

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Elaboración de un puré deshidratado utilizando diferentes proporciones de mezcla de “camote” (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y “yuca” (*Manihot esculenta* Crantz) versus agua para la rehidratación

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCOMERCIO**

AUTOR

Darwin Enrique Vásquez Domínguez

ASESOR

William Nemesio Chunga Trelles

Morropón, Perú

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N°016 - 2019/UCSS/FIA-DI

Siendo las 10:00 a.m. del día 15 de noviembre de 2019, en el Auditorio de la Filial Morropón: Chulucanas - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|----------------------------------------|-----------------|
| 1. Ing. Pedro Miguel Palacios Farfán | Presidente |
| 2. Mg. Zury Mabel Socola Juárez | Primer Miembro |
| 3. Mg. Gerardo Antonio Córdova Alva | Segundo Miembro |
| 4. Ing. William Nemesio Chunga Trelles | Asesor |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: "ELABORACIÓN DE UN PURÉ DESHIDRATADO UTILIZANDO DIFERENTES PROPORCIONES DE MEZCLA DE "CAMOTE" (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Y "YUCA" (*Manihot esculenta* Crantz) VERSUS AGUA PARA LA REHIDRATACIÓN", que presenta el bachiller en Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, el Sr. Darwin Enrique Vásquez Domínguez cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agroindustrial y de Biocomercio**.

Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de Muy Buena y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCOMERCIO.

Firmado en Chulucanas, 15 de noviembre de 2019.

Ing. Pedro Miguel Palacios Farfán
PRESIDENTE

Mg. Zury Mabel Socola Juárez
1° MIEMBRO

Mg. Gerardo Antonio Córdova Alva
2° MIEMBRO

Ing. William Nemesio Chunga Trelles
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios, nuestro creador, por ser mi guía y por la bendición que derrama sobre mi familia cada día. Además, está dedicado a mis padres Nicolas y Edilcia por su infinito apoyo y contribución en la formación de mi vida profesional con consejos, buenos valores y exigencias

AGRADECIMIENTOS

A Dios, nuestro creador porque, sin su voluntad, amor y bendición, nada hubiera sido posible.

A mi asesor, el Ing. William Chunga Trelles, por su acompañamiento, apoyo, consejos y dedicación incondicional durante el desarrollo de esta investigación.

A mi familia: padres, hermanos, abuelos, por su infinito apoyo, consejos y exigencias personales y profesionales.

A la Ing. Janet Zúñiga por su apoyo y colaboración en la prueba de aceptación sensorial realizada a las diferentes muestras.

A mi alma mater, la Universidad Católica Sedes Sapientiae, por poner a disposición su laboratorio y su centro de procesamiento agroindustrial para la elaboración de las pruebas experimentales.

Al laboratorio de pesquería de la Universidad Nacional de Piura, por el apoyo en la realización de los análisis microbiológicos.

A mis amigos: los bachilleres José Ancajima Maza y Deyber Alberca Campos; la Ing. Reyna Winchonlog y los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial y Biocomercio, por el apoyo en la realización de la prueba de aceptación sensorial.

A los treinta y cinco consumidores por el tiempo brindado para la degustación y aceptación sensorial de las muestras de puré.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice general	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
Índice de apéndices	x
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	1
Objetivos	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas especializadas	10
1.2.1. Generalidades del “camote” <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam	10
1.2.2. Generalidades de la “yuca” <i>Manihot esculenta</i> Crantz	14
1.2.3. Puré deshidratado o instantáneo	18
1.2.4. Deshidratación de alimentos	23
1.2.5. Análisis sensorial	28
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	31
2.1. Diseño de la investigación	31
2.1.1. Enfoque, diseño y nivel	31
2.2. Lugar y fecha de ejecución	32
2.3. Materiales y equipos	32
2.3.1. Materia prima	32
2.3.2. Materiales, equipos, insumos y reactivo	32
2.4. Descripción del experimento	34
2.4.1. Metodología para la obtención del puré deshidratado	34
2.4.2. Metodología para obtener los parámetros físico-químicos	44
2.4.3. Metodología para la calidad microbiológica	46
2.4.4. Metodología para el análisis sensorial	48
2.5. Tratamientos	51
2.6. Unidades experimentales	52
2.7. Identificación de variables y su mensuración	52

2.8. Diseño estadístico	53
2.9. Análisis de datos	54
CAPÍTULO III: RESULTADOS	56
3.1. Resultados	56
3.1.1. Resultados del análisis físico-químico	56
3.1.2. Resultados microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado	62
3.1.3. Evaluación sensorial del puré rehidratado	62
3.1.4. Resultados del análisis proximal realizado a la muestra de mayor aceptación	69
3.1.5. Diagrama de operaciones del proceso	70
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES	72
4.1. De los análisis fisicoquímicos realizados a las harinas pre-cocidas de yuca y camote	72
4.2. Del porcentaje de acidez de las formulaciones de purés deshidratados	73
4.3. Del porcentaje de humedad de las formulaciones de purés deshidratados	74
4.4. De la densidad de las formulaciones de purés deshidratados	76
4.5. De los resultados microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado	78
4.6. De la evaluación sensorial del puré rehidratado	79
4.6.1. Color	79
4.6.2. Sabor	82
4.6.3. Textura	86
4.6.4. Apariencia general	89
4.7. De los resultados del análisis proximal al tratamiento de mayor aceptación	93
4.7.1. Porcentaje de humedad	93
4.7.2. Cenizas totales	94
4.7.3. Grasa total	94
4.7.4. Proteína total	95
4.7.6. Calorías	96
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	97
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
TERMINOLOGÍA	105
APÉNDICES	107

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Composición química de variedades de camote como raíz y harina (en 100g de producto)</i>	12
Tabla 2. <i>Valor nutricional de harina de camote por cada 100 gramos</i>	13
Tabla 3. <i>Características organolépticas en la harina de camote</i>	14
Tabla 4. <i>Característica físico-químicas en la harina de camote</i>	14
Tabla 5. <i>Contenido de materia seca, carbohidratos y proteína en algunos tubérculos y raíces</i>	15
Tabla 6. <i>Composición nutricional de 1kg de yuca, en comparación con los requerimientos diarios de un hombre adulto</i>	16
Tabla 7. <i>Valor nutricional de harina de yuca por cada 100 gramos</i>	18
Tabla 8. <i>Característica físico- químicas en la harina de yuca</i>	18
Tabla 9. <i>Información nutricional de polvo de ajo por cada 100 gramos</i>	20
Tabla 10. <i>Parámetros microbiológicos para un puré instantáneo</i>	22
Tabla 11. <i>Características de los alimentos deshidratados</i>	24
Tabla 12. <i>Factores que intervienen en el tiempo de secado de un alimento</i>	27
Tabla 13. <i>Proporción de ingredientes para definir la formulación más aceptable</i>	41
Tabla 14. <i>Proporción de mezcla de yuca y camote para 120 gramos de puré deshidratado</i>	42
Tabla 15. <i>Proporción de harina- agua en el proceso de rehidratación</i>	48
Tabla 16. <i>Códigos asignados aleatoriamente por el codificador on line para cada tratamiento</i>	49
Tabla 17. <i>Factores y niveles considerados en la investigación</i>	51
Tabla 18. <i>Tratamientos utilizados a nivel experimental</i>	51
Tabla 19. <i>Distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones</i>	52
Tabla 20. <i>Distribución de los tratamientos por cada consumidor o bloque</i>	52
Tabla 21. <i>Tabla ANOVA para el Modelo factorial</i>	54
Tabla 22. <i>Tabla ANOVA para el diseño de bloques completos aleatorios</i>	54
Tabla 23. <i>Resultados físicoquímicos de la harina pre-cocida de yuca y camote</i>	57
Tabla 24. <i>Resultados del análisis de varianza del porcentaje de acidez</i>	57
Tabla 25. <i>Resultados del análisis post- ANOVA del porcentaje de acidez en la proporción de mezcla de yuca y camote</i>	58

Tabla 26. <i>Resultados del porcentaje acidez media por cada tratamiento</i>	58
Tabla 27. <i>Resultados del análisis de varianza del porcentaje humedad</i>	59
Tabla 28. <i>Resultados del análisis post- ANOVA del porcentaje de humedad</i>	59
Tabla 29. <i>Resultados del porcentaje de humedad media en cada tratamiento</i>	60
Tabla 30. <i>Resultados del análisis de varianza de la densidad del puré deshidratado</i>	60
Tabla 31. <i>Resultados del análisis post- ANOVA de la densidad del puré deshidratado</i>	61
Tabla 32. <i>Resultados de la densidad media del puré deshidratado</i>	61
Tabla 33. <i>Resultados microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado</i>	62
Tabla 34. <i>Matriz de códigos aleatorios utilizados en la codificación de las muestras para cada evaluador</i>	63
Tabla 35. <i>Resultados ANOVA del color según niveles de proporción de mezcla yuca - camote y harina - agua</i>	64
Tabla 36. <i>Resultados de la prueba de tukey en el análisis post-varianza del color</i>	65
Tabla 37. <i>Resultados de la aceptación media del color por cada tratamiento en el puré</i>	65
Tabla 38. <i>Resultados ANOVA del sabor según niveles de proporción de mezcla yuca y camote e harina y agua</i>	66
Tabla 39. <i>Resultados de la aceptación media del sabor por cada tratamiento en el puré</i>	66
Tabla 40. <i>Resultados del análisis de varianza de la textura del puré rehidratado</i>	67
Tabla 41. <i>Resultados de la aceptación media de la textura del puré rehidratado</i>	68
Tabla 42. <i>Resultados del análisis de varianza de la apariencia general del puré rehidratado</i>	68
Tabla 43. <i>Resultados de la aceptación media en la apariencia general del puré rehidratado</i>	69
Tabla 44. <i>Resultados del análisis proximal realizado al tratamiento nueve (código 299)</i>	70
Tabla 45. <i>Comparación de los valores medios para cada atributo sensorial por tratamiento</i>	93

