285	6	0,0000380833		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00383492	11			

ANEXO B
HOJA DE CATA
ACEPTABILIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

HOJA DE CATACIÓN DE PULVERIZADO DE JÍCAMA

NOMBRE:.....FECHA:...

INSTRUCCIONES: Por favor degustar las siguientes muestras, marcar con una X en las opciones que usted considere conveniente.

	ALTERNATIVAS	MUESTRA		
ACEPTABILIDAD	1. No gusta			
	2. Gusta poco			
	3. Ni gusta ni disgusta			
	4. Gusta			
	5. Gusta mucho			

OBSERVACIONES:.....

MUCHAS GRACIAS!

ANEXO C
HOJA DE CATA
ATRIBUTOS DEL MEJOR
TRATAMIENTO.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS
HOJA DE CATAACION DE PULVERIZADO DE JÍCAMA

NOMBRE:.....FECHA:.....

INSTRUCCIONES: Por favor degustar las siguientes muestras, marcar con una X en las opciones que usted considere conveniente.

CARACTERÍSTIC A	ALTERNATIVAS	
Olor	1. No gusta	
	2. Gusta poco	
	3. Ni gusta ni disgusta	
	4. Gusta	
	5. Gusta mucho	
Color	1.No gusta	
	2.Gusta poco	
	3.Ni gusta ni disgusta	
	4.Gusta	
	5.Gusta mucho	
Sabor	1.No gusta	
	2.Gusta poco	
	3.Ni gusta ni disgusta	
	4.Gusta	
	5.Gusta mucho	
Acceptabilidad	1.No gusta	
	2.Gusta poco	
	3.Ni gusta ni disgusta	
	4.Gusta	
	5.Gusta mucho	

Observaciones.....

MUCHAS GRACIAS!

ANEXO D

RESULTADOS

ESTADÍSTICOS DEL

ANÁLISIS SENSORIAL

ANEXO C1.

ANEXO C1.

Tabla C1: Análisis de Varianza para Aceptabilidad - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamiento	23,0606	6	3,84343	13,19	0,0000
B:Catador	3,19394	14	0,228139	0,78	0,6836
RESIDUOS	20,1061	69	0,291392		
TOTAL (CORREGIDO)	48,9	89			

ANEXO D
FOTOGRAFÍAS DE LA FASE
EXPERIMENTAL

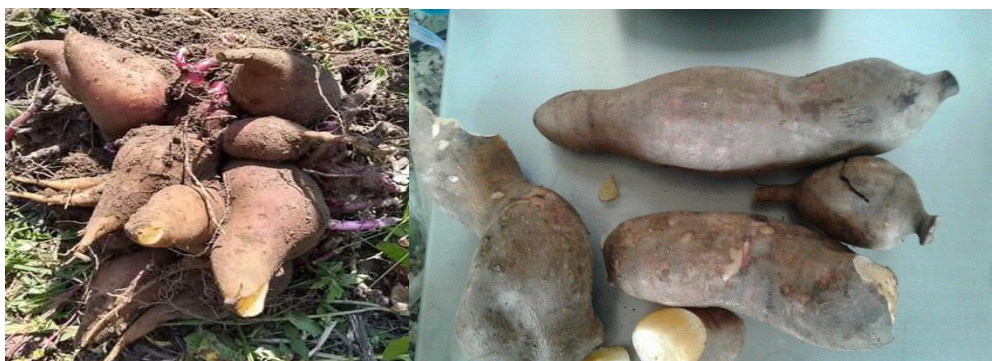


Imagen 1: Jícama recién cosechada en el cantón Píllaro provincia de Tungurahua.



Imagen 2: Jícama troceadas sumergidas en antioxidantes.



Imagen 3: Proceso de secado de jícama en un deshidratador de bandejas.



Imagen 4: Determinación de colorimetría en jícama troceada y sumergida en los 7 tratamientos.

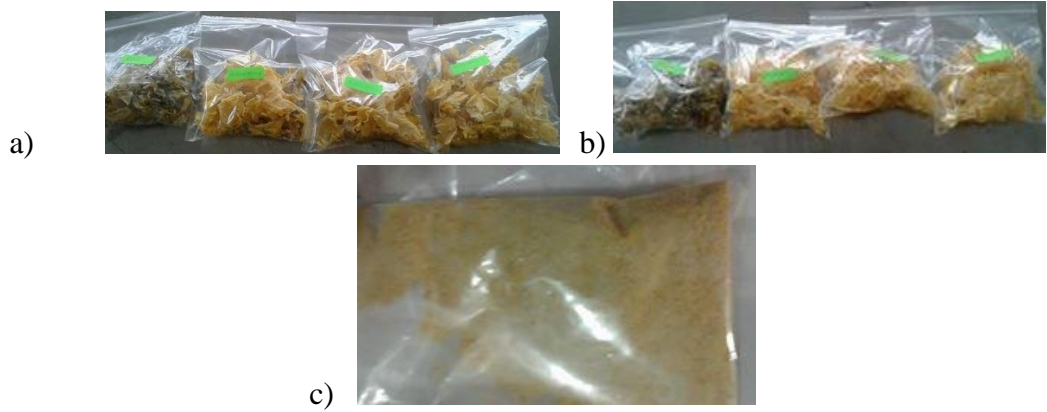


Imagen 5: a) Empacado de hojuelas de jícama tratadas con ácido ascórbico b) Hojuelas de tratadas con ácido cítrico c) Empacado del pulverizado final en fundas de polietileno.



Imagen 6: Raíz de jícama pulverizada.



Imagen 6: Suspensiones en la determinación de capacidad gelificante.



Imagen 7: Determinación de solubilidad en el pulverizado de jícama.

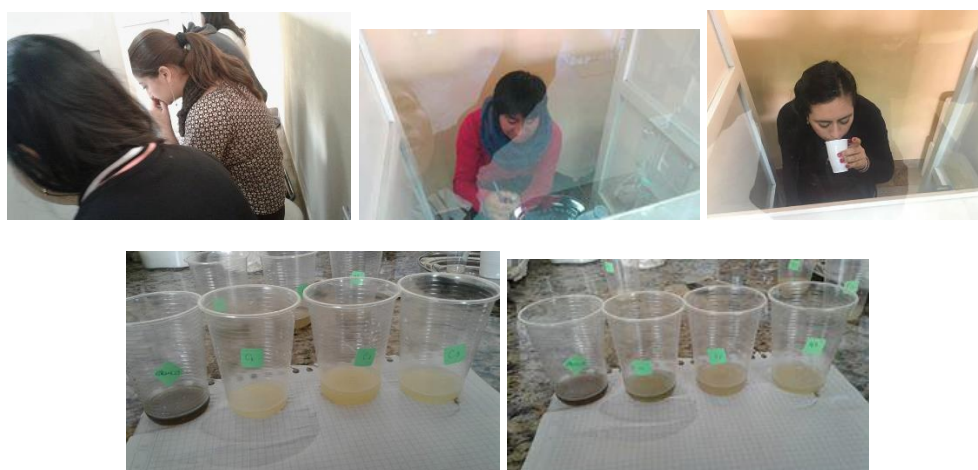


Imagen 8: Evaluación sensorial.



Imagen 9: Granulometría del producto final.



Imagen 10: Determinación de carbohidratos totales.