

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de:

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“ELABORACIÓN DE CREMA DESHIDRATADA DE HOJAS DE YUCA (*Manihot
esculenta* Crantz), EN LA PARROQUIA AHUANO, PROVINCIA DE NAPO”

AUTOR/A:

Sherly Eloisa Albán Chida

DIRECTOR

M.Sc. Paúl Marcelo Manobanda Pinto

PUYO - PASTAZA - ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Sherly Eloisa Albán Chida** con CI. **150111467-0**, certifico que los criterios y opiniones que constan en el proyecto de Investigación bajo el tema: **‘ELABORACION DE CREMA DESHIDRATADA DE HOJAS DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) EN LA PARROQUIA AHUANO, PROVINCIA DE NAPO’**, son de mi autoría y exclusiva responsabilidad.

Sherly Eloisa Albán Chida

150111467-0

CERTIFICADO DE CULMINACION

Por medio del presente, Yo **Paúl Marcelo Manobanda Pinto** con CI: **180322949-9** y certifico que la egresada **Sherly Eloisa Albán Chida**, realizó el proyecto de investigación titulado: **“ELABORACION DE CREMA DESHIDRATADA DE HOJAS DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) EN LA PARROQUIA AHUANO, PROVINCIA DE NAPO”** previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial bajo mi supervisión.

M.Sc. Paúl Marcelo Manobanda Pinto

DIRECTOR

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título del Proyecto de Investigación: **“Elaboración de crema deshidratada de hojas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la parroquia Ahuano, provincia de Napo”**

Candidata a Ingeniera: Sherly Eloisa Albán Chida

El presente proyecto de Investigación es un requisito parcial para optar el grado y título de: Ingeniera Agroindustrial, en cumplimiento de los requisitos que señala el Reglamento Interno de la Facultad de Ciencias de la Tierra.

Miembros del tribunal examinador:

Dr. Matteo Radice
PRESIDENTE

M.Sc. Paulina Ulloa
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

M.Sc. Miguel Enríquez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida y hacerme una guerrera de muchas batallas permitiéndome cumplir una meta más en mi vida.

A mi madre por ser mi pilar fundamental, una persona luchadora que deposito en mi la confianza para llevar a cabo este objetivo.

A mi hermana por ser mi amiga incondicional que siempre estuvo apoyándome y brindándome ánimos en todo momento. También a mis hermanos Alejandro y Stalin.

A mis abuelitos Ángel y Francisca que siempre han sido como mis padres y me han brindado su amor y educación desde muy pequeña. De igual manera a mis tíos y primos que siempre aportaron con su granito de arena.

Además, a Oscar por siempre brindarme una palabra de aliento, pese a las circunstancias de la vida y apoyarme moralmente sin esperar nada a cambio.

Asimismo, agradezco a mis docentes de toda mi carrera y a mi tribunal quienes me impartieron sus conocimientos y experiencias; sobre todo a mis directores de Proyecto Ing. Paúl Manobanda e Ing. Cristian Abad quienes me guiaron para poder cumplir con mi objetivo.

De igual manera a mis compañeros, en especial a María José Romero y Johana Calle quienes siempre estuvieron apoyándome desinteresadamente a lo largo de mi vida universitaria.

Como olvidarme de mi prestigiosa Universidad, que me abrió las puertas para adquirir conocimientos, experiencias, momentos de felicidad, sacrificio y esfuerzo.

A todos, mil gracias.....

DEDICATORIA

Con todo cariño y amor dedico este proyecto de titulación a mi madre, a mis hermanos y abuelitos que son parte de mi corazón y mi razón para seguir adelante.

A toda mi familia Chida Manobanda que siempre se ha mantenido unida pese a muchas adversidades y circunstancias.

Este ejemplo de esfuerzo, sacrificio y valentía es para ustedes....

RESUMEN

El presente proyecto se basó en la elaboración de una crema deshidratada de hojas de *Manihot esculenta* Crantz, procedentes de la parroquia Ahuano. Éstas fueron deshidratadas a 48 horas a temperatura ambiente (24°C), luego en la estufa por 2 horas a 60°C. Se realizaron tres tratamientos con diferentes formulaciones F1: 75% de harina de trigo y 25% de harina de hojas de *M. esculenta*; F2: 50% de harina de trigo y 50% de harina de hojas de *M. esculenta*; F3: 25% de harina de trigo y 75% de harina de hojas de *M. esculenta*, misma que se ejecutó una evaluación sensorial en la Universidad Estatal Amazónica a 20 estudiantes con tres replicas, las características organolépticas evaluadas fueron apariencia, color, olor, textura y sabor con un nivel de calificación del 1 al 5, en donde los datos obtenidos se ingresaron al programa estadístico Infostat, aplicando la prueba de Kruskal Wallis y Tukey al 0,95% de confianza dando como resultado según la textura y sabor el tratamiento 1 (75% de harina de trigo y 25% de harina de hojas de *M. esculenta*). Se realizó el análisis microbiológico (*E. coli*) obteniendo 0 UFC (unidad formadora de colonias) en cada tratamiento, siendo el límite máximo permisible de 100 UFC/g y la determinación de la humedad dando como resultado en el T1 el 11,1%, T2 el 9,8% y el T3 el 9,4%, según la norma INEN 2602 2011 el límite máximo es de 14,5 % lo que indica que se encuentran dentro del rango garantizando su consumo y conservación.

Palabras claves. – *Manihot esculenta*, deshidratación, análisis microbiológico, análisis físico químico.

ABSTRACT

This project was based on the preparation of a dehydrated cream of *Manihot esculenta* Crantz leaves, from the Ahuano parish. These were dehydrated at 48 hours at room temperature (24 ° C), then in the oven for 2 hours at 60 ° C. Three treatments with different F1 formulations were carried out: F1: 75% wheat flour and 25% leaf meal of *M. esculenta*; F2: 50% wheat flour and 50% leaf meal of *M. esculenta*; F3: 25% of wheat flour and 75% of leaf meal of *M. esculenta*, same that a sensory evaluation was carried out at the Amazon State University to 20 students with three replicas, the organoleptic characteristics evaluated were appearance, color, smell, texture and flavor with a qualification level from 1 to 5, where the data obtained were entered into the statistical program Infostat, applying the Kruskal Wallis and Tukey test at 0.95% confidence, resulting in texture and taste treatment 1 (75% wheat flour and 25% leaf meal of *M. esculenta*). The microbiological analysis (*E. coli*) was obtained obtaining 0 CFU (colony forming unit) in each treatment, the maximum permissible limit of 100 CFU / g and the determination of humidity resulting in 11.1% in T1, T2 9.8% and T3 9.4%, according to the INEN 2602 2011 standard, the maximum limit is 14.5%, which indicates that they are within the range guaranteeing their consumption and conservation.

Keywords. - *Manihot esculenta*, dehydration, microbiological analysis, physical-chemical analysis

INDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INDICE.....	10
INDICE DE TABLAS.....	13
INDICE DE FIGURAS	14
INDICE DE ANEXOS	15
CAPITULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN.....	17
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1.2. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.1.4. OBJETIVOS.....	18
OBJETIVO GENERAL	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
CAPITULO II.....	19
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES	19
2.2. BASES TEÓRICAS	20
2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	20
2.2.2. TAXONOMÍA	21
2.2.3. CULTIVO.....	21

2.2.4.	CLASIFICACIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL	22
2.2.5.	CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO	23
2.2.6.	USOS Y BENEFICIOS	24
2.2.7.	DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS	24
2.2.8.	TIPOS DE SECADO.....	25
2.2.9.	REHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS.....	26
2.2.10.	NORMA INEN	26
2.2.11.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	28
2.2.12.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	29
2.2.13.	EVALUACIÓN SENSORIAL	29
2.2.14.	MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE LA CREMA DESHIDRATADA DE HOJAS DE <i>M. esculenta</i>	30
CAPITULO III		32
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1.	LOCALIZACIÓN	32
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.4.	FORMULACIÓN DE LA CREMA DESHIDRATADA	35
3.5.	PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CREMA DESHIDRATADA	35
3.6.	ANÁLISIS SENSORIAL	39
3.7.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	39
3.8.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	41
CAPITULO IV		43
4.	RESULTADOS	43
4.1.	ELABORACIÓN DEL PRODUCTO	43

4.2.	ANÁLISIS SENSORIAL	43
4.3.	ANALISIS MICROBIOLÓGICO	47
4.4.	ANALISIS FISICO QUIMICO	47
CAPITULO V		49
5.1	CONCLUSIONES.....	49
5.2	RECOMENDACIONES	49
CAPITULO VI		50
6.1	BIBLIOGRAFÍA.....	50
CAPITULO VII.....		54
7.1	ANEXOS.....	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de M. esculenta.....	21
Tabla 2. Composición química de las hojas de yuca en base seca	22
Tabla 3. Contenido de nutrientes en hojas de yuca fresca.....	23
Tabla 4. Requisitos microbiológicos para mezclas para preparar caldos, consomés, sopas y cremas.	27
Tabla 5. Tratamientos del diseño experimental.....	34
Tabla 6. Formulaciones de la crema deshidratada de M. esculenta	35
Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis según la apariencia	43
Tabla 8. Prueba de Tukey según la apariencia	44
Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis según el color.....	44
Tabla 10. Prueba de Tukey según el color.....	44
Tabla 11. Prueba de Kruskal Wallis según el olor	45
Tabla 12. Prueba de Tukey según el olor	45
Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis según la textura.....	45
Tabla 14. Prueba de Tukey según la textura.....	46
Tabla 15. Prueba de Kruskal Wallis según el sabor	46
Tabla 16. Prueba de Tukey según el sabor	46
Tabla 17. Análisis microbiológico de la crema deshidratada de M. esculenta.....	47
Tabla 18. Humedad (%) de la crema deshidratada de M. esculenta.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugar a efectuarse el proyecto	32
Figura 2. Esquema de la elaboración de crema deshidratada de hojas de M. esculenta.....	37

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Recepción de la materia prima.....	54
Anexo 2. Deshidratado de las hojas de M. esculenta	54
Anexo 3. Molido de las hojas de M. esculenta.....	54
Anexo 4. Tamizado de las hojas de M. esculenta.....	55
Anexo 5. Pesado de ingredientes	55
Anexo 6. Preparación de la crema	55
Anexo 7. Indicaciones antes de la catación	55
Anexo 8. Catación de los tratamientos	55
Anexo 9. Encuesta de evaluación sensorial.....	55
Anexo 10. Resultados de evaluación sensorial.....	55
Anexo 11. Siembra de la muestra.....	55
Anexo 12. Incubación de las muestras	55
Anexo 13. Recuento de colonias formadoras	55
Anexo 14. Desecación de las muestras.....	55
Anexo 15. Pesado de las muestras.....	55

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las sopas y cremas deshidratadas han venido evolucionando desde hace tiempo atrás, mismos que surgen entre el siglo XIX y XX con la revolución culinaria siendo pioneros Nicolás Appert (elaboración de enlatados) y Julius Maggi (fabricación de sopa deshidratada) (Salas-Salvadó, Lorda et al. 2005).

En 1872 y 1873 Julius Maggui y Carl Heinrich pulieron y comercializaron las sopas deshidratadas de muchas variedades teniendo una gama de sopas en muchos países. Estos platos son muy antiguos puesto que son elaborados industrialmente por liofilización. Son muy representativos en el mercado porque solo necesitan añadir agua y un calentamiento simple para su preparación. Estas gamas de alimentos son muy llamativas y consumidas por aquellas personas con tiempo restringido sin riesgo alimentario, económico y sobre todo por su alto valor nutritivo (Villarroel León 2013).

En varios países como Brasil han realizado estudios de la hoja de yuca para ser utilizado como alimento humano, mismo que han realizado mezclas alimenticias para aportar nutricionalmente para aquellas personas con problemas de salud con déficit de vitaminas y minerales. En Indonesia y Tanzania son consumidas en fresco como un vegetal normal dándole una cocción previa. La única desventaja que presenta *M. esculenta* es su contenido de ácido cianhídrico, pero se lo puede liberar mediante un tratamiento térmico como la cocción, deshidratado o secado (Giraldo 2006).

No existen más productos derivados de las hojas de la yuca a más que la harina, primero por el desconocimiento de su valor nutricional es por ello que no son consumidas comúnmente y segundo no cuentan con un apoyo comercial, publicidad y promoción. Sin embargo, puede ser aprovechados dándoles un valor agregado o a su vez complementando a otros alimentos siendo de alta calidad.

Por lo tanto, se pueden aplicar métodos como el deshidratado mismo que es una alternativa de conservación siendo una de las maneras más antiguas de conservación. Consiste en mitigar (eliminar) la concentración de agua en los alimentos impidiendo así la proliferación de

microorganismos. Es de mucha importancia porque nos ayudan alargar la vida útil, almacenaje, transportación y manipulación del producto (Amores Vizuite 2012).

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN

1.1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la parroquia Ahuano existen varias plantaciones de *M. esculenta*, este tubérculo es utilizado como alimentación humana y animal o a su vez vendida a intermediarios; mientras que las hojas de ésta son cortadas y desechadas en los sembríos o utilizados como alimento para animales en porciones pequeñas.

Es por ello que existe un desconocimiento del valor nutritivo de las hojas de yuca y su aprovechamiento como una alternativa de consumo humano.

1.1.2.JUSTIFICACIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una planta originaria de América tropical perteneciente a la familia *Euphorbiaceae*. Ésta es de gran importancia social porque es utilizada como alimento humano y animal, además económica porque es el sustento de los agricultores que poseen limitadas plantaciones. Este alimento ocupa el cuarto lugar relevante en fuente de energía por lo que es un producto básico para una dieta alimenticia (Ospina 2002).

Según el MAG (Ministerio de Agricultura) que brinda asistencia técnica a la parroquia Ahuano, Provincia de Napo, la producción es de 100 hectáreas, considerando que las plantaciones manejadas bajo un sistema chacra no son contabilizadas. Su mayor productor es la gente indígena que produce para su consumo siendo el alimento principal la raíz para la tradicional chicha de yuca que es una bebida tradicional de la zona, seguida de la población mestiza que produce para la venta a intermediarios.

Así mismo, las hojas de la planta son desechadas en las mismas plantaciones y en su minoría ocupada para alimento animal. Dichas hojas tienen un alto valor nutricional como proteína cruda, carbohidratos solubles, minerales (Hierro, Potasio, fósforo, Magnesio, Cobre),

vitaminas (A, B1, B2, B6, B12), e importantes usos como en sopas (sustituto de espinaca y acelga) (Giraldo 2006).

Es por ello que se elaborará crema deshidratada como una alternativa de consumo utilizando materiales y técnicas adecuadas para su elaboración, aprovechando las hojas de yuca a partir del quinto o sexto mes de su siembra hasta el final de su ciclo (senescencia).

1.1.3.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Las hojas de yuca son aptas para la elaboración de una crema deshidratada mediante un proceso industrial?

1.1.4.OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una crema deshidratada a base de hojas de *M. esculenta*, en la parroquia Ahuano, Provincia de Napo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener una crema deshidratada de hojas de yuca mediante la aplicación de una tecnología adecuada, aplicando un diseño DCA.
- Realizar pruebas de análisis sensorial que permita la identificación del mejor tratamiento en la elaboración.
- Evaluar los parámetros físico químico (humedad) y microbiológicos de los tratamientos en estudio.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) conocida como mandioca o casava es un cultivo muy antiguo desde hace 5000 años. Según el geógrafo y botánico sus primeras plantaciones fueron en el noroeste de Brasil, Venezuela o Centro América. En 1766, Crantz otorgo el nombre científico de dicha planta, existen varias especies entre las más conocidas están: *M. utilissima* (yuca amarga), *M. aipi* (dulce), *M. esculenta*. Según la categoría de Harlan se denomina cultivos no céntricos porque no tienen una ubicación específica de origen y diversidad. El género *Manihot* es muy importante puesto que es muy cultivada y tiene relevancia económica (Suárez and Mederos 2011).

El nivel de producción mundial de la yuca se estima en 260 millones de toneladas, siendo el continente africano con mayor producción (50%), seguido de Asia (30%) y el sobrante en América Latina con un 20% (Cuervo and Durán 2011).

En nuestro país se produce en todas las regiones incluidas Galápagos, aunque se cultivan mejor en las llanuras tropicales. Son cultivadas porque presentan una gran adaptabilidad a las condiciones climáticas, resistentes a plagas y enfermedades, además se producen en suelos pobres por lo que hace que se ha catalogado como un cultivo subsistente. La producción y el área son una secuencia inestable por ciertas afectaciones y anomalías que sufren a veces las plantaciones (Pérez Iglesias and Rodríguez Delgado 2018).

Se ha considerado uno de los productos básicos ubicándose en el cuarto lugar luego del arroz, trigo y maíz, siendo una dieta para millones de personas. En Latinoamérica se le conoce por mandioca, cassava, manioca, tapioca, etc. Si bien es cierto se le ha dado más importancia es a la raíz porque ayuda a generar economía, pero las hojas también tienen un alto potencial siendo más consumida en África y Asia. Tiene ciertas ventajas como ser una planta resistente a las plagas, tolerante a la sequía y suelos ácidos, se producen en suelos degradados y resistentes a enfermedades (Ospina 2002).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

M. esculenta es una planta leñosa, su tamaño es inestable (variable) pueden llegar a medir hasta 5 metros, su ramificación es simpodial y fotoperíodo corto (Montaldo 1985).

El tallo

Es el medio de propagación conocida también como estacas o cangre, mismas que son enterradas en el suelo y empiezan su crecimiento. Su diámetro oscila entre 2 y 6 centímetros. Pueden ser de color morado, amarillo verdoso y gris plateado mismos que varían según la variedad y manejo. En el centro del tallo se encuentra la medula prominente.

Las hojas

En estas ocurren la fotosíntesis, son delgadas y simples, están compuestas por la lámina foliar y el peciolo. Su tamaño depende de las condiciones ambientales y manejo. El color de la lámina foliar depende de la edad mismas que pueden ser verde claro, verde oscuro y púrpura y el peciolo verde morada.

El fruto

Es de forma alargada con un diámetro de uno a dos centímetros, pueden contar con seis aristas largas (manos). Este es de gran importancia porque genera economía.

La semilla

Esta se obtiene del mismo tallo con sus nudos y entre nudos dependiendo los métodos de siembra, además con esta se pueden realizar nuevos genotipos (injertos). Este es el medio por el cual se reproduce la planta.

La raíz

Debido a la producción de almidón estas se van agrandando denominándose tubérculo. Cuando su siembra ha sido por estaca estas son adventicias y si es por semilla sexual nace una raíz primaria pivotante (Suárez and Mederos 2011).

Inflorescencia

Tienen flores masculinas y femeninas en la misma planta (monoica). No todas las variedades de yuca florecen por ejemplo en la Sierra la mayoría florece mientras que en la costa sucede lo contrario. Su polinización es cruzada gracias a la acción de los insectos (Hinostroza, Cardenas et al. 1995).

2.2.2.TAXONOMÍA

A continuación, se muestra en la tabla 1 la clasificación taxonómica de *M. esculenta* Crantz.

Tabla 1. Taxonomía de M. esculenta

Reino	Plantae
División	Phanerogamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotyledoneae
Sub clase	Archichlamydeae
Orden	Euphorbiales
Familia	Euphorbiaceae
Tribu	Manihoteae
Género	<i>Manihot</i>
Especie	<i>Manihot esculenta</i> Crantz

Fuente: INIAP (1995). Manual de la yuca

2.2.3.CULTIVO

Esta planta crece en gran variedad de condiciones tropicales como húmedos y cálidos. Pueden durar hasta seis meses en trópicos cálidos, en altitudes medias (2000 m), sub trópicos (inviernos y lluvias de verano). A comparación con otras plantas estas son rentables porque se pueden producir en suelos de escasa fertilidad, suelos ácidos y en temporadas de sequías.

Su variedad para la selección de follaje existe muy poca información puesto que el de más interés comercial son las raíces. Unas de las variedades de la yuca pueden ser amargas (tóxicas) o dulces dependiendo su contenido de glúcidos cianogénicos, aunque también depende mucho de sus condiciones ecológicas del cultivo, es por ello que sus variedades van desde las muy amargas hasta las muy dulces.

La manera de propagación de dicha planta se lo realiza mediante estacas cortadas de las plantas maduras que ya han sido cosechadas o plantas en pie. Se lo puede sembrar al inicio o final de la estación lluviosa. Las prácticas de producción pueden ser de manera mecanizada o tradicionalmente con la tumba y quema dependiendo el tipo o condiciones del terreno en el que se vaya a sembrar. Durante la producción de la yuca se controlan las malezas de manera manual o herbicidas, también las plagas y enfermedades sino se controla a tiempo pueden existir pérdidas.

Su cosecha de las hojas generalmente se lo realiza a mano (machetes, guadañas), pero también se lo puede realizar mecánicamente (cosechadoras de discos) (Buitrago 1990).

2.2.4. CLASIFICACIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL

Las hojas de la yuca contienen un alto contenido nutricional por la presencia de 18 aminoácidos esenciales. Contiene minerales (hierro, calcio, fósforo, potasio, entre otras), vitaminas (A, B1, B2, B6, B12 y C), alto en beta carotenos, ácido fólico (vitamina anti anémica), Niacina (depurativo y desintoxicante) y ácido pantoténico. Se considera como un vegetal verde alto en concentración proteica (Giraldo 2006).

A continuación, se presenta la composición química de la harina de hojas de *M. esculenta*.

Tabla 2. Composición química de las hojas de yuca en base seca

Composición	Harina de hojas de yuca (%)
Materia seca	92,29
Ceniza	10,47
Proteína cruda	24,38
Extracto étereo	4,6
Fibra cruda	15,19

Fuente: Trompiz et al ., 2007. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Maracaibo, (17)2.

Además, su contenido de nutrientes en dichas hojas frescas.

Tabla 3. Contenido de nutrientes en hojas de yuca fresca

Nutrientes	Hojas
Proteína	22,7
Cenizas	10,9
Grasa	6,8
Fibra	11
Humedad base	7,8

Fuente: Giraldo, A (2006). Estudio de la obtención de harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para consumo humano. Maracaibo, (17)2. Popayan: Universidad del Cauca

2.2.5. CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO

Es un compuesto químico inestable que puede evaporarse ligeramente a la atmosfera, estos pueden liberar los glúcidos cianogénicos (componente natural), además se pueden disolver rápidamente en el agua. Este compuesto lo tienen algunas plantas a parte de la yuca, las habas, el sorgo, entre otras. Este ácido puede ser tóxico tanto para las personas como para los animales y su nivel (gravedad) de toxicidad depende de la cantidad ingerida (FAO 2013).

Toda la planta de la yuca contiene ácido cianhídrico, las hojas también lo contienen mismo que si no se le otorga un tratamiento térmico o al consumir grandes cantidades en forma cruda o mal procesada puede llegar provocar intoxicaciones agudas y problemas nutricionales. Para eliminar este contenido se puede realizar una deshidratación (artificial o natural), picar y orear, secar o a su vez una cocción en agua. A 60°C se puede obtener el más bajo contenido de HCN. Este compuesto se produce por la reacción de los glúcidos cianogénicos (linamarina y lotaustralina) con la enzima linamarasa (GIRALDO, VELASCO et al. 2006).

El nivel de glúcidos cianogénicos ayudan a determinar entre las variedades dulces (menos de 180 ppm) y amargas (mayor de 300 ppm) en base seca siendo esta última con mayor toxicidad misma que se considera como no apta para el consumo humano sino de uso industrial. No existen plantas de yuca que no contengan o carezcan de cianógenos (Rivera 2012).

En las hojas de *M. esculenta* el contenido varía, siendo menor en las hojas adultas y mayor en las hojas tiernas o jóvenes. La dosis letal de consumo humano es de 60 ppm (Rivera 2012).

2.2.6.USOS Y BENEFICIOS

Esta planta se caracteriza por su variedad de usos, tanto su raíz como sus hojas son comestibles. De mayor importancia son sus raíces por su valor nutricional e ingresos económicos. Generalmente en las industrias son utilizados para la extracción de almidón mismo que sirve para realizar galletas, panes, chips, etc. (Torres, Rodríguez et al. 2005).

Es utilizado en la alimentación animal como balanceados y pellets. Sus hojas debidamente tratadas son comestibles como sustituyente de vegetales en las sopas, también es utilizado para la elaboración de harina (Ospina 2002).

El consumo de hoja de yuca obtiene algunos beneficios entre ellos para problemas inflamatorios de la próstata, hepatitis, úlceras gástricas, asma, problemas gastrointestinales, artritis, entre otros (Fachin Torres 2018).

2.2.7.DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS

Es un método muy antiguo que nuestros antepasados lo utilizaban para conservar los alimentos en las estaciones del año. Mismo tiene como objetivo mitigar (disminuir) el porcentaje de humedad y evitar la proliferación de microorganismo que se producen gracias a la actividad de agua. Además, ayuda a preservar la calidad de los alimentos (Vega, Chacana et al. 2006).

Antiguamente (400.000 años) en la era paleolítica secaban al sol casi en su mayoría toda clase de alimentos como carne, pescado, granos, semillas, vegetales y frutas para los tiempos de escasez y poder subsistir. Existen muchos métodos de deshidratación como secado solar, microondas, horno, atomización, deshidratación osmótica, liofilización, entre otras. Esto beneficia al transporte, almacenaje y manipulación de los alimentos. (Marín, Lemus et al. 2006)

Esta técnica es de mucha ayuda especialmente para frutas y hortalizas que contienen más del 90% de agua. Para deshidratar un alimento se debe tomar en cuenta dos variables el tiempo y la temperatura misma que es recomendable menor a 65°C (Ochoa 2012).

2.2.8.TIPOS DE SECADO

NATURAL

Se realizan al aire libre por la acción de los factores climáticos del ambiente en el que rodea, es por ello que no se puede tener un control sobre la acción del secado, además el alimento está expuesto a que se puede contaminar fácilmente y su tiempo de secado es más largo, una de las ventajas es que sus costos son bajos casi cero.

ARTIFICIAL

Se obtiene mediante equipos o instalaciones que permiten un secado de mejor calidad a comparación del secado natural. Además, el tiempo es corto para su secado, se puede obtener un porcentaje bajo de humedad y no necesita de espacios grandes para su instalación, a diferencia del secado natural estos se pueden controlar (tiempo, temperatura), su principal desventaja son los costos del equipo e instalación (Beltrán Gómez 2005).

Dentro de este tipo de secado de alimentos se pueden ocupar equipos tales como:

- Secador de tambor
- Secador por liofilización
- Secado de horno
- Secado por microondas
- Deshidratación osmótica
- Secadores de túnel
- Secadores rotatorios (Cano 2014)

VENTAJAS Y DEVENTAJAS DE LA DESHIDRATACIÓN

- **Ventajas**
 - ✓ Los costos son mínimos de almacenamiento y transporte.
 - ✓ Vida útil prolongada.
 - ✓ Las inversiones son mínimas.
- **Desventajas**
 - ✓ Necesita de instalaciones específicas para cada producto.

- ✓ Su calidad es un poco baja con respecto a textura, color, aroma. (Michelis and Ohaco 2012)

Antes de realizar un proceso de secado se debe tomar en cuenta ciertos aspectos como:

- Alimento o producto que se vaya a secar
- Método de aplicación
- Susceptibilidad del producto
- Costos de procesamiento

2.2.9. REHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS

Es un proceso en el que ayuda a restaurar o conseguir su misma forma a los alimentos antes de que hayan sido deshidratados, es decir, es la absorción del agua por parte de dicho alimento para posteriormente ser cocido y consumido. La rehidratación no quiere decir que este sea un proceso inverso a la deshidratación porque tienen mecanismos diferentes y otros factores. Un alimento deshidratado debe rehidratarse lo más pronto posible para que pueda tener las mismas características tanto físicas, químicas y nutricionales (Marín, Lemus et al. 2006).

Para la rehidratación de polvos es importante ciertas propiedades como la humectabilidad, solubilidad y dispersabilidad. Cualquiera sea el tipo de alimento deshidratado ya sea en trozo, entero o en polvo estos deben ser rehidratados para luego ser utilizados de diferentes formas o a su vez ser consumidos. Cuando se desea mantener el producto seco almacenado se debe evitar la rehidratación (Gavidia Bernal 2013).

2.2.10. NORMA INEN

Según la Norma Técnica Ecuatoriana 2602 2011 “Mezclas para preparar caldos, consomés, sopas y cremas” son productos deshidratados o concentrados, elaborados a partir de varios ingredientes como cereales y aditivos alimentarios, hongos comestibles, carnes, pescado, mariscos, verduras deshidratadas, sal, especias, extractos, entre otros (INEN 2011).

Se pueden clasificar en:

- Concentrados

- Deshidratados
- Listos para el consumo

Las cremas y sopas deshidratadas son de fácil preparación, permiten un ahorro de tiempo mismo que ha alcanzado una gran intervención en el mercado, están elaborados por ingredientes y aditivos permitidos, la ventaja de este producto es que solo necesita la adición de agua y una cocción según requiera. (Del Águila Ríos 2015)

REQUISITOS

- **ESPECÍFICOS**

El color, olor, textura y sabor de ser característico al producto.

- **BROMATOLÓGICOS**

Límite máximo de humedad 14,5 (g/100g).

- **MICROBIOLÓGICOS**

Deben cumplir con los requisitos microbiológicos como se muestra en la siguiente tabla 3.

Tabla 4. Requisitos microbiológicos para mezclas para preparar caldos, consomés, sopas y cremas.

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
E. coli, ufc/g	5	10	100	3	NTE INEN 1 529-8
Staphylococcus aereus, ufc/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-14
Salmonella en 25 g	5	ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15
Mohos y Levaduras	5	10 ³	10 ⁴	3	NTE INEN 1529-10

Fuente: NORMA INEN 2602 2011

Donde:

n: es el número de muestras a analizar

c: es el número de muestras admisibles con resultados entre m y M

M: es el índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

m: es el índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

2.2.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los microorganismos son muy importantes en la producción, conservación y consumo de alimentos, mismos que pueden ser muy útiles para la elaboración, así como también perjudiciales ayudando a la descomposición y contaminación del alimento ocasionando pérdidas económicas y sobre todo afectando a la salud (Villaruel León 2013).

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización 2602 2011 nos da a conocer ciertos límites microbiológicos como los siguientes:

- **Salmonella:** este microorganismo es un bacilo gram negativo de la familia *Enterobacteriaceae*, es anaerobio facultativo. Puede medir entre 0,3 – 1 um x 1,0 – 6,0 um. Para su desarrollo necesita de temperaturas bajas (5,3 – 6,2 °C) y un pH adecuado (6,6 – 8,2). Estas tienen un metabolismo fermentativo y oxidativo y generalmente se encuentran en el tracto gastrointestinal de los animales (Parra, Durango et al. 2002).
- **Estafilococos:** son bacterias gram positivas del genero *Staphylococcus*, pueden medir de 0,5 a 1,5 um, estas pueden propagarse fácilmente tanto de animales a las personas o viceversa. Se pueden reconocer porque se parecen a un racimo de uvas (Zendejas-Manzo, Avalos-Flores et al. 2014).
- **E.coli:** se encuentra de la familia *Enterobacteriaceae*, es un bacilo gram negativo corto, se puede ubicar en el intestino de los animales y de las personas. Pueden provocar enfermedades como la diarrea. Para la detección se pueden utilizar medios de cultivo previamente seleccionados (Agar) (Camacho 2009).
- **Mohos y levaduras:** se pueden encontrar en los alimentos o equipos/utensilios mal higienizados. Su habitad complaciente y para desarrollarse es tener una humedad y pH bajos, presencia de antibióticos, etc. Cabe recalcar que existen mohos (hongos) y levaduras sirven para la fabricación de ciertos alimentos mientras que otros para perjudicarlos (Camacho 2009).

2.2.12. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Estos análisis permiten caracterizar a los alimentos desde un punto físico, químico, nutricional y toxicológico. Ayudan a conocer las sustancias y las proporciones que se encuentran en un alimento (grasas, vitaminas, proteínas, residuos de plaguicidas, carbohidratos, cenizas, etc), asegurando que sea apto para el consumo humano (Zumbado Fernández 2004).

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Todos los alimentos en su mayoría contienen agua ya sea en menor o mayor proporción, se encuentran de forma libre y ligada, siendo que a mayor contenido de agua (A_w) mayor presencia de microorganismos. La importancia del agua en un alimento se muestra como un factor de calidad primordialmente, así como su conservación, vida útil y de cumplimiento con los requisitos según la normativa, es por ello la determinación de la humedad (Osorio 2014).

2.2.13. EVALUACIÓN SENSORIAL

Una evaluación sensorial es esencial en estudios sobre alimentos en la que participan panelistas o catadores para medir características sensoriales y conocer si es aceptado o rechazado de acuerdo a las sensaciones experimentadas. No existe ningún material, equipo o instrumento que pueda sustituir a la respuesta de un ser humano (Watts, Ylimaki et al. 1992).

LAS PROPIEDADES SENSORIALES

Son aquellos atributos que se dan a los alimentos por medio de los sentidos los cuales comprenden:

- **Apariencia:** es aquel atributo que se puede observar, es el principal elemento para seleccionar un alimento de manera física misma que puede dar la percepción de calidad al producto.
- **Olor:** es el aroma que percibe el olfato (nariz), permite identificar la intensidad del aroma de un producto (baja o alta).

- **Gusto:** se percibe con la lengua donde se puede captar cinco gustos como dulce, amargo, salado, ácido y umami.
- **Textura:** se detecta por el olfato, la vista y el oído porque puede percibir cuando el alimento sufre una deformación. Existen tres formas de atributos geométricos, mecánicos y de composición (Picallo 2009).
- **Color:** se puede relacionar con el sabor según como la vista lo perciba, así sean de agrado o no.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Existen varias pruebas de aceptabilidad de un producto que están orientadas tanto al consumidor como al producto, dentro de ésta última se encuentra la prueba hedónica o afectiva que es la más ocupada con el objetivo de conocer si un producto agrada o no al consumidor. Se ocupan escalas desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo o escalas graficas que son caritas tristes o alegres generalmente utilizado en niños (Watts, Ylimaki et al. 1992).

2.2.14. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE LA CREMA DESHIDRATADA DE HOJAS DE *M. esculenta*

Harina de trigo: El trigo (*Triticum vulgare*) es uno de los cereales importantes en la dieta alimenticia por su contenido de nutrientes y aporte energético. A partir de este cereal se puede obtener harina, malta y sémola mismas que son útiles para la elaboración de productos alimenticios (Juárez, Bárcenas-Pozos et al. 2014).

La harina de trigo es muy útil en la industria alimenticia para la panificación, salsas, tortas, galletas, pizzas; gracias a su contenido de almidón sirve como gelificante, humectante, estabilizante de espumas, texturizante y espesante. (Luna, Ogando et al. 2016) En la elaboración de crema deshidratada sirve como espesante.

Harina de hojas de *M. esculenta*: es una importante fuente de minerales y vitaminas, sirve como alimento humano y animal. Este es el ingrediente que le brindara el sabor al producto.

Cebolla en polvo: es una verdura infaltable que otorga un sabor especial, sirve como sazoador, además ofrece beneficios a la salud. Al ser deshidratados no pierden sus propiedades (QProscolumbia 2018).

Ajo en polvo: es un sazoador de algunos platos mismo que se obtiene secando obteniendo una alta concentración, es originario de Asia, es recomendable en las cocinas porque es muy práctico su sabor se reparte homogeamente.

Leche en polvo: es obtenida por atomización, su ventaja es su tiempo de duración. Realza el color en las salsas y sopas.

Cúrcuma: se ocupa como un agente colorante, tiene un sabor picante, es de color anaranjado. Contiene minerales, fibra, hierro y vitaminas, además excelente fuente de Potasio, Calcio, Magnesio, Cobre y Zinc (Ecocosas 2018).

Sal: es un ingrediente elemental para otorgar el sabor a todos los platillos, además en cantidades moderadas ayuda al funcionamiento del sistema inmune e incluso al ritmo cardíacos (corazón) (Escalante 2018).

Perejil seco: es un condimento muy utilizado, puede utilizarse como un aderezo. Ayuda a la digestión gracias a sus propiedades que posee como potasio, vitamina C, hierro, fibra, etc (Eladio 2015).

Sabor a pollo idéntico al natural: es un saborizante parecido a pollo natural mismo que también otorga un aroma apetecible.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en la provincia de Pastaza, Ciudad de Puyo, en la Universidad Estatal Amazónica ubicada en el kilómetro 2 y medio de la vía Puyo – Tena (figura 1), en el Departamento de Ciencia de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, misma que nos facilitó con las instalaciones de los laboratorios de Procesamiento, Microbiología y Química. La materia prima se obtuvo de la Comunidad Zancudo, ubicada en la Parroquia Ahuano, Provincia de Napo. Esta investigación tuvo una duración de 400 horas, tiempo en el que se realizó el perfil de proyecto, elaboración de la crema deshidratada, análisis sensorial, microbiológico y físico químico obteniendo resultados e información para la redacción del proyecto de titulación.

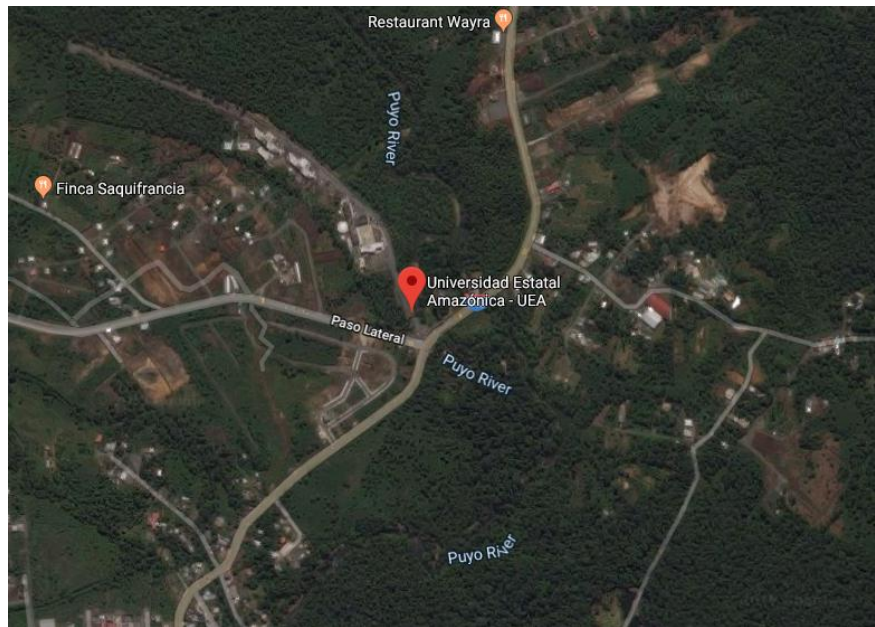


Figura 1. Lugar a efectuarse el proyecto

Fuente: Google Maps

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El siguiente proyecto es una investigación aplicada porque permite encontrar conocimientos que se puedan aplicar para resolver problemas. Por el grado de manipulación de las variables se aplicó una investigación experimental, puesto que es sistemática y controlada y nos permitió examinar la probabilidad y causalidad entre las variables seleccionadas. En función de los datos empleados se utilizó dos tipos cualitativos (análisis) y cuantitativos (datos numéricos). Según las fuentes fue una investigación bibliográfica porque se obtuvo información para el desarrollo del proyecto de libros, artículos científicos, páginas web, tesis y normativas.

3.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método que se aplicó en este proyecto fue inductivo porque se basó en la observación y experimentación de una situación para poder llegar a una conclusión.

APLICACIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Existen varios diseños experimentales en los cuales tenemos el diseño completamente al azar es un diseño simple y sencillo de realizar, en el cual los tratamientos se asignan al azar entre las unidades experimentales o viceversa.

La respuesta experimental puede expresarse por el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : valor del parámetro en determinación.

μ : media general

T_i : efecto de los niveles

ϵ_{ij} : efecto del error experimental

Para obtener los resultados se ocupó el programa estadístico Infostat aplicando una estadística no paramétrica misma que se encuentra la prueba de Kruskal Wallis y Tukey que sirve exclusivamente para datos cualitativos.

El diseño experimental de esta investigación fue completamente aleatorizado con tres tratamientos y tres repeticiones, cada tratamiento fue sustitución de hojas de yuca deshidratada en 25%, 50%, 75%. Cada repetición (réplica) pesó 70 gr en total 210 gr de mezcla, tal y como lo indica la siguiente tabla 4:

Tabla 5. Tratamientos del diseño experimental

Tratamiento	% Harina de trigo	% H. de hojas de yuca	Replicas	C.U.E	C.T.R
T1	75	25	3	70 g	210 g
T2	50	50	3	70 g	210 g
T3	25	75	3	70 g	210 g
Total					630 g

Fuente: Elaboración propia

Donde:

C.U.E : Cantidad de la Unidad experimental

C.T.R: Cantidad total de las repeticiones

3.4 FORMULACIÓN DE LA CREMA DESHIDRATADA

Se realizaron tres formulaciones mismas que variaron los porcentajes tanto de la harina de trigo y la de yuca, los demás ingredientes fueron un valor patrón para todas las formulaciones, tal y como se puede observar en la siguiente tabla 5 representado en kg:

Tabla 6. Formulaciones de la crema deshidratada de *M. esculenta*

INGREDIENTES	FORMULACION 1	FORMULACION 2	FORMULACION 3
	75% H. Trigo - 25% H. hojas yuca	50% H. Trigo - 50% H. hojas yuca	25% H. Trigo - 75% H. hojas yuca
Harina de trigo	0,567	0,378	0,189
Harina hojas yuca	0,189	0,378	0,567
Cebolla en polvo	0,016	0,016	0,016
Ajo en polvo	0,028	0,028	0,028
Cúrcuma	0,004	0,004	0,004
Sal	0,087	0,087	0,087
Leche en polvo	0,055	0,055	0,055
Sabor a pollo	0,016	0,016	0,016
Perejil	0,001	0,001	0,001
TOTAL	1 kg	1 kg	1 kg

Fuente: Elaboración propia

3.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CREMA DESHIDRATADA

Para elaborar la crema deshidratada a base de hojas de yuca (*M. esculenta*) se tomó en cuenta un producto de la marca Maggi para conocer su contenido e ingredientes, en este caso la crema de espárragos de 70 gr.

Para la elaboración de la crema deshidratada de *M. esculenta* y obtener un producto inocuo se utilizó lo siguiente:

Equipos

- Estufa
- Selladora de fundas
- Balanza analítica

Materiales

- Bandejas de plástico
- Bandejas de metal
- Cuchillos
- Tamiz de 0,5 mm
- Mortero
- Tabla de picar

Insumos

- Harina de trigo
- Sal
- Cúrcuma
- Ajo en polvo
- Cebolla en polvo
- Leche en polvo
- Perejil seco
- Sabor a pollo idéntico al natural

Materia prima

- Hojas de yuca (*M. esculenta*)

Procedimiento

La crema deshidratada de hojas de *M. esculenta* se elaboró siguiendo el proceso general para la elaboración de cremas deshidratadas, lo que permitió obtener un producto apto para el consumo, como se muestra en la figura 2.

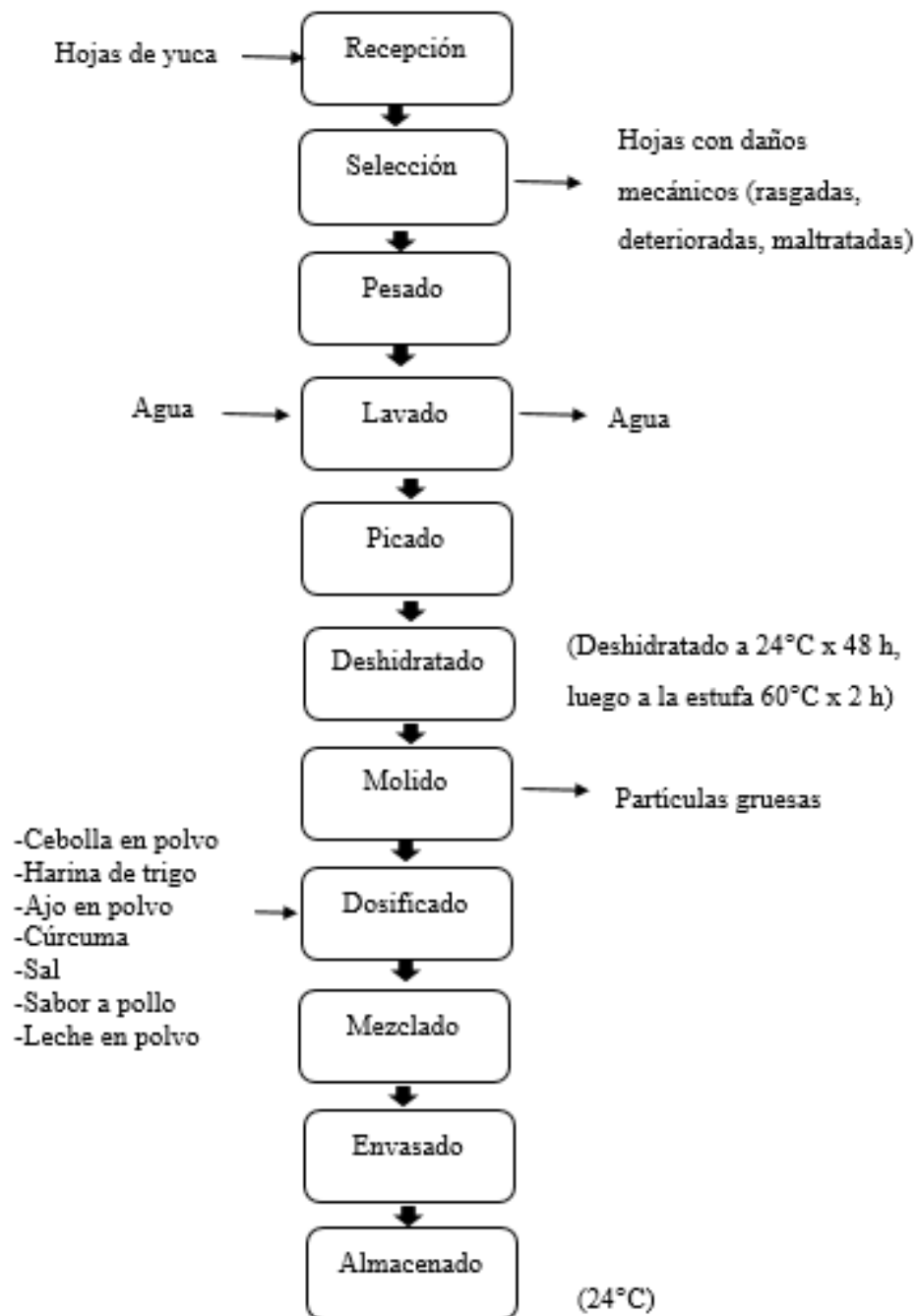


Figura 2. Esquema de la elaboración de crema deshidratada de hojas de *M. esculenta* Fuente: Elaboración propia

- **Selección y pesado:** Las hojas de *M. esculenta* que tenían daños mecánicos (maltratadas, deterioradas, marchitas) fueron desechadas y posteriormente pesadas en una balanza analítica.
- **Lavado:** Se utilizó agua limpia para eliminar las sustancias adheridas a las hojas.
- **Picado:** Se trozó las hojas para reducir su tamaño y facilitar el secado, sobre todo para liberar el ácido cianhídrico.
- **Deshidratado:** Se dejó por 48 horas a 24°C (temperatura ambiente) en bandejas para eliminar el agua del lavado y facilitar el secado, luego se introdujeron en la estufa para secarlas a una temperatura no mayor a 60°C por 2 horas.
- **Molido:** Manualmente se trituraron las hojas y también con un mortero, se pasaron por un tamiz de 0,5 mm de diámetro permitiendo obtener partículas más finas para la elaboración de la crema.
- **Dosificado:** se lo realizó de acuerdo a las tres formulaciones F1= 75% harina de trigo y 25% harina de hojas de yuca, F2= 50% harina de trigo y 50% harina de hojas de yuca, F3= 25% harina de trigo y 75% harina de hojas de yuca con la adición de sus ingredientes.
- **Mezclado:** se pesaron y mezclaron todos los ingredientes hasta obtener homogeneidad en la mezcla.
- **Envasado:** se envasaron en bolsas plásticas de PBDE (polietileno de baja densidad) con el mayor cuidado para evitar cualquier contaminación.
- **Almacenado:** el producto se almacenó en un lugar limpio y seco a 24°C.

3.6 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial es una disciplina técnica de los alimentos utilizada para medir e interpretar las reacciones de los catadores con los sentidos, mismos que permiten conocer su aceptabilidad (Ramírez-Navas 2012).

Se ocupó la prueba hedónica, mismo que involucraron jueces o panelistas imparciales, que no fueron entrenados para realizar un análisis de tipo sensorial. Una vez elaborado el producto y realizado los análisis microbiológicos se procedió a la evaluación sensorial mismo que al ser un estudio discriminativo se utilizó 20 panelistas para la primera replica, 20 panelistas para la segunda replica y 20 panelistas para la tercera replica, en total 60 panelistas mismos que fueron estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica (ver anexo 10).

Se les otorgo una encuesta a cada panelista en el que se detallaba los niveles de calificación del según la escala, el cual fue 1= no me gusta nada, 2= no me gusta, 3= ni me gusta ni me disgusta, 4= me gusta, 5= me gusta mucho. Los atributos que se evaluaron fueron apariencia, color, olor, textura y sabor (ver anexo 9). Una vez realizado las encuestas se ingresaron los datos para obtener resultados aplicando un diseño experimental.

Procedimiento del análisis sensorial

- Se elaboró 3 tratamientos de la crema deshidratada preparada, los mismos que se codificaron en los envases y se entregaron a los jueces evaluadores.
- Se les entrego un vaso con agua a cada panelista para eliminar el sabor del tratamiento anterior y obtener respuestas objetivas.
- Se impartió las indicaciones básicas para que puedan llenar las fichas de manera correcta y proceder a degustar.

3.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de Microbiología de la Universidad, en donde las tres formulaciones (tratamientos) fueron analizadas para conocer si existe la presencia de microorganismos que pueden llegar afectar al consumidor y a su vez comparar con la norma INEN 2602 2011 dicho análisis fue de *E. coli*.

Los equipos y materiales que se ocuparon fueron los siguientes:

Materiales

- Tubos de ensayo
- Caja Petri
- Cuchara
- Agua de peptona
- Medio de cultivo
- Pipeta
- Vaso de precipitación
- Matraz de Erlenmeyer
- Alcohol
- Marcador
- Gradilla

Equipos

- Balanza analítica
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora

Procedimiento para realizar los análisis

Se realizaron a los tres tratamientos mismo que se procedió a pesar 1 gr (muestra) de cada uno y ser llevadas a la cámara de flujo laminar y ponerlas en los tubos de ensayo, luego se añadió 9 ml de agua de peptona en cada muestra, seguidamente en las cajas petri se colocó el medio agar diluido, después se sembró las muestras con ayuda de una pipeta esparciéndolo homogéneamente. Se esperó hasta que las muestras se gelifiquen para ser trasladadas a la incubadora a 30 °C por 24 horas y por ultimo ser contadas las unidades formadoras de colonias.

3.8 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Determinación de la Humedad

Los análisis fisicoquímicos son importantes porque nos permiten asegurar un producto de calidad, así como su valor nutricional, vida útil, entre otros, el rango de cada uno de los parámetros lo podemos encontrar en la normativa INEN vigente, para llevar a cabo un control adecuado de la producción para evitar posibles anomalías en el producto.

Dentro de la INEN 2602: 2011 Mezclas para preparar caldos, consomés, sopas y cremas, se encuentra la determinación de la humedad, ésta se realizó a los tres tratamientos por el método de estufa en la Universidad Estatal Amazónica en el laboratorio de química. Para poder obtener el porcentaje de humedad se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{m2 - m3}{m2 - m1} \times 100$$

Donde:

m1= masa de la cápsula vacía con su tapa

m2= masa de la cápsula tapada con la muestra antes del secado

m3= masa de la cápsula con tapa más la muestra desecada

Para determinar la humedad se utilizó los siguientes equipos y materiales:

Equipos

- Estufa
- Balanza analítica

Materiales

- Caja Petri
- Cuchara
- Guantes
- Desecador

Procedimiento para determinar la humedad

Se pesaron las cajas Petri previamente codificadas, luego 5 gr de cada muestra homogenizada, es decir, de los tres tratamientos, dichas muestras se colocaron destapadas en la estufa a 105°C por dos horas. Para sacarlas de la estufa se taparon y se colocaron en el desecador por un tiempo de 30 minutos y finalmente se pesaron las muestras.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

El producto se elaboró siguiendo un proceso general de cremas deshidratadas en el que constaron de selección de la materia prima, pesado, lavado, picado, deshidratado, molido, tamizado y mezclado. Para la crema deshidratada de hojas de *M. esculenta* se realizó el picado para disminuir el contenido de ácido cianhídrico y facilitar el deshidratado mismo que fue de 48 horas a temperatura ambiente (24°C) luego en estufa a 60°C por 2 horas, la molienda se efectuó manualmente y con un mortero, se obtuvieron partículas finas con un tamiz de 0,5 mm, finalmente se realizó una mezcla homogénea con todos los ingredientes y se envasaron conservándolos en un lugar limpio y seco a 24°C.

El rendimiento fue de 26,57% siendo este bajo porque en la etapa de deshidratado las hojas pierden humedad para poder obtener harina de *M. esculenta*.

4.2. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial fue realizada en la Universidad Estatal Amazónica con panelistas imparciales. Se efectuaron a 20 panelistas para la primera, segunda y tercera replica dando un total de 60 panelistas. Los datos fueron ingresados al programa estadístico Infostat, aplicando una prueba de Kruskal Wallis y Tukey, mismo que se obtuvo los siguientes resultados:

Análisis de la Apariencia

Este atributo es muy importante puesto que de aquello depende principalmente la compra del producto. Según la prueba de Kruskal Wallis nos arrojó los siguientes resultados.

Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis según la apariencia

Variable	FORMULACION	N	D.E.	Medianas	H	p
RESP. EXP	1,00	60	0,94	3,00	1,02	0,5612
RESP. EXP	2,00	60	0,93	3,00		
RESP. EXP	3,00	60	1,10	3,00		

Fuente: Elaboración infostat

Como se puede observar en la tabla no existe diferencia significativa entre los tratamientos (formulaciones) por lo que la probabilidad es de 0,5612. Para comprobar lo antes mencionado se aplica la prueba de Tukey.

Tabla 8. Prueba de Tukey según la apariencia

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,43089		
Error: 0,9809 gl: 177		
FORMULACION	Medias	n
3,00	2,98	60 A
2,00	2,98	60 A
1,00	3,15	60 A

Fuente: Elaboración infostat

Según Tukey los tres tratamientos comparten el mismo nivel por lo tanto se corrobora que no existe diferenciación en cuanto a la apariencia.

Análisis del color

Esta característica organoléptica es significativa puesto que lo ayudara a diferenciar del resto. Según la prueba de Kruskal Wallis nos otorgó los siguientes resultados.

Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis según el color

Variable	FORMULACION	N	D.E.	Medianas	H	p
RESP. EXP 1,00	1,00	60	1,11	3,00	0,34	0,8305
RESP. EXP 2,00	2,00	60	0,99	3,00		
RESP. EXP 3,00	3,00	60	1,10	3,00		

Fuente: Elaboración infostat

Como se puede observar en la tabla no existe diferencia significativa entre los tratamientos (formulaciones) por lo que la probabilidad es de 0,8305. Para comprobar lo antes mencionado se aplica la prueba de Tukey.

Tabla 10. Prueba de Tukey según el color

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,46476		
Error: 1,1411 gl: 177		
FORMULACION	Medias	n
3,00	3,15	60 A
2,00	3,20	60 A
1,00	3,23	60 A

Fuente: Elaboración infostat

Según Tukey los tres tratamientos comparten el mismo nivel por lo tanto se corrobora que no existe diferenciación en cuanto al color.

Análisis del Olor

Este atributo nos ayudara a conocer la sensación satisfactoria o agradable del producto. Según la prueba de Kruskal Wallis nos proporcionó los siguientes resultados.

Tabla 11. Prueba de Kruskal Wallis según el olor

Variable	FORMULACION	N	D.E.	Medianas	H	p
RESP. EXP	1,00	60	1,10	3,00	2,36	0,2756
RESP. EXP	2,00	60	0,99	3,00		
RESP. EXP	3,00	60	1,03	3,00		

Fuente: Elaboración infostat

Como se puede observar en la tabla no existe diferencia significativa entre los tratamientos (formulaciones) por lo que la probabilidad es de 0,2756. Para comprobar lo antes mencionado se aplica la prueba de Tukey.

Tabla 12. Prueba de Tukey según el olor

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,45295		
Error: 1,0839 gl: 177		
FORMULACION	Medias	n
1,00	2,73	60 A
3,00	2,88	60 A
2,00	3,03	60 A

Fuente: Elaboración infostat

Según Tukey los tres tratamientos comparten el mismo nivel por lo tanto se corrobora que no existe diferenciación en cuanto al olor.

Análisis de la Textura

La textura es primordial porque nos permite conocer la aceptabilidad del consumidor. Según la prueba de Kruskal Wallis nos brindó los siguientes resultados.

Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis según la textura

Variable	FORMULACION	N	D.E.	Medianas	H	p
RESP. EXP	1,00	60	0,84	3,00	19,49	<0,0001
RESP. EXP	2,00	60	1,01	3,00		
RESP. EXP	3,00	60	0,87	3,00		

Fuente: Elaboración infostat

Como se puede observar en la tabla si existe diferencia significativa entre los tratamientos (formulaciones) por lo que la probabilidad es de $<0,0001$. Para comprobar lo antes mencionado se aplica la prueba de Tukey.

Tabla 14. Prueba de Tukey según la textura

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,39493
 Error: 0,8240 gl: 177

FORMULACION	Medias	n	
3,00	2,58	60	A
2,00	3,03	60	B
1,00	3,33	60	B

Fuente: Elaboración infostat

Según Tukey los tres tratamientos no comparten el mismo nivel por lo tanto se corrobora que si existe diferenciación en cuanto a la textura, dando como resultado el mejor tratamiento el número 1.

Análisis del sabor

Esta característica es la representación más representativa en los alimentos porque determina el gusto o la sensación apreciable en el consumidor. Según la prueba de Kruskal Wallis nos arrojó los siguientes resultados.

Tabla 15. Prueba de Kruskal Wallis según el sabor

Variable	FORMULACION	N	D.E.	Medianas	H	p
RESP. EXP 1,00	1,00	60	1,05	3,00	8,85	0,0087
RESP. EXP 2,00	2,00	60	1,04	3,00		
RESP. EXP 3,00	3,00	60	1,10	2,00		

Fuente: Elaboración infostat

Como se puede observar en la tabla si existe diferencia significativa entre los tratamientos (formulaciones) por lo que la probabilidad es de 0,0087. Para comprobar lo antes mencionado se aplica la prueba de Tukey.

Tabla 16. Prueba de Tukey según el sabor

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,46249
 Error: 1,1300 gl: 177

FORMULACION	Medias	n	
3,00	2,48	60	A
2,00	2,72	60	A B
1,00	3,05	60	B

Fuente: Elaboración infostat

Según Tukey los tres tratamientos no comparten el mismo nivel por lo tanto se corrobora que si existe diferenciación en cuanto a al sabor, dando como resultado el mejor tratamiento el número 1.

En conclusión, se puede entender que en función de la textura y el sabor la formulación más aceptada fue el número 1 que consta de 75% de harina de trigo y 25% de harina de hojas de yuca.

4.3. ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Los análisis se ejecutaron con la finalidad de poder observar los microorganismos presentes en el producto, puesto que durante su elaboración puede existir una probabilidad de contaminación. Estos se realizaron a los tres tratamientos antes mencionados, mismo que se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 17. Análisis microbiológico de la crema deshidratada de M. esculenta

Tratamientos	<i>E.coli</i> (UFC)
T1	0
T2	0
T3	0

Fuente: Laboratorio de microbiología

UFC: unidad formadora de colonias

Echerichia coli: el límite máximo permisible según la INEN 2602 2011 es de (100 UFC/g) por lo que los tratamientos 1, 2 y 3 se encuentran dentro del rango, lo que nos garantiza un producto apto para el consumo.

4.4. ANALISIS FISICO QUIMICO

Determinación de la Humedad

Se realizó en el laboratorio de química por el método de estufa a los tres tratamientos con la finalidad de conocer la humedad del producto porque nos permite asegurar la calidad del producto final y su conservación. Se obtuvo como resultado lo siguiente:

Tabla 18. Humedad (%) de la crema deshidratada de M. esculenta

Tratamientos	Humedad (%)
T1	11,1
T2	9,8
T3	9,4

Fuente: Laboratorio de Química

Según la norma INEN 2602 2019 el límite máximo de humedad es de 14,5 %, lo que indica que los tratamientos 1, 2 y 3 se encuentran dentro del rango establecido asegurándonos su conservación.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

Se pudo elaborar una crema deshidratada a base de hojas de *M. Esculenta* siguiendo un proceso general de elaboración de cremas siendo las etapas importantes el picado y deshidratado para eliminar el contenido de ácido cianhídrico, también el tamizado con un diametro (0,5 mm), el cual permitió obtener partículas homogéneas libre de grumos, en relación al rendimiento fue bajo con un 26,57% que define que se necesita una elevada cantidad de materia prima para obtener harina de hojas de *M. esculenta*.

Se pudo observar que el mejor tratamiento según los atributos de textura y sabor fue el 1 (75% de harina de trigo y 25% de harina de hojas de yuca) según la prueba aplicada de Kruskal Wallis y Tukey, lo que permite definir que el porcentaje de harina de *M. Esculenta* en una formulación para ser aceptado, no debe superar el 25 % en el contenido.

El análisis microbiológico realizado a los tres tratamientos de *E. coli* fue de 0 UFC siendo el límite máximo 100 UFC, y el contenido de humedad fue en el T1 = 11,2%, T2= 9,8% y T3= 9,4% por lo que se encuentra dentro del rango como lo establece la Norma Técnica Ecuatoriana 2602 2011, teniendo un límite máximo de 14,5% lo que garantiza al producto su conservación y es apta para el consumo humano.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un análisis de vida útil porque la materia prima utilizada no es común para la elaboración de este tipo de productos.

Evaluar los costos de producción para conocer su precio de venta al público e identificar si el producto es competitivo con otros productos ya existentes en el mercado.

Se sugiere continuar con el proyecto elaborando la misma crema deshidratada con los cogollos de *M. esculenta* utilizando especias amazónicas.

CAPITULO VI

6.1 BIBLIOGRAFÍA

Amores Vizuite, D. D. I. A. (2012). Evaluación Nutritiva y Nutraceutica de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) Deshidratada por el Método de Liofilización y Comparación con la Obtenida por Deshidratación en Microondas y Secador en Bandejas.

Beltrán Gómez, M. (2005). Diseño de un deshidratador de hongos comestibles (*Boletus luteus*) de 900 kg de capacidad para la fundación Grupo Juvenil Salinas, ESPE/SANGOLQUÍ/2005.

Buitrago, J. A. (1990). La yuca en la alimentación animal, CIAT.

Camacho, A., M.Giles, A.Ortegón, M.Palao, B.Serrano y O.Velázquez (2009). "Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos."

Camacho, A. M. G., A.Ortegón, M.Palao, B.Serrano y O.Velázquez. (2009). "Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli* por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP) ".

Cano, O. (2014). Tipos de secado en Alimentos. México, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”.

color, a. (2017). "Orígenes de la sopa." from <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/gastronomia/origenes-de-las-sopas-1606474.html>.

Cuervo, R. A. and J. A. Durán (2011). "Resistencia de la yuca (*manihot esculenta crantz*) a la mosca blanca (*aleurotrachelus socialis*), mediante la tecnología del ADN recombinante." Revista Científica Guillermo de Ockham **9**(1): 83-91.

Del Águila Ríos, C. V. (2015). "Estudio del arte para la elaboración de sopas deshidratadas con materias primas de la Región."

Ecocosas (2018). "Cúrcuma: propiedades, beneficios y recetas." from <https://ecocosas.com/plantas-medicinales/curcuma-propiedades/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1>.

Eladio (2015). "Perejil seco." from <http://www.frutaseladio.com/es/perejil-seco>.

Escalante, J. (2018). "Sal: propiedades, beneficios y valor nutricional." from <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181102/452670163564/sal-beneficios-propiedades-valor-nutricional-alimentos.html>.

Fachin Torres, R. G. (2018). "Utilización de la hoja de yuca (*Manihot esculenta*) como sucedáneo en la elaboración de fideos tipo tallarines, en la región de Ucayali."

FAO (2013). "Código de prácticas para reducir el ácido cianhídrico (HCN) en la yuca (Mandioca) y los productos de la yuca." from https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwip4eC6zpzmAhXGslkKHe8ZCJ4QFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Finput%2Fdownload%2Fstandards%2F13605%2FCXP_073s.pdf&usg=AOvVaw0elzvblGw2XUuMZVzSwRFt.

Gavidia Bernal, C. E. (2013). Elaboración y Evaluación Nutricional de Sopa Instantánea de Quinoa Enriquecida con Soya.

Giraldo, A. (2006). Estudio de la obtención de la harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para consumo humano, Universidad del Cauca.

GIRALDO, A., *et al.* (2006) "OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE HOJAS DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) PARA CONSUMO HUMANO OBTAINING OF CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) LEAVES FLOUR FOR HUMAN CONSUMPTION."

Hinostroza, F., *et al.* (1995). Manual de la yuca, INIAP Archivo Historico.

Juárez, Z., *et al.* (2014). "El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento." Temas selectos de Ingeniería de Alimentos **8**(1): 79-92.

Luna, F. A., *et al.* (2016). Análisis del agregado de valor a la harina de trigo mediante la separación del gluten y del almidón: caso Molinos Ahora SA Laguna Larga-Córdoba.

Marín, E., *et al.* (2006). "LA REHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS." Revista Chilena de Nutrición **33**(3).

Michelis, A. and E. Ohaco (2012). "Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos." Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala.

Montaldo, A. (1985). La yuca o mandioca, IICA.

INEN (2011). Mezclas para preparar caldos, consomés, sopas y cremas.

Ochoa, E. (2012). "TECNOLOGÍAS DE DESHIDRATACIÓN PARA LA PRESERVACIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)."

Osorio, K. (2014). "Técnicas de análisis Químicos y Microbiológicos de Alimentos." from <https://es.slideshare.net/karenalexandraosorioflores/humedad-del-harina>.

Ospina, B. (2002). La yuca en el tercer Milenio: Sistemas Modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización, CIAT.

Parra, M., *et al.* (2002). "Microbiología, patogénesis, epidemiología, clínica y diagnóstico de las infecciones producidas por Salmonella." Revista MVZ Córdoba 7(2): 187-200.

Pérez Iglesias, H. I. and I. Rodríguez Delgado (2018). Cultivos tropicales de importancia económica en Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar y maíz)-Taxonomía, morfología y manejo agronómico del cultivo de yuca, Machala: Universidad Técnica de Machala.

Picallo, A. (2009). "El imperio de los sentidos." Recuperado el 20.

QProscolumbia (2018). "Cebolla en polvo y sus beneficios." from <https://qpros.co/cebolla-en-polvo-y-sus-beneficios/>.

Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor, Revista ReCiTeIA.

Rivera, M. A. R. (2012). Estudio de las características fisicoquímicas de la yuca (*manihot esculenta* crantz) y sus efectos en la calidad de hojuelas fritas para su procesamiento en la empresa pronal sa, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Química.

Salas-Salvadó, J., *et al.* (2005). La alimentación y la nutrición a través de la historia, Editorial Glosa, SL.

Social, M. d. S. y. P. (2011). "EVALUACIÓN DE RIESGOS DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS ENTEROTOXIGÉNICO EN ALIMENTOS PREPARADOS NO INDUSTRIALES EN COLOMBIA." from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Er-staphylococcus.pdf>.

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

thinkusadairy. "Propiedades funcionales de leche en polvo." from <https://www.thinkusadairy.org/es/inicio/productos-lacteos-estadounidenses/leches-en-polvo/propiedades-funcionales>.

Torres, P., *et al.* (2005). "Extracción de almidón de yuca. Manejo integral y control de la contaminación hídrica." *CIPAV Livestock Research for Rural Development* **17**.

Vega, A., *et al.* (2006). "La Industria de los Alimentos Deshidratados y la Importancia del Control de Procesos." *Revista Chilena para la Industria de Alimentos. Indualimentos* **9**(42): 50-67.

Villarroel León, C. H. (2013). Elaboración y Control de Calidad de una Sopa Instantánea Nutritiva a Base de Amaranto (*Amaranthus* spp.).

Watts, B. M., *et al.* (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*, CIID, Ottawa, ON, CA.

Zendejas-Manzo, G. S., *et al.* (2014). "Microbiología general de *Staphylococcus aureus*: Generalidades, patogenicidad y métodos de identificación." *Revista Biomédica* **25**(3): 129-143.

Zumbado Fernández, H. (2004). *Análisis químico de los alimentos: métodos clásicos*, Editorial Universitaria.

LINKS BIBLIOGRAFICO

www.theplantlist.org consultado en: octubre 2019

CAPITULO VII

7.1 ANEXOS

ELABORACIÓN DE LA CREMA DESHIDRATADA A BASE DE HOJAS DE *M. esculenta*



Anexo 1. Recepción de la materia prima



Anexo 2. Deshidratado de las hojas de M. esculenta



Anexo 3. Molido de las hojas de M. esculenta



Anexo 4. Tamizado de las hojas de M. esculenta



Anexo 5. Pesado de ingredientes



Anexo 6. Preparación de la crema

EVALUACION SENSORIAL



Anexo 7. Indicaciones antes de la catación



Anexo 8. Catación de los tratamientos

Anexo 9. Encuesta de evaluación sensorial



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Nombre del encuestado: **Fecha:**

Objetivo: Identificar cual es el mejor tratamiento de las diferentes muestras.

Frente a usted encontrara tres muestras coloque un número en el casillero que usted considere a cada criterio.

1: no me gusta nada, 2: no me gusta, 3: ni me gusta ni me disgusta, 4: me gusta, 5: me gusta mucho.

Parámetros	Tratamientos		
	1	2	3
Apariencia			
Color			
Olor			
Textura			
Sabor			

Comentarios:

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 10. Resultados de evaluación sensorial

CATADORES	Tratamiento 1					Tratamiento 2					Tratamiento 3				
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor
1	3	4	3	5	4	3	3	4	5	3	3	4	3	3	3
2	4	4	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4
3	4	4	3	4	3	5	4	4	4	4	5	4	4	3	4
4	3	3	2	1	1	3	2	2	1	1	3	2	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	4	3	2	3	3
7	3	4	3	3	3	3	4	3	3	2	4	5	3	3	2
8	3	4	3	3	3	3	4	3	3	2	2	3	3	2	2
9	3	1	1	3	2	3	1	1	3	2	3	1	1	3	2
10	3	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3	1	1	2	3
11	4	3	2	3	2	4	4	4	3	5	4	5	3	2	4
12	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	2	4
13	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	2
14	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	2	2
15	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	2	2
16	3	3	4	4	2	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3
17	3	4	3	4	3	3	3	2	3	3	1	3	4	3	2
18	3	4	2	4	2	4	3	2	4	2	1	4	2	1	2
19	4	1	1	2	1	3	3	1	2	2	1	5	1	2	2
20	1	2	3	2	4	1	2	4	3	3	1	2	4	4	4
21	1	1	4	5	3	3	3	5	4	5	5	4	3	3	2
22	4	3	1	3	3	3	3	1	4	2	4	4	1	3	1
23	3	4	1	4	4	3	4	3	1	2	1	1	3	1	2
24	4	5	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	3	2	2
25	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	2	3	4	2	3
26	2	2	3	4	1	3	4	2	3	2	4	5	4	2	4

27	4	3	2	4	3	2	2	2	3	1	1	2	2	2	2
28	4	4	3	4	3	1	2	3	1	2	2	2	1	2	1
29	3	3	1	3	3	4	3	3	1	1	4	5	2	1	1
30	4	5	3	4	2	3	4	4	3	4	3	4	4	3	2
31	3	4	5	3	4	3	4	4	3	3	2	3	3	3	3
32	4	4	1	3	1	1	5	3	3	2	3	2	4	5	5
33	2	1	3	2	2	2	1	4	2	3	4	3	3	3	4
34	4	3	4	4	2	4	3	4	5	1	4	3	3	3	1
35	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	2	2
36	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	2
37	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3
38	3	4	4	4	4	3	3	4	2	1	3	2	3	2	1
39	2	2	4	5	5	3	3	3	3	2	5	5	2	3	2
40	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4
41	3	4	2	4	4	2	3	2	3	3	2	4	3	1	2
42	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2
43	4	3	3	4	5	3	3	3	2	2	3	2	3	2	2
44	4	4	1	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	5
45	2	2	2	3	2	3	4	4	3	4	4	4	3	3	1
46	1	2	2	3	1	1	2	3	3	3	2	1	1	3	4
47	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3
48	4	2	1	3	3	2	3	4	1	1	3	2	4	2	1
49	4	5	4	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4
50	4	5	5	3	4	3	4	2	4	3	2	2	4	2	2
51	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3
52	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4
53	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	2	2
54	3	4	3	4	3	4	3	4	4	2	2	3	4	2	2

55	4	3	4	4	4	4	2	3	4	3	4	3	3	4	2
56	5	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	2
57	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	2	2
58	4	3	2	3	4	2	5	3	1	2	4	4	2	3	1
59	4	3	2	4	5	3	4	3	3	4	4	4	1	2	2
60	1	2	3	2	4	1	2	4	3	2	1	2	4	3	4

Fuente: *Elaboración excel*

ANALISIS MICROBIOLÓGICO



Anexo 11. Siembra de la muestra



Anexo 12. Incubación de las muestras



Anexo 13. Recuento de colonias formadoras

ANALISIS FISICO QUIMICO (HUMEDAD)



Anexo 14. Deseccación de las muestras



Anexo 15. Pesado de las muestras