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Fotografías del proceso de obtención del puré deshidratado de yuca y camote	107
Apéndice 2. Diagrama de flujo para la obtención del ajo deshidratado	112
Apéndice 3. Diagrama de flujo para la obtención del perejil deshidratado	113
Apéndice 4. Diagrama de flujo para la obtención de la cebolla blanca deshidratada	114
Apéndice 5. Fotografías de los insumos deshidratados	115
Apéndice 6. Supuesto de homogeneidad de varianzas en el análisis físico- químico	116
Apéndice 7. Supuesto de homogeneidad de varianzas en el análisis sensorial	116
Apéndice 8. Base de datos de los resultados fisicoquímicos para el porcentaje de humedad	117
Apéndice 9. Fotografías para la determinación del porcentaje de humedad	119
Apéndice 10. Base de datos de los resultados en el porcentaje de acidez	120
Apéndice 11. Fotografías de la medición del porcentaje de acidez	121
Apéndice 12. Tabla de base de datos de los resultados de la densidad en los purés deshidratados	123
Apéndice 13. Tabla de base de datos de la evaluación sensorial de las muestras de purés rehidratados	124
Apéndice 14. Modelo de ficha de evaluación sensorial del puré deshidratado de camote y yuca aplicado a nivel de consumidor	126
Apéndice 15. Fotografías de la preparación de las muestras para el análisis sensorial	128
Apéndice 16. Resultados microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado	131
Apéndice 17. Resultados del análisis proximal realizado a la muestra de mayor aceptabilidad	132
Apéndice 18. Mapa de ubicación del ámbito de desarrollo de la investigación.	133

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro de Procesamiento Agroindustrial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae – Chulucanas, cuyo objetivo general fue elaborar formulaciones de puré deshidratado utilizando diferentes proporciones de mezcla de “camote” (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y “yuca” (*Manihot esculenta* Crantz) versus agua para la rehidratación. Para ello se evaluaron parámetros como: densidad, porcentaje de humedad y acidez de las formulaciones de puré deshidratado, la calidad microbiológica, las evaluaciones sensoriales de las formulaciones de puré para medir la aceptabilidad a nivel del consumidor y la composición química proximal del puré con mayor aceptabilidad. La materia prima se adquirió del mercado de la ciudad de Chulucanas y fue sometida a una serie de operaciones, desde la recepción, pesado, lavado, etc., hasta el almacenamiento de las formulaciones de puré deshidratado. Para el análisis sensorial se rehidrató las muestras a diferentes proporciones de harina-agua (1-4,1-4.5 y 1-5), evaluando color, sabor, textura y apariencia general a nivel del consumidor, las mismas que microbiológicamente, estuvieron aptas para ser sometidas a la prueba de evaluación sensorial y para el análisis físico-químico se evaluó parámetros como porcentaje de humedad, acidez y densidad a las formulaciones de puré deshidratado. Los resultados fueron analizados en el programa SPSS versión 23, utilizando el método de análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA, a un nivel de significancia del 5 % y pruebas post-ANOVA. Del análisis se concluyó que el tratamiento de mayor aceptación, fue el tratamiento nueve (T9) el que logró una calificación de “me gustó ligeramente”, el cual obtuvo $0.746 \% \pm 0.01$ de acidez, $4.438 \% \pm 0.03$ de humedad y 0.836 g/ml en densidad; el resultado proximal para este tratamiento muestra a un puré alto en carbohidrato (82.42 %), y energía (357.72 kcal/100g), bajo en grasa con 0.6 % y proteína con 5.66 %.

Palabras clave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam., *Manihot esculenta* Crantz., rehidratación, acidez, humedad, densidad, calidad microbiológica, evaluación sensorial.

ABSTRACT

This investigation was made in the Agroindustry Processing Center from Sedes Sapientiae - Catholic University in Chulucanas, the general objective was to elaborate formulations of dehydrated puree, with different mix proportions of sweet “potato” (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), “yaca” (*Manihot esculenta* Crantz) and water for rehydration. It evaluated parameters such as density, humidity percentage, acidity formulations, the microbiological quality, sensory evaluations, in order to measure the acceptability customer level and chemical proximal composition from dehydrated puree. The raw material was gotten from Chulucanas market and it was exposed to different operations from reception, weighing, washing, etc. to the storage formulations of the dehydrated puree. For the sensory analysis, the samples were rehydrated into different proportions of flour-water (1-4, 1-4.5 y 1-5), evaluating color, taste, texture and general appearance for customer level. The same as Microbiologically, were able to undergo the sensory evaluation test and for the physico-chemical analysis, parameters such as percentage of humidity, acidity and density to the dehydrated puree formulations were evaluated. The results were analyzed in the SPSS version 23 program, using the variance analysis method with the Fisher test - ANOVA, at a 5% level of significance and post-ANOVA tests. The analysis concluded that the most widely accepted treatment, the nine treatment which obtained a qualification of "I liked it lightly", which one obtained $0.746 \% \pm 0.01$ of acidity, $4.438 \% \pm 0.03$ of humidity and 0.836 g/ml in density; the proximal result for this treatment shows a high-carbohydrate into the puree (82.42 %), and energy (357.72 kcal/100g), low in fat with 0.6 % and protein with 5.66 %

Keywords: *Ipomoea batatas* (L.) Lam., *Manihot esculenta* Crantz, rehydration, acidity, humidity, density, microbiological quality, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

Según FAO (2006), citado por Loor (2015), en el mundo; el “camote” *Ipomoea batatas* (L.) Lam. es considerado uno de los alimentos más versátiles, sub-explotados e importantes, alcanzando una producción de 122 millones de toneladas métricas por año. Asimismo, la “yuca” *Manihot esculenta* Crantz, es considerada como una gran fuente de alimento que genera empleos e ingresos en las comunidades dedicadas a la producción de este producto, especialmente para los países en proceso de desarrollo (Aristizábal y Sánchez, 2007).

La siembra de camote en el Perú se realiza en los valles de la costa, de la selva e interandinos a una altitud que varía de los 500 a 2000 m.s.n.m. En las ruinas pre- incas de estos valles, se han encontrado vestigios de este producto, demostrando la importancia desde tiempos milenarios (Fonseca *et al.*, 2002). La yuca, por otro lado, constituye una de las principales plantas alimenticias cultivadas en la Amazonía peruana.

Las condiciones edafoclimáticas para la producción de camote y yuca son excelentes en Piura. Según el Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI] (2016), el rendimiento por hectárea de yuca en el año 2016 fue de 9 148 kg y el precio que se le pagó al productor fue de 1.3 soles/kg; mientras que el rendimiento de camote fue de 19.473 kg/ha y el precio que se le pagó al productor fue de 1.1 soles/kg. Sin embargo, gran parte de la producción no reúne las condiciones de calidad para el mercado local, lo que genera un desperdicio alrededor del 20 % y suscita un malestar en el pequeño productor. Por ello, es necesaria la utilización de esta materia prima como insumo principal de los productos agroindustriales alternativos con el fin de reducir el desperdicio de estos dos productos.

La tecnología de la agroindustria alimentaria de los purés deshidratados o instantáneos no aprovecha en su totalidad los mencionados productos. Diversos estudios muestran al camote como materia prima en la elaboración de purés deshidratados. Sin embargo, a la fecha no se han encontrado investigaciones en la cual se empleen proporciones de yuca y camote para dicha preparación. Bajo esa perspectiva, se elaboró un puré deshidratado utilizando

diferentes proporciones en mezcla de harina de yuca y camote, para posteriormente, ser rehidratado con distintas proporciones de agua, con el propósito de dar un valor agregado a estos productos que no son aprovechados en su totalidad, y, además, de poner al alcance del consumidor un producto nutritivo y de rápida preparación.

Por tal motivo, resulta muy importante el desarrollo de esta investigación para definir la viabilidad del producto, diseñar el proceso, evaluar la mejor proporción de agua para la rehidratación del puré; con el propósito de utilizar estos productos en procesos más industrializados en donde se aproveche hasta el 100 % de la materia prima.

De acuerdo con Cruz y Sierra (2015), los productos alimenticios de preparación instantánea continúan aumentando en popularidad por todo el mundo, estos productos buscan adaptarse a la vida agitada de las personas. Por eso, la industria de estos alimentos pone al consumidor estos productos en diversas presentaciones para todas las edades.

OBJETIVOS

El presente estudio de investigación tuvo los siguientes objetivos:

1. Objetivo general

- Elaborar formulaciones de puré deshidratado utilizando diferentes proporciones de mezcla de “camote” (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y “yuca” (*Manihot esculenta* Crantz) versus agua en la rehidratación para determinar la aceptabilidad a nivel de consumidor.

2. Objetivos específicos

- Diseñar el flujo de proceso para la obtención del puré deshidratado.
- Evaluar parámetros fisicoquímicos como densidad, porcentaje de humedad y acidez de las formulaciones de puré deshidratado.
- Determinar la calidad microbiológica (Aerobios Mesófilos, *Escherichia coli* Escherich, *Staphylococcus aureus* Rosenbach, *Bacillus cereus* Frankland & Frankland, *Salmonella* Lignieres) de las formulaciones de puré.
- Realizar evaluaciones sensoriales de las formulaciones de puré para medir la aceptabilidad a nivel de consumidor.
- Determinar la composición química proximal del puré con mayor aceptabilidad producto de la evaluación sensorial.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Riveros y Fernández (2012) formularon y elaboraron un puré instantáneo a base de “papa amarilla” *Solanum goniocalyx* L., “kiwicha” *Amaranthus caudatus* L. y leche entera en polvo, para niños en periodo de lactancia, esta investigación fue realizada en la ciudad de Lima - Perú. Para la preparación de puré utilizaron la papa amarilla, variedad "Tumbay", procedente de Huánuco; kiwicha, variedad *Amaranthus caudatus*, procedente de Huancayo, Junín; y leche entera comercial en polvo. En la formulación de mezclas, emplearon una metodología experimental con proporciones variables de papa amarilla, harina de kiwicha y leche entera en polvo, logrando obtener la proporción óptima de componentes en 30, 50 y 20 %, respectivamente, para cumplir con los requerimientos de composición aminoacídica especificados por la FAO/OMS (1985). La mezcla obtenida fue evaluada mediante la predicción de calidad proteínica, calculándose el valor del cómputo químico, la cantidad de los componentes en gramos de materia seca (g.m.s.), la energía de la mezcla en base seca, el análisis proximal de la mezcla y la relación proteico/energético. Los análisis a los cuales sometieron las materias primas y el producto final fueron los siguientes: análisis químico proximal por los métodos de AOAC (1984); análisis físicos de clasificación de las materias primas (tamaño, color, humedad, limpieza y estado de maduración); análisis fisicoquímicos, isoterma de adsorción por los modelos de G.A.B. y B.E.T; análisis biológicos (PER y digestibilidad además de análisis microbiológicos: mesófilos aerobios, coliformes, *Escherichia coli*, *Streptococcus aureus* Rosenbach, hongos y levaduras); y, por último, una evaluación sensorial (pruebas de aceptabilidad del producto con niños de 1 a 5 años de edad). Los resultados obtenidos a partir de los análisis fisicoquímicos del puré instantáneo reportaron que fue una mezcla nutritiva, cuya composición química experimental reveló 18.21 g/100 g.m.s. de proteínas y una energía total de 424.02 kcal/100 g.m.s., cumpliendo ampliamente las exigencias de los organismos FAO/OMS/ONU (1985) para lactantes. El valor de la capa mono molecular de agua para el producto, hallado con el modelo G.A.B. fue de 4.17 g H₂O/100 g.m.s. y de 3.24 g H₂O/100 g.m.s. para el modelo de B.E.T, dio un

promedio de 3.705 g H₂O/100 g.m.s. Los análisis biológicos garantizaron la calidad nutricional del puré deshidratado, encontrando un índice de eficiencia proteica de 3.06 para el PER (superior a la caseína, 2.54) y una digestibilidad de 74.52 % resultando ser un producto apto para consumo de ablactantes y madres gestantes. Los análisis microbiológicos dieron como resultado <102/g de recuentos de hongos y levaduras, <104/g de aerobios mesófilos viables, <20 NMP/g de coliformes, y una ausencia de *Escherichia coli* Escherich, y *S. aureus* Rosenbach. La evaluación sensorial determinó que el producto obtuvo buena aceptabilidad en una población de niños panelistas no entrenados de 1 a 5 años de edad, revelando una preferencia del 78.31 %, bajo un tratamiento estadístico de los datos.

Acosta (2012) realizó una investigación que consistió en la elaboración de un puré instantáneo a partir de zanahoria blanca y camote, el cual fue realizado en la ciudad de Quito-Ecuador. En el estudio evaluaron los parámetros como temperatura, forma, tiempo y velocidad para la deshidratación de camote y zanahoria blanca, el porcentaje de absorción de agua y la temperatura de gelatinización de los ensayos. Por otro lado, realizó un análisis sensorial para medir la aceptabilidad de sus formulaciones. Para determinar los parámetros de secado, los tubérculos fueron cortaron en cubos de 2 g, rodajas de 5 mm, y en forma de rallados, estos fueron sometidos a tres tipos de temperaturas de secado (60, 70 y 80 °C); de esta manera, determinaron los parámetros óptimos para el proceso. La investigación concluyó que, para el proceso de deshidratación de la zanahoria blanca, la temperatura y el tiempo óptimo fueron de 60 °C y 8 horas respectivamente, mientras que dichos parámetros para el camote, fueron de 60 °C y 6 horas. Bajo este proceso de deshidratación generó una mejor forma, y evitó un pardeamiento enzimático, lo que no ocurre con otros parámetros analizados. Respecto al color de las harinas, la zanahoria blanca registró un color pantone 7401 U blanco, mientras que el de camote fue pantone 726 U café, ambas con un olor característico. En la rehidratación de los purés comprobaron que por cada 100 g de formulación necesitaron 300 g de agua; así, obtuvieron la consistencia requerida del puré.

Tessaro (2014) investigó a un alimento con alto contenido de fructanos: el puré de “topinambur” *Helianthus tuberosus* L., realizado en la ciudad de Mendoza- Argentina. Los objetivos de esta investigación fueron elaborar un puré, con variantes y elevado contenido de fructanos, utilizando tubérculos de “topinambur” *Helianthus tuberosus* L. de variedad

blanca y roja; cuantificar la cantidad de fructanos en los tubérculos sin procesar y los productos obtenidos de cada elaboración; caracterizar de forma fisicoquímica los tubérculos sin procesar y los purés elaborados; y, por último, realizar una prueba de aceptación del puré preparado mediante un análisis sensorial. Para obtener la materia prima, realizaron tres cosechas en tres momentos diferentes: 29 de abril, 13 de mayo y 28 de junio de 2013. La materia prima obtenida de las cosechas fue destinada para la elaboración de tres purés distintos: puré pasta de topinambur, obtenida por trituración de tubérculos cocidos; puré en polvo, producto resultante de la deshidratación del puré; y puré preparado, producto de la incorporación de ingredientes sobre el puré. Para ello, utilizaron los siguientes equipos, materiales e insumos: procesador manual, horno de secado por convección, balanza, y otros materiales de laboratorio, tubérculos de topinambur de las variedades roja y blanca. Como ingredientes del puré utilizó albúmina (contenida en clara de huevo), leche líquida descremada, manteca, cloruro de sodio y especia “pimienta blanca” (*Piper nigrum L.*). Para la caracterización físico química extrajo una muestra del puré, puré en polvo y puré preparado, a los que aplicó el esquema de Weende; mientras que la cuantificación de fructanos fue mediante la técnica analítica por HPLC; finalmente, para la evaluación de aceptabilidad, empleó el análisis sensorial efectivo con medida de grado de satisfacción de los consumidores o jueces no expertos mediante una evaluación dividida en dos partes: la primera, mediante una prueba de apreciación hedónica con escala de categorización cualitativa; la segunda, el análisis de actitud del consumidor. Los resultados de la caracterización fisicoquímica de los tubérculos frescos demostraron un mayor contenido de proteína (2.11 g/100g), grasas totales (0.53 g/100g), fibra alimentaria (12.85 g/100g) y fructanos (12.00 g/100g) en la variedad roja respecto a la variedad blanca; mientras que los resultados de la caracterización fisicoquímica de la muestra del puré evidenció un mayor contenido en grasas totales (0.75 g/100g), proteína (2.99 g/100g), fibra alimentaria (17.78 g/100g) y fructanos (17.00 g/100g) para el puré variedad roja cocido sin cáscara respecto al puré variedad roja cocido con cáscara, puré variedad blanca cocido con cáscara y sin cáscara. El autor concluyó que a partir de tubérculos de variedad blanca y roja fue posible elaborar un puré con elevado contenido de fructanos; además, las variantes probadas dieron resultado productos con elevado contenido de fructanos. Asimismo, el puré triturado obtenido de tubérculos pelados sometidos a cocción evidenció mayor contenido de fructanos para las dos variedades de topinambur (roja: 17.0 g/100g; blanca: 15.6 g/100g). En tanto el menor valor de fructanos fue cuantificado en los purés preparados con las dos variedades (roja: 8.8 g/100g; blanca: 7.4 g/100g). Por último, indicó que el proceso para elaborar puré utilizando

tubérculos de topinambur, no altera de manera significativa a los fructanos contenidos en los mismos, y las pérdidas registradas muestran valores de 0 % al 16 % dependiendo del ensayo.

Moscoso (2014) determinó la capacidad antioxidante de compuestos bioactivos: fenoles y antocianinas totales de cinco clones de “papa nativa” *Solanum tuberosum* L. y del puré deshidratado, dicha investigación se realizó en la ciudad de Andahuaylas- Perú. Para medir la capacidad antioxidante utilizó la prueba DPPH (radical 2,2difetil-1-picrilhidrazi), asimismo, para medir los compuestos fenólicos utilizó el método de Folin Ciocalteu, mientras que para cuantificar las antocianinas totales usó el método de pH diferencial. El análisis estadístico utilizado fue completamente al azar y comparaciones múltiples. Los clones de papa que el autor estudió fueron 304184-600 (A), 302285-608 (C), 303799-609 (E), 507600-129B (F) y Roja I (H); dentro de estos el clon C demostró mayor capacidad antioxidante y valores elevados de fenoles totales y antocianinas. La capacidad antioxidante encontrada presentó valores elevados de 1738.68-3554.44 ug Equivalente Trolox/g muestra b.s, sin embargo, dichos valores descendieron al someter los clones a un proceso tecnológico y elaborar puré deshidratado registrando valores entre 286.47 y 714.06 ug Equivalente de Trolox/g muestra b.s. Asimismo, el contenido de fenoles totales reflejó el mismo comportamiento, puesto que evidenció un contenido elevado (17025.32 – 27563.68 mg Equivalente de ácido gálico/100 g de muestra b.s.), los cuales disminuyeron llegando a obtener valores entre 5821.2 – 6040.41 mg Equivalente de ácido gálico/100 g de muestra b.s. al ser sometidos a los mismos procesos tecnológicos. Con respecto al contenido de antocianinas totales, los valores mostraron rangos de 194.73 y 1154.37 mg/100 g muestra b.s., los cuales también disminuyeron y obtuvieron valores de 122.75 – 605.24 mg/100 g muestra b.s. Asimismo, los clones denominados H y E, tuvieron un contenido de antocianinas de 194.78 y 194.73 mg/100 g muestra b.s., respectivamente; los cuales estadísticamente fueron iguales para un nivel de significancia del 5 %.

Cruz y Sierra (2015) desarrollaron un puré deshidratado de papa utilizando tres clones candidatos a registro, los cuales fueron cosechados en el municipio de Granada de la ciudad de Bogotá- Colombia. Primero, los tubérculos fueron caracterizados fisicoquímicamente utilizando procedimientos establecidos de almidón disponible, materia seca, cenizas, humedad y vitamina C. Después, utilizando una pre-experimentación definió el índice de

mezcla y el tiempo entre los ingredientes de una formulación definida y las condiciones de rehidratación por medio del índice de solubilidad y de absorción de agua. Luego, el producto deshidratado a 65 °C durante 9 horas fue sometido a pruebas de física, reológica y sensorial. Los resultados mostraron que el CCR4 presentó mayor humedad entre los clones (76.25 %) y el CCR7 obtuvo el mayor valor de porcentaje de cenizas (1.35 %); por otro lado, el CCR2 registró el mayor contenido de vitamina C y almidón disponible con valores de 15.15 mg/100g y 14.13 % respectivamente. Asimismo, la cinética de deshidratación en la VCC registró 2.593 kg agua/kg sólido seco de humedad inicial, 1.281 kg agua/kg sólido seco de humedad crítica con 0.0064 kg agua/min.m² de velocidad constante de deshidratado y una humedad de equilibrio de 0.397 kg agua/kg sólido seco. En la formulación del puré deshidratado el tiempo de mezcla de los ingredientes fue de 10 a 12 minutos. Por otro lado, en la prueba de color, el puré registró un color amarillo opaco. Asimismo, la prueba de textura determinó una similitud con una masticabilidad promedio de 3N.mm en los purés de los CCR. Sin embargo, en la prueba sensorial para el puré rehidratado, el CCR2 logró las mayores calificaciones de sabor y olor, aunque en textura y color el mejor fue el CCR7.

Inca (2015) evaluó las propiedades tecnofuncionales y sensoriales de un puré deshidratado de papa nativa fortificado con quinua y oca realizado en la ciudad de Andahuaylas- Perú. Para su realización, mezcló harinas de papa (HP), oca (HO) y quinua (HQ) pre-cocidas y tamizadas en una malla de 300 micras, cuyas formulaciones oscilaron entre 40 a 70 % de HP, de 20 a 40 % de HQ y de 10 a 30 % de HO, con un total de nueve formulaciones. Posteriormente, evaluó las propiedades tecnofuncionales como el índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA), densidad aparente (DA), temperatura de gelatinización (TG), así como las propiedades sensoriales, las cuales fueron evaluadas por panelistas no entrenados; y a través de un diseño de mezclas, se determinó los intervalos de sustitución de HQ y HO para el puré. Los resultados evidenciaron que el incremento de la cantidad de HP aumenta el IAA, el ISA y la DA (p-value<0.05); por el contrario, el incremento HQ y HO las disminuyen. Asimismo, la TG disminuye con el incremento de la cantidad de HP. Por otro lado, los atributos sensoriales como sabor, olor, color, consistencia y aspecto evaluados por panelistas no entrenados, mostró que la mayoría de las formulaciones logró apreciaciones de “me es indiferente”; mientras que el tratamiento T2, cuya formulación fue 40 % de harina de papa pre cocida de la variedad Yawar Huayco, 30 % de harina de quinua de la variedad blanco de Junín y 30 % de harina de oca de la variedad

zapallo, obtuvo una apreciación de “me gusta”. Además, observó que el incremento de sustitución de HQ incide en bajas aceptaciones en el puré.

Fernández y Martínez (2015) elaboraron en la ciudad de Huacho- Perú una papilla instantánea a base de oca, mashua y leche descremada en polvo, como complemento de la alimentación de niños menores de 3 años. La metodología empleada fue la siguiente: en la toma de la muestra utilizaron el método aleatorio simple al azar, empleando 20.0 kg de oca, 19.0 kg de mashua y 1.5 kg de leche en polvo como muestra representativa. La formulación técnica de la papilla instantánea fue elaborada mediante el método teórico cálculo matemático que fue desarrollado en base a la composición química de las materias primas, lográndose combinar diferentes proporciones de las harinas de oca, mashua y leche descremada en polvo con la finalidad de hallar una proteína de la mezcla de la mejor calidad. Mientras que, para el procesamiento de las materias primas, el método empleado fue deductivo-inductivo, lo cual consiste en una serie de experimentos hasta obtener las variables óptimas del proceso. Para el análisis sensorial, el método empleado fue la escala hedónica en la cual el producto final fue sometido a un panel de evaluación sensorial conformado por 30 jueces (madres) de niños pre-escolares captados en el centro poblado de Paraíso - Huacho, quienes calificaron las papillas formuladas. Los resultados obtenidos mostraron que la fórmula óptima para realizar la papilla fue con harinas de oca y mashua con 15 %/15 % y leche descremada en polvo con 70 %; además, la composición química proximal de dicha fórmula óptima tuvo valores de humedad 5.83 g %, proteína 14.16 g %, grasa 1.110 g %, carbohidratos 62.54 g %, fibra 1.38 g %, cenizas 4.99 g %, calcio 7.23 mg % y fósforo 7.93 mg % respectivamente. Los resultados de los análisis microbiológicos estuvieron dentro de los estándares de calidad y la prueba de preferencia, realizada en niños, obtuvo la calificación de "me gusta" en un 31.3 % (24 niños) ante un "me gusta mucho" 16.3 % (13 niños). Concluyeron que fue posible elaborar papillas con insumos andinos, la cual registró una aceptación favorable en niños menores de 3 años, logrando obtener un producto con proteínas de alto valor biológico, elevada densidad energética y aun costo razonable.

Guardia (2018) obtuvo un puré deshidratado a partir de papa nativa “Yawar Huayco” *Solanum tuberosum* con “quinua negra” *Chenopodium quinoa* Willd. La investigación fue realizada en la ciudad de Huánuco- Perú. Para ello, emplearon una metodología

experimental, asignando proporciones de mezcla de harina de papa y quinua formulando 6 tratamientos. El tratamiento 1 estuvo compuesto por 65 % de harina de papa y 35 % de harina de quinua; el tratamiento 2, por 70 % de harina de papa y 30 % de harina de quinua; el tratamiento 3, por 75 % de harina de papa y 25 % de harina de quinua; el tratamiento 4, por 80 % de harina de papa y 20 % de harina de quinua; tratamiento 5, por 85 % de harina de papa y 15 % por harina de quinua y el tratamiento 6, por 90 % de harina de papa y 10 % de harina de quinua. El análisis estadístico fue tratado mediante el programa SPSS y Excel, mediante el cual realizaron un análisis de varianza, considerando un diseño completamente al azar. Según los análisis físicos que realizó, demostró que al incrementar la cantidad de harina de papa aumenta el índice de absorción de agua, densidad aparente y el índice de solubilidad de agua, caso contrario sucedió al incrementar la cantidad de harina de quinua, lo que produjo que descienda la temperatura de gelatinización. En la evaluación sensorial evaluaron los atributos de sabor, olor, color y apariencia general, los resultados muestran que solo tres tratamientos (tratamiento 4, tratamiento 5 y el tratamiento 6) obtuvieron la escala de apreciación de “aceptable a bueno”. Por otro lado, el tratamiento 6 registró mayor porcentaje de polifenoles totales con un valor de 0.050 mg AGE/g. Asimismo, la capacidad antioxidante en mayor porcentaje la obtuvo el tratamiento 1. Por último, el análisis físico químico del tratamiento 4 registró un pH de 6.84 a 6.82, acidez de 0.0010 % a 0.0012 %, humedad 14.5 %; carbohidratos 74.8 %; proteína 5.1 %; grasa 1.10 % y ceniza 4.5 %. Mientras que el análisis microbiológico registró para aerobios mesófilos 104 ufc/g; levaduras, 102 ufc/g; mohos, 103 ufc/g; coliformes totales, < 10 ufc/g y de *Echerichia coli*, < 10 ufc/g, encontrándose apto para el consumo humano.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Generalidades del “camote” *Ipomoea batatas* (L.) Lam

Según Achata *et al.* (1990), citado por Raudez y Poveda (2004), el camote es un cultivo valioso que se siembra ampliamente en los países en vía de desarrollo y se cultiva en más de cien naciones. En términos monetarios, se considera el quinto cultivo en valor alimenticio. Asimismo, este producto adquiere mayor importancia por el alto potencial de rendimiento y rusticidad que lo hace un alimento barato. Además, tiene mucho valor energético debido a su contenido de almidón, es fuente importante de otros elementos nutritivos como vitamina

A y C, así como de elementos minerales y algunos aminoácidos (Domínguez *et al.*, 1991, citado por Raudez y Poveda, 2004).

a. Origen del camote

El lugar de la domesticación y origen del camote no ha sido definido de manera exacta, sin embargo, considerando los caracteres morfológicos propias del camote y de sus parientes silvestres del género *Ipomoea*, se postuló que el origen fue en algún lugar de la región comprendida entre la península de Yucatán, en México, y la desembocadura del río Orinoco, en Venezuela (Austin, 1988, citado por Yañez, 2002).

b. Formas de uso

El camote presenta raíces que principalmente se usan para consumo humano como la hortaliza en las sopas, para elaborar dulces, obtener almidón, el cual es materia prima para la elaboración de alcohol; también se usa para la alimentación de los cerdos. El follaje sirve de forraje en la alimentación, para la alimentación humana existen cultivos con variedades mejoradas con características medicinales y cualidades alimenticias (Espinola *et al.*, 1998, citados por Raudez y Poveda, 2004). Se deduce que esta raíz tiene diversas formas de utilidad, como insumo directo en la alimentación humana y animal, además, de ser materia prima para la elaboración de dulces y extracción de almidón.

c. Aspectos nutricionales

Según Roquel (2008), el camote contiene un elevado contenido de vitamina A y carbohidratos, por hectárea/día genera más energía comestible en comparación con el trigo, arroz o yuca. Asimismo, tiene una diversidad de usos gastronómicos e industriales como la extracción de almidón, producción de caramelos, alcohol y harina mediante procesos tecnológicos.

En la Tabla 1 se presenta la composición química de las raíces y harina de tres variedades de camote. La variedad de camote blanco contiene mayor contenido de energía, proteína,

carbohidratos, hierro y tiamina. Sin embargo, frente a las demás (camote anaranjado y camote morado), esta presenta un menor contenido de grasa, calcio, retinol y riboflavina.

Tabla 1

Composición química de variedades de camote como raíz y harina (en 100g de producto)

Energía y nutrientes	Camote anaranjado	Camote blanco	Camote morado	Harina de camote
Energía (kcal)	116	119	110	353
Proteínas (g)	1.2	1.7	1.4	2.1
Grasa (g)	0.2	0.1	0.3	0.9
Carbohidratos (g)	27.6	28.3	25.7	84.3
Fibra (g)	1	0.9	0.9	1.8
Calcio (ml)	41	26	36	153
Fosforo (ml)	31	33	40	99
Hierro (mg)	0.8	2.5	1.4	5.7
Tiamina (mg)	0.1	0.14	0.08	0.17
Retinol (eq)	605	9	11	1542
Riboflavina (mg)	0.05	0.04	0.05	0.17
Niacina (mg)	0.63	0.7	0.82	1.67
Ac.ascórbico (mg)	10	12.9	13.6	7.9

Fuente: Espínola et al. (1998), citado por Raudez y Poveda (2004).

d. Generalidades del almidón de camote

Los gránulos de almidón de camote se encuentran en un sistema polimérico semicristalino, donde varía de 15 a 45 % su cristalinidad, el tamaño promedio de estos gránulos es de 10.6 a 16.5 μm , alcanzando la gelatinización a 61.3 °C. El orden de las moléculas en el interior de los gránulos es irreversible y paulatinamente destruido en el proceso de gelatinización, en el proceso de rehidratación, para formar un gel espesante de buena consistencia se necesita ochenta partes de agua por cada cien de harina (Acosta, 2012).

e. Harina de camote

Las harinas de camote es el producto obtenido por procesos de deshidratación, este proceso toma un tiempo de 4 horas hasta alcanzar una humedad no superior al 10 %. La harina al ser un producto deshidratado, en buenas condiciones de envasado y almacenamiento, puede

tener una vida útil hasta de un año, debido al bajo contenido de humedad (5-10 % máximo), valor que reduce las condiciones para el crecimiento microbiano (Acosta 2012).

En la Tabla 2 se muestra el contenido nutricional de la harina de camote por cada 100 gramos realizada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.

Tabla 2

Valor nutricional de harina de camote por cada 100 gramos

Nutriente	Valor	Unidad
Energía	353	Kcal
Proteínas	2.1	G
Carbohidrato disponible	8.3	G
Fibra cruda	1.8	G
Cenizas	2.8	G
Calcio	153	Mg
Fosforo	99	Mg
Vitamina A	709	Mg
Vitamina C	7.9	Mg

Fuente: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (2009).

Para obtener harina de camote de calidad, la materia prima debe estar sana y en buen estado de conservación, libre de hongos. Además, esta harina, debe cumplir ciertas características técnicas: organolépticas y físico-químicas.

En la Tabla 3 se observa las características organolépticas que debe cumplir la harina de camote referente al sabor y olor, color y apariencia, a fin de ser considerado dentro de los productos para el programa Qali Warma.

Tabla 3

Características organolépticas en la harina de camote

Requisito	Especificación
Sabor y olor	Característico. Exento de sabores y olores extraños
Color	Característico
Apariencia	Polvo fluido, sin grumos de ninguna clase considerando la compactación natural del envasado y estibado

Fuente: Ficha técnica de alimentos - modalidad productos, Qali Warma (2016).

En la Tabla 4 se hace referencia los valores máximos de las características físico-químicas que debe cumplir la harina de camote según ficha técnica de alimentos - modalidad productos.

Tabla 4

Característica físico-químicas en la harina de camote

Requisito	Especificación	Referencia
Humedad	Máximo 13 %	NTP 011.500.2009
Ceniza	Máximo 3 %	(revisado 2014)
Fibra cruda	Máximo 2 %	

Fuente: Ficha técnica de alimentos - modalidad productos, Qali Warma (2016).

1.2.2. Generalidades de la “yuca” *Manihot esculenta* Crantz

La planta de yuca puede alcanzar alturas de 5 metros cuando se desarrolla en ecosistemas silvestres, sin prácticas culturales de ninguna naturaleza. Por lo general, si se cultiva, no llega a los 3 metros. Hay que destacar que las raíces de la planta constituyen la parte de mayor importancia comercial; sin embargo, los pequeños agricultores lo cultivan con métodos tradicionales. Debido a que la mayor parte de la producción se comercializa fuera de las fincas productoras y considerando que su consumo es más elevado en las áreas rurales se debe considerar a este producto de vital importancia para la economía familiar de los productores que la cultivan (Cock, 1989).

a. Orígenes

Se le atribuye al continente americano el origen de la yuca, se evidencia una gran extensión de este producto abarcando los trópicos americanos comprendido desde Venezuela y

Colombia hasta el norte de Brasil. La mayor predominancia de la yuca dulce se registra al norte, mientras que la de tipo amargo en la zona de Brasil (Pérez, 2013).

b. Valor nutricional de la yuca

El contenido de materia seca es de 30 a 40 %, lo cual representa una proporción más elevada en comparación con otras raíces y tubérculos. Sin embargo, dicho valor está condicionado a factores tales como la variedad, edad de las raíces al momento de cosecha, las condiciones edafoclimáticas y las fitosanitarias. El 90 % de la materia seca está compuesto por azúcares y el almidón, de los cuales el almidón es el más representativo. Asimismo, el contenido de energía metabolizable varía de 3500 a 4000 kcal/g en la yuca seca, siendo lo más semejante a la harina de maíz (Cock, 1989).

En la Tabla 5 se muestra el contenido de materia seca, carbohidratos y proteínas de algunos tubérculos y raíces. Además, se observa que la yuca contiene mayor porcentaje de materia seca (37.5 %) y carbohidratos (92.5 %) y un menor contenido de porcentaje de proteína (3.2 %) respecto a las otras raíces y tubérculos.

Tabla 5

Contenido de materia seca, carbohidratos y proteína en algunos tubérculos y raíces

Cultivo	Materia seca (%m.s)	Carbohidrato (%m.s)	Proteína (%m.s)
Yuca	37.5	92.5	3.2
Patata	22	85.9	9.1
Batata	30	91	4.3
Ñame	27.6	87.3	8.7
Taro	27.5	84.4	6.9

Fuente: Leslie (1967), citado por Cock (1989).

En la Tabla 6 se presenta una comparación entre la composición nutricional de un kilogramo de yuca, en estado fresca, y los requerimientos diarios de un hombre adulto. Se observa que el contenido de energía representa el 58.4 %; de calcio, el 66 %; de hierro, el 87.5 %; y, de

proteína, el 18.5 %, respecto a los requerimientos diarios de un hombre adulto. Sin embargo, el contenido de vitamina A es demasiado bajo (trazas) respecto a lo requerido (2500 UI).

Tabla 6

Composición nutricional de 1kg de yuca, en comparación con los requerimientos diarios de un hombre adulto

Nutriente	Contenido en yuca fresca	Requeridos
Energía(cal)	1460	2500
Agua(g)	625	
Carbohidratos(g)	347	
Proteína(g)	12	65
Grasa(g)	3	
Calcio(mg)	330	500
Hierro(mg)	7	8
Vitamina A(UI)	Trazas	2500
Tiamina(mg)	0.6	1.2
Riboflavina(mg)	0.3	1.2
Niacina(mg)	6	15
Vitamina c(mg)	360	25

Fuente: Leslie (1967), citado por Cock (1989).

c. Formas de uso

La raíz de yuca puede utilizarse para consumo humano de manera directa, las cuales deberán ser peladas y sometidas a un proceso de cocción previo; como insumo en la alimentación animal, especialmente la parte aérea de la plata (follaje) y como materia prima en la industria alimentaria, para la obtención de almidón, harina, etc.

En la industria alimentaria, la yuca se utiliza para la producción de harina de alta calidad, la cual puede sustituir parcialmente a la harina de trigo, y de otros cereales como el arroz y el maíz. La harina de yuca se destina, además, a las formulaciones para pan, mezclas en tortas, bizcocherías, entre otros. Por último, sirve como excelente materia prima en la elaboración de pegantes y adhesivos (Gallego y García, 2015).

d. Generalidades del almidón de yuca

La importancia de este cultivo industrial radica en su elevado contenido de almidón y su gran proporción de amilosa en comparación con otras fuentes ricas en almidón, además de ser un alimento rico en calorías. El contenido de almidón en la yuca representa la segunda fuente de este nutriente en el mundo después del maíz, el trigo, por delante de la papa, generalmente se usa como almidón nativo, es decir, sin modificar y también se usa modificado, para mejorar sus propiedades de dispersión, gelificación, viscosidad, consistencia, temperatura y cambios de pH se utiliza diversos tratamientos. De esta forma, se podrá usar en diferentes aplicaciones industriales que requieren ciertas propiedades particulares (Aristizábal y Sánchez, 2007).

Los almidones de yuca muestran una forma esférica-truncada. El tamaño de los gránulos es homogéneo, con valores promedio de diámetro de 16,5 μm ; mientras que el contenido de amilosa y amilopectina se encuentran en 17 y 83 %, respectivamente. Además, presenta una elasticidad de 36.2 % pudiéndose incluir en sistemas alimenticios como espesante (Hernández, *et al.*, 2008).

e. Harina de yuca

La harina de la yuca comestible es el producto obtenido mediante un proceso de pulverización y molienda a las hojuelas o pasta de este producto, seguido de una operación de tamizado con el propósito de separar la fibra de la harina. Para obtener harina comestible de “yuca” amarga (*Manihot utilissima* Pohl) antes de dejarlos secar en pasta o trozos pequeños se realiza por varios días un remojo de los tubérculos en agua (CODEX STAN, 1989).

En la Tabla 7 se muestra el valor nutricional de la harina de yuca por cada 100 gramos realizada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, se observa que tiene un elevado contenido de energía (335 kcal), calcio (135 mg) y fósforo (110 mg), sin embargo, el contenido proteico es relativamente bajo (1.7 g).

Tabla 7

Valor nutricional de harina de yuca por cada 100 gramos

Nutriente	Valor	Unidad
Energía	335	Kcal
Proteínas	1.7	G
Carbohidrato disponible	80.9	G
Fibra cruda	1.8	G
Cenizas	2.6	G
Calcio	135	Mg
Fosforo	110	Mg
Vitamina C	13.6	Mg

Fuente: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (2009).

Por otro lado, en la Tabla 8 se hace referencia a los límites máximos que debe cumplir la harina de yuca referente a los caracteres físico-químicos, tales como humedad, ceniza, fibra cruda y ácido cianhídrico.

Tabla 8

Característica físico- químicas en la harina de yuca

Requisito	Especificación	Referencia
Humedad	Máximo 13 %	
Ceniza	Máximo 3 %	NTP 011.500.2009
Fibra cruda	Máximo 2 %	(revisado 2014)
Ácido cianhídrico	Máximo 10 mg/kg	

Fuente: Ficha técnica de alimentos-modalidad productos, Qali Warma (2016).

1.2.3. Puré deshidratado o instantáneo

El puré es una papilla que se elabora con legumbres, hortalizas, frutas u otros alimentos. Por medio de un proceso de cocción y trituración, se obtiene una masa uniforme, libre de impurezas. Antezana (2008), citado por Acosta (2012, p. 30) “Según su consistencia, más o menos espesa, el puré se consume como sopa o guarnición”.

Sin embargo, para la denominación “puré de papas instantáneo” se entiende que el producto ha sido sometido por un proceso de deshidratación, en la cual previamente a la materia prima se le ha retirado la cáscara para someterlo a un proceso de pre-cocción. El producto obtenido

de la deshidratación presenta la forma de copos o gránulos y color característico de la materia prima, registrando una humedad no superior al 8 % para una temperatura de deshidratación de 100- 105 °C (Tessaro, 2014).

La materia prima para realizar este producto pueden ser tubérculos o granos de vegetales, sin embargo, deben presentar una consistencia gelatinosa al rehidratarse o constituirse igual o semejante al clásico puré de papas. Debido a que presenta una consistencia en forma de polvo o copos, reduce parte del trabajo en la elaboración de la receta (Acosta, 2012).

a. Características

Tomando como referencia al puré de patatas instantáneo, el proceso de elaboración de los copos o polvos pasa por un proceso de escaldado. Primero, las patatas cortadas son sometidas a una temperatura de 70 °C. Luego, se deja enfriar hasta alcanzar los 20 °C, posteriormente, la estructura de la papa se rompe para facilitar el mezclado con los aditivos y, por último, se calienta a 150 °C hasta convertir la masa en polvo para ser envasada al vacío (Inca, 2015).

b. Ingredientes de un puré deshidratado

Los ingredientes que se piensan utilizar en la elaboración de un puré se mezclan y homogenizan en la etapa de formulación. Estos son utilizados en forma de polvo, es decir, deshidratados. Por ejemplo, los polvos vegetales son utilizados como saborizante natural. Entre los más destacados tenemos a la cebolla, el ajo y el perejil (Gutiérrez y Reinoso, 2011).

Acosta (2012) elaboró un puré instantáneo utilizando zanahoria blanca y camote. Para elaborar la formulación de este puré, utilizó cinco ingredientes en polvo en diferentes proporciones. A saber: 5 % de leche y sal, 1.4 % de cebolla, 0.4 % de pimienta y 0.2 % de ajo. Por otro lado, Gutiérrez y Reinoso (2011) desarrollaron, a partir de harina de zanahoria blanca, una fórmula para una sopa instantánea con valor nutricional. Se utilizaron dos formulaciones distintas. En la primera fórmula, 5 % de leche descremada, 10 % de sal, 1.2 % de cebolla, 0.2 % de perejil, 0.3 % de ajo. En la segunda, se introdujo solo el 0.1 % de orégano manteniendo los mismos valores de la fórmula anterior.

- Ajo deshidratado

El ajo deshidratado se obtiene mediante la eliminación parcial del agua del mismo (*Allium sativum* L.). El ajo sano, libre de tierra, piel, tallo y raíz, son las principales características de frescura del producto para luego ser rehidratado (Norma Oficial Mexicana-F-250, 1980). (Heredia, 2004, citado por Gutiérrez y Reinoso (2011, p. 41) “El ajo es rico en proteínas, minerales, azúcares y oligoelementos. Habitualmente se lo considera de bajo valor nutritivo debido a la escasa dosis que se incorpora en la dieta diaria” (Tabla 9).

Tabla 9

Información nutricional de polvo de ajo por cada 100 gramos

Nutriente	Unidad	Valor	Minerales	Unidad	Valor
Agua	G	58.58	Calcio	mg	181
Energía	Kcal	149	Hierro	mg	1.7
Proteína	G	6.36	Magnesio	mg	25
Lípidos totales	G	0.5	Fosforo	mg	153
Cenizas	G	1.5	Potasio	mg	401
Carbohidratos	G	33.06	Sodio	mg	17
Fibra alimentaria	G	2.1	Zinc	mg	1.16
Azúcar total	G	1	Cobre	mg	0.29

Fuente: Florencia (2011).

- Cebolla deshidratada

La cebolla deshidratada se puede adicionar directamente a las recetas o preparaciones, sin embargo, esta debe ser rehidratada antes de agregarse a los platillos. Este procedimiento, cabe mencionar, incrementa su potencia. La cebolla constituye la base perfecta para la preparación de carnes, sopas, ensaladas y estofados. Por ello, la cebolla seca saca su sabor más rápido que la cebolla fresca cuando se le agrega a una receta (Heredia, 2004, citado por Gutiérrez y Reinoso, 2011).

- Perejil deshidratado

Las propiedades medicinales que tiene el perejil se perciben en estado fresco. Este producto muy usado en la gastronomía, presenta un aroma y sabor único que lo caracteriza, por tal

motivo es frecuentemente usado en platos al horno, salsas, carnes, albóndigas y pescados (Heredia, 2004, citado por Gutiérrez y Reinoso, 2011).

c. Parámetros de calidad de los purés instantáneos

Las proporciones que tienen los nutrientes al momento de la reconstitución del puré instantáneo varían de acuerdo a la cantidad y tipo de alimento. A continuación, se describe algunos parámetros de calidad y factores que pueden intervenir en la modificación de sus nutrientes en los purés (Velásquez, 2008, citado por Acosta, 2012).

- Ricos en vitaminas B.
- Ricos en carbohidratos alrededor de 75 g por cada 100 g de puré.
- Bajos en colesterol. Para su elaboración se utilizan vegetales deshidratados bajos en grasas saturadas.
- Deben ser de textura sólida. Al cocinarse deben tener una consistencia blanda y homogénea.
- Pueden ser en polvo o en escamas, con buen sabor y color. Además, son rápidos de preparar.
- Sin mermas ni riesgos de contaminación por manipulación.
- Elaborados con un 99.8 % de vegetales u otros alimentos.
- Tienen un tiempo de vida útil de 12 meses. Se deben conservar en lugar fresco y seco a 18 °C y 65 % de humedad relativa.
- Pueden ser reconstituidos con agua hirviendo.
- Deben estar envasados en bolsas de polietileno, selladas y acondicionadas en cajas de cartón corrugado.

d. Calidad microbiológica de un puré deshidratado

Según Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA] (2003), se deberá tomar al menos por cada tipo de alimento una muestra proveniente de los establecimientos de comercialización, preparación y expendio durante la vigilancia sanitaria para ser calificada con los límites más exigentes (m). Para tal efecto se establecieron según su grupo consumidor, elaboración, procesamiento, origen y tecnología aplicada 19 grupos de alimentos. Teniendo en cuenta este criterio, el puré deshidratado se encuentra dentro del

cuarto grupo de alimento (productos deshidratados, liofilizados o concentrados y mezclas), para lo cual se establecen los siguientes criterios microbiológicos según DIGESA.

En la Tabla 10 se describe los microorganismos y los límites que se deben evaluar y tener en cuenta en productos deshidratados como sopas, cremas, salsas y puré de papas de uso instantáneo.

Tabla 10

Parámetros microbiológicos para un puré instantáneo

Sopas, cremas, salsas y puré de papas u otros, de uso instantáneo						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	C	Límite por gramo	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
<i>Escherichia coli</i>	4	3	5	2	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp</i>	10	2	5	0	ausencia	

Fuente: DIGESA (2003).

e. Rehidratación de polvos deshidratados

Al momento de la rehidratación, las características del producto deshidratado determinan el comportamiento del alimento. Esto se registra debido a que cambian las propiedades sensoriales, nutricionales y químicas de un producto deshidratado al momento de ser rehidratado para su consumo (Alban y Figueroa, 2011, citado por Acosta, 2012).

Según Alban y Figueroa (2011) estas son las propiedades de calidad más importantes en un alimento rehidratado:

- Las estructurales como la densidad, la porosidad o el tamaño.
- Las ópticas como el color y la apariencia.
- Las sensoriales como el aroma y el sabor.
- Las nutricionales como el contenido de vitaminas, proteínas o azúcares.

Por otro lado, los factores que influyen en el proceso de rehidratación pueden ser:

- El líquido.
- La temperatura de solución.
- La agitación durante el proceso.
- Las características del producto, entre otros.

1.2.4. Deshidratación de alimentos

La deshidratación de alimentos es uno de los métodos más utilizados en la industria procesadora. Este proceso se realiza con fines de conservación, pero también para obtener productos novedosos, fácil de preparar, transportar, almacenar y consumir (Colina, 2010).

Esta operación unitaria se fundamenta en la reducción de la actividad del agua (a_w) con el propósito de disminuir los procesos de deterioro a los que se somete un alimento (Casp y Abril, 2003, citado por Acosta, 2012). Colina (2010) afirma que cuando se reduce el contenido de humedad de un producto, también se reduce su actividad de agua. En consecuencia, se inhibe o disminuye el desarrollo de microorganismos y la velocidad de las reacciones químicas y enzimáticas.

Cruz y Sierra (2015), durante la operación de deshidratación es complejo conocer el comportamiento de los materiales. Cada material muestra una respuesta distinta a las condiciones de operación, dependiendo de factores como velocidad de aire, tiempo y temperatura. Por tal razón, son de vital importancia las pruebas de deshidratación para poder elegir el tamaño del equipo (Calderón, 2010).

El término “deshidratación” se utiliza porque, en esta operación, no solo se retira el agua que actúa como disolvente o inerte (aspecto que diluye el alimento), sino que también se retira el agua de la constitución de los tejidos que provoca cambios en sus cualidades organolépticas. Por ello, este proceso no se adecua a muchos alimentos. En ese sentido, pueden deshidratarse carnes, pescados, frutas, verduras, hierbas aromáticas, té, café, azúcar, sopas, comidas, especias, etc (Dueñas, 2018).

a. Características de un alimento deshidratado

Se llama alimento deshidratado a aquellos, que mediante un proceso de secado o deshidratación se le extraído una parte o el total del agua que contiene. No obstante, el proceso de deshidratación no modifica los valores nutricionales en comparación a un producto no deshidratado (Sevilla, 2008, citado por Acosta, 2012). Al final del secado las características del producto son muy importantes como se describe en la Tabla 11.

Tabla 11

Características de los alimentos deshidratados

Característica organoléptica	Concepto	Parámetros evaluados
Textura	Es la forma que adquieren los alimentos en la superficie después de ser secados.	Los parámetros evaluados para tener una buena textura son el tipo de pre-tratamiento y la intensidad de aplicación, la reducción del tamaño y el pelado, el escaldado de ciertos alimentos, y las temperaturas elevadas y la velocidad de secado
Aroma	Son los componentes volátiles de los alimentos.	Los parámetros a controlar para obtener un buen aroma son la presión parcial del vapor de agua, factores de deshidratación y por presencia de oxígeno evitar la oxidación de lípidos y vitaminas.
Color	Característica propia que tienen algunos alimentos y que puede variar al ser sometido ha secado.	El cambio de pigmentos (clorofila y carotenos), las elevadas temperaturas y la oxidación de los alimentos son los parámetros a evaluar en un alimento sometido a deshidratación.

Fuente: Acosta (2012).

Al someter un alimento a la deshidratación, se adquiere ciertas ventajas y desventajas. De acuerdo con Colina (2010):

- **Ventajas**
 - Prolonga la vida útil del producto deshidratado sin la necesidad de aditivo.
 - Se puede almacenar a temperatura ambiente.
 - Se reduce el peso y, en ocasiones, el volumen facilitando y reduciendo los costos de empaque.
 - Muestra compatibilidad con otros alimentos en mezclas secas.
 - Se puede rehidratar a la concentración deseada.
 - Menor producción de residuos.
 - Disponibilidad constante a lo largo del año y a precios estables.

- **Desventajas**
 - En algunos casos, hay dificultad para una completa rehidratación.
 - Modificación de la textura en alimentos sólidos.
 - Modificación del sabor, olor y color en algunos productos.
 - Algunos métodos de deshidratación, como la liofilización, presentan costos elevados.

b. Métodos de deshidratación

Existen varios métodos de deshidratación, estos métodos por lo general emplean diferentes tipos de secadores ayudando a maximizar el proceso con el propósito de conservar la vida útil de los alimentos. Para el funcionamiento de estos secadores se emplean técnicas de funcionamiento y medios como calor, aire, frío y ósmosis (Acosta, 2012). A continuación, se describen los métodos de deshidratación propuestos por Colina (2010):

- Deshidratación por aire o deshidratación por convección

El calor requerido para evaporar el agua del producto que se pretende deshidratar, se suministra por aire caliente en contacto directo con el material. Así, se efectúa una transferencia de calor por convección.

- **Deshidratación por conducción**

El calentamiento del producto se realiza por conducción a través del contacto del producto con una superficie caliente. Para este caso, la temperatura de la superficie del producto, expuesta a la fuente de calentamiento, se incrementa constantemente durante la deshidratación y se aproxima a la temperatura de calentamiento.

- **Deshidratación por radiación**

Para este método, el calentamiento del producto se efectúa mediante energía radiante como la infrarroja, dieléctrica o microonda. Al igual que en la deshidratación por conducción, el aire circundante arrastra el vapor del producto.

- **Deshidratación por congelación**

Considerada también como liofilización, en este caso el producto se congela y se somete a un vacío riguroso. Esto conduce a la sublimación del agua del producto y, por tanto, a que el agua se remueve a través del vacío.

c. Parámetros de deshidratación

- **Temperatura de secado**

Para minimizar el efecto de la temperatura de secado se debe tener en cuenta fenómenos químicos y enzimáticos en los alimentos, esto se debe a que muchos alimentos son fácilmente alterados al ser sometidos a la acción del calor. Por ello, se debe medir la temperatura del aire de secado a fin de que los productos no alteren su calidad (Maupoei, 2001, citado por Colina, 2010). Las temperaturas de secado que fluctúan entre los 38 a 71° C, reduce la carga bacteriana. Por lo tanto, se debe comenzar con temperaturas de 45 a 50 °C, y elevar progresivamente hasta 65 o 71 °C, según la clase de fruta o vegetal tratada (Colina, 2010).

- **Tiempo de secado**

El tiempo de secado depende directamente del tipo de secador y de la cantidad de alimento a deshidratar. El tiempo será elevado si el proceso de deshidratación se desarrolla con secadores tipo discontinuo, por el contrario, el tiempo será bajo si dicho proceso se desarrolla con secadores del tipo continuo. Por otro lado, con un secado artificial, la operación se termina en 8 o 10 horas, mientras que al aire se termina en 2 o 3 días (Colina, 2010).

Existen dos tipos de tiempo de secado: uno constante, el tiempo que se demora el alimento en secar en su superficie; y otro decreciente, que abarca hasta el secado del producto hasta su punto central. Resulta necesario señalar que el tiempo de secado depende de varios factores (Tabla 12).

Tabla 12

Factores que intervienen en el tiempo de secado de un alimento

Factor	Consecuencia
Mayor cantidad de agua en el producto	Mayor tiempo de secado
Si son trozos más grandes	Se empleará más tiempo para secar
A temperatura del aire más elevada	Menor tiempo empleado
A una humedad relativa del aire más elevada	Se empleará más tiempo
A mayor velocidad del aire	El tiempo se reduce

Fuente: Colina (2010).

• **Humedad de un alimento**

Colina (2010) establece a la humedad de un alimento como la cantidad de agua que este posee en forma libre o ligada.

- **Humedad del sólido:** Se expresa en porcentaje o en base húmeda, y se define como la relación de kg de agua por kg de sólido. Tiene la ventaja de fluctuar de 0 a 1 o de 0 a 100 (Acosta, 2012).

- **Humedad de equilibrio de un sólido:** Se define como la cantidad de agua presente en el sólido que luego de un tiempo específico llega a un valor de equilibrio (Acosta, 2012).
- **La humedad libre:** Representa la cantidad de agua, que mediante un proceso de deshidratación o secado se puede retirar de un alimento. Esta depende de la temperatura y humedad atmosférica (Acosta, 2012).
- **La humedad ligada:** Es la cantidad de agua que está en equilibrio a una atmósfera saturada (Acosta,2012).
- **La humedad no ligada:** Se refiere al agua no adsorbida, la cual no interactúa con el sólido. La humedad no ligada es la diferencia entre la humedad inicial y la humedad ligada (Tecnología de Alimentos, 2008, citado por Acosta 2012).
- **Actividad de Agua:** La actividad de agua (a_w) de un alimento es la relación entre la presión de vapor del agua del alimento (p) y la del agua pura (p_0) a la misma temperatura (Martínez, 2009, citado por Acosta, 2012).
- **Humedad de equilibrio del aire:** consiste en usar aire relativamente seco para retirar el agua empapada en un sólido (Tecnología de Alimentos, 2008, citado por Acosta, 2012).

1.2.5. Análisis sensorial

El análisis sensorial es una medida de múltiples parámetros tales como la apariencia general, el color, la textura, el olor y el sabor. Esta técnica ayuda a tener una apreciación global de la aceptación o rechazo de un producto sometida a un grupo de consumidores (Fernández, 2006, citado por Fernández, 2008). Para Grández (2008), esta técnica de la ciencia de los alimentos, estudia sus características organolépticas a través de respuestas de un grupo de personas.

Para Fernández (2008), desde la infancia, de forma más o menos consiente y de acuerdo a la sensación que experimenta al ingerirlos y observarlos acepta o rechaza a un alimento, convirtiéndose en una función primaria de los seres humanos. De esa forma según Fernández, el aspecto de calidad incide directamente en la reacción del consumidor (calidad sensorial). Es evidente la importancia económica y tecnológica para acondicionar el éxito o el fracaso producidos en la industria de los alimentos. La comprensión de cómo se relaciona la aceptabilidad global y otros factores con la combinación de variables como la textura, sabor y apariencia determinan las preferencias de manera individual de estos componentes, proporcionando una orientación importante en la elaboración o desarrollo del producto (Fernández, 2008).

El impulso del análisis sensorial está determinado a la necesidad de una respuesta humana clara, reproducible y precisa. Por ello, la información aportada por las evaluaciones de aceptación o rechazo y parámetros físico-químicos acondiciona la valoración sensorial del producto. Para ello haciendo uso de métodos subjetivos de medida y los órganos de los sentidos un grupo de personas expresa sus opiniones sobre parámetros sensoriales, los cuales son traducidos a valores numéricos (Fernández, 2008).

a. Tipos de pruebas sensoriales

Existen varias formas de pruebas organolépticas de acuerdo al tipo de evaluación que se desea realizar. Las pruebas discriminativas, las pruebas efectivas y descriptivas forman las tres principales categorías (Fernández, 2008). En el marco de esta investigación, se utilizarán las pruebas efectivas, específicamente las pruebas de aceptación.

- Pruebas efectivas

Dentro de las pruebas efectivas se encuentran la prueba de aceptación, pruebas de preferencia y las de grado de aceptación (Fernández, 2008). Para medir el grado de aceptación o rechazo de un alimento o producto, la prueba de aceptación es la más utilizada. Para ello en diferente orden, a cada individuo (consumidor potencial) se le presentan muestras individuales el cual las califica sobre una escala hedónica graduada (Encalada, 2017).

La escala más utilizada, la hedónica, se emplea para cuantificar la magnitud del grado de aceptación de un producto. La escala hedónica puede tener una forma y una amplitud variable, sin embargo, dentro de esta calificación la más utilizada es la escala descriptiva mixta, bipolar de nueve puntos, la cual está asociado a un valor descriptivo que manifiesta la intensidad de la sensación de aceptación o de rechazo provocada por el producto sometido a prueba (Fernández, 2008).

A continuación, se presenta la escala de Sancho *et al.*, (1998), la cual tiene una valoración del uno (me disgustó extremadamente) al nueve (me gustó extremadamente) para representar el grado de satisfacción de un producto sometido a prueba de aceptación sensorial.

9. Me gustó extremadamente.
8. Me gustó mucho
7. Me gustó moderadamente
6. Me gustó ligeramente
5. No me gustó ni me disgustó
4. Me disgustó ligeramente
3. Me disgustó moderadamente
2. Me disgustó mucho
1. Me disgustó extremadamente

Entre la degustación de una y otra muestra, lo recomendable es dejar un intervalo de tiempo; mediante el enjuague de boca y al beber el agua se minimiza las características sensoriales de una muestra a otra (Sancho *et al.*, 1998).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

Esta investigación es de tipo experimental, en el cual se realizó manipulación de variables para evaluar el rendimiento, tiempo de deshidrato hasta obtener harina y evaluaciones físico-químicas, donde se determinó la densidad, el porcentaje de acidez, y el porcentaje de humedad. Se evaluó además la calidad microbiológica del puré deshidratado para luego ser sometido a una prueba de aceptabilidad; los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente para su adecuada interpretación (Hernández *et al.*, 2014).

2.1.1. Enfoque, diseño y nivel

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, donde la comprobación de las hipótesis se realizó mediante la recolección de información que se analizaron bajo mediciones numéricas y estadísticas.

Dado que la investigación tiene un enfoque cuantitativo, se llevó a cabo un diseño experimental, en donde se manipuló a dos variables y se observó su relación con las variables independientes. Se realizó la manipulación de variables para evaluar el rendimiento, el tiempo de deshidrato hasta obtener harina y las evaluaciones físico-químicas (densidad, porcentaje de acidez y humedad). Se evaluó además la calidad microbiológica del puré deshidratado para ser sometido a una prueba de aceptabilidad a nivel de consumidor.

El nivel de la investigación fue descriptivo, se buscó determinar cuáles son las formulaciones con mayor influencia, comparar y evaluar, los parámetros fisicoquímicos como densidad, porcentaje de humedad y acidez de las formulaciones de puré deshidratado, así como medir la aceptabilidad (Hernández *et al.*, 2014).

2.2. Lugar y fecha de ejecución

La presente investigación se realizó en el Centro de Desarrollo Agroindustrial y en el laboratorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae Filial Morropón: Chulucanas. En dichas instalaciones se realizaron los análisis fisicoquímicos y sensoriales de las muestras formuladas. Sin embargo, los análisis microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado y el análisis proximal a la muestra de mayor aceptación se realizaron en la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura (ver Apéndice 18).

Geográficamente el lugar de ejecución se encuentra en el distrito de Chulucanas, provincia de Morropón, región Piura, a 5°05'33" de Latitud Sur y 80°09'44" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y a 92 m.s.n.m de altitud.

2.3. Materiales y equipos

2.3.1. Materia prima

Se utilizó como materia prima el camote, de la variedad blanca, y yuca criolla. Estos productos fueron adquiridos en el mercado de la ciudad de Chulucanas.

2.3.2. Materiales, equipos, insumos y reactivo

a. Materiales

- Espátula
- Cuchillo de acero inoxidable
- Bandejas de acero inoxidable

- Bazos precipitados de 500 y 100 ml
- Mortero y chancadora comercial
- Jarras de plástico de 1000 ml
- Ollas de aluminio
- Bolsas de polietileno
- Pinzas
- Papel aluminio
- Guantes quirúrgicos de 7.5 de talla
- Tocas
- Tapa bocas
- Otros: envases de plástico, bolsas chequeras, cucharas descartables, vasos descartables, marcador, lapiceros, agenda, etc.

b. Equipos

- Balanza analítica marca RADWAG (máx. 220g, min. 10mg)
- Balanza digital marca Yumico (min. 200g, máx. 30kg)
- Estufa modelo DHG-9030A. Rango de temperatura: 10-250 °C
- Termómetro: rango de -50 a 300 °C
- Selladora eléctrica modelo KF-300H
- Molino manual marca Corona
- Picadora eléctrica marca Thomas
- Cocina semi-industrial

c. Insumos

- Agua de mesa.
- Hipoclorito de sodio (lejía comercial al 4%)
- Vinagre blanco
- Cebolla deshidratada
- Ajo deshidratado
- Perejil deshidratado
- Pimienta negra en polvo
- Sal

- Glutamato mono sódico (Ajinomoto)

d. Reactivos

- Agua destilada
- Hidróxido de sodio NaOH al 0.1 normal
- Fenolftaleína (indicador)

2.4. Descripción del experimento

2.4.1. Metodología para la obtención del puré deshidratado

Para obtener el puré deshidratado de camote y yuca, se realizó un proceso diferente al propuesto a nivel industrial, debido al equipamiento experimental a nivel de laboratorio disponible, siguiendo los principios teóricos de las operaciones (Tessaro, 2014).

Las diferencias más importantes son:

- Lavado, pelado y selección manual, frente a procesos automatizados de una línea industrial.
- Cocción en agua hirviente versus cocción industrial continua por vapor.
- Deshidratación en horno convencional versus deshidratación industrial en rodillos calefaccionados.

Otra diferencia muy marcada en el proceso de elaboración de un puré deshidratado es la etapa de formulación, ya que existen dos procesos muy marcados. Para Tessaro (2014), antes de la deshidratación se realiza la etapa de formulación, donde los insumos e ingredientes se mezclan con la pasta de los tubérculos previamente cocidos y triturados, y luego ser sometidos al proceso de deshidratación. Sin embargo, para Cruz y Sierra (2015) la etapa de formulación se realiza después de la deshidratación, en la cual se utilizan ingredientes e insumos en polvo o deshidratados.

Por último, en el proceso de obtención de harina pre-cocida de camote y yuca, se evidencia una diferencia en la etapa de pelado debido a las características de la materia prima. Para obtener harina de camote, la etapa de pelado se realiza después de la etapa de cocción, mientras que, para obtener harina de yuca, se realiza antes de la etapa previamente mencionada.

a. Proceso para obtener harina de camote y yuca

Recepción de la materia prima (MP): La recepción de la materia prima se realizó en el Centro de Procesamiento Agroindustrial de la UCSS, la cual fue adquirida del mercado de la ciudad de Chulucanas.

Pesado: Para realizar esta operación se utilizó una balanza de mesa electrónica de la marca Yumico con una capacidad mínima de 200 g y máxima de 30 kg. Los pesos obtenidos fueron registrados en un cuaderno de apuntes.

Selección: Consistió en seleccionar las raíces de camote y yuca que presenten daños mecánicos y podredumbres. Luego se separó la parte afectada, siempre y cuando los daños no sean superiores del 80 % (criterio del evaluador), y aprovechando la parte no afectada.

Lavado y desinfección: La operación de lavado del producto consistió en retirar la tierra y otros elementos extraños con la utilización de agua potable. El procedimiento utilizado fue el siguiente: el lavado se realizó de forma manual con agua potable y con un cepillo de cerdas duras. Las raíces fueron cepilladas cuidadosamente hasta la eliminación total de la suciedad. Las raíces libres de impurezas fueron introducidas en una solución de agua a 30 ppm de hipoclorito de sodio durante 5 minutos.

Escurrido: El objetivo es separar el agua remanente. Inmediatamente después de lavadas las raíces de camotes y yuca, estas fueron colocadas en un recipiente cribado, el cual permitió el escurrido del agua.

Cocción: Las raíces de camote y yuca fueron sometidas a un proceso de cocción por 28 minutos en promedio a temperatura de ebullición. Sin embargo, a las raíces de la yuca se les realizó la etapa de pelado previo a la cocción.

Enfriamiento: Después de la etapa de cocción, las raíces fueron colocadas en una fuente a temperatura ambiente por 15 minutos hasta que sea manipulable el producto y facilite la etapa de pelado como en el caso del camote.

Pelado: En esta etapa se retiró la cascara del producto. Se realizó de forma manual con la utilización de un cuchillo de acero inoxidable.

Trituración: En esta operación se redujo el tamaño de las raíces de camote y yuca previamente cocidas hasta obtener una pasta de textura homogénea. Se realizó de forma manual con ayuda de un mazo.

Colocación en fuentes: La pasta de camote y yuca se distribuyó en tres fuentes, lo más homogéneo posible, de acero inoxidable. Posteriormente fueron introducidos a una estufa.

Deshidratación: Las pastas de camote y yuca distribuidos en las fuentes fueron sometidas a una temperatura de 100 °C en una estufa modelo DHG-9030A. Después de dos horas de iniciado el proceso, se removió la pasta de camote de la superficie de las fuentes con el propósito de que no se adhiera a las fuentes y pueda generar pérdidas.

Molienda: Una vez que la pasta adquirió una textura crocante y quebradiza, se retiró de la estufa para entrar a la etapa de molienda. En esta etapa se utilizó un molino manual de la marca Corona. El proceso de molienda se realizó por triplicado hasta obtener harina de finos copos.

Envasado y sellado: La harina de camote y yuca se envasó en bolsas de polietileno para luego ser sellado con una selladora modelo KF-300H.

b. Proceso de deshidratación de ingredientes

Para la formulación del puré deshidratado se utilizó seis ingredientes, tres de ellos fueron deshidratados por no encontrarse en el mercado en aquella presentación.

- **Ajo deshidratado**

La materia prima fue adquirida en el mercado de la ciudad de Chulucanas. Se compró medio kilogramo para su posterior deshidratación, el cual se realizó siguiendo las siguientes operaciones:

Recepción: Esta operación se realizó en el centro de procesamiento agroindustrial de la UCSS.

Pesado: Se realizó en una balanza de mesa electrónica de la marca Yumico, con una capacidad mínima de 200 g y máxima de 30 kg, el cual registró 0.490 kg de peso neto de 0.5 kg adquirido en el mercado.

Lavado y desinfección: Se utilizó agua potable para el lavado, el cual se realizó de manera manual. Para la desinfección, se preparó una solución de agua a 30 ppm de hipoclorito de sodio al 4 %. Luego, se introdujo la materia prima ya lavada por cinco minutos.

Pelado: Esta operación se realizó de forma manual hasta retirar toda la cáscara del producto. Posteriormente, se pesó dicha cáscara logrando registrar un 0.055 kg.

Triturado: Consistió en reducir el tamaño de la materia prima lo más pequeño posible. Esto se realizó de manera manual con la ayuda de una chancadora de ajos.

Colocación en fuentes: La masa de ajo triturada se distribuyó sobre una fuente de acero inoxidable para su posterior deshidratación.

Deshidratación: La masa de ajo distribuida sobre la fuente de acero inoxidable se introdujo a una estufa previamente programada y calentada a 60 °C por 5 horas hasta obtener una textura crocante y quebradiza.

Molienda: La masa procedente de la deshidratación pasó por un proceso de molienda realizada con un molino manual de la marca Corona hasta obtener finas partículas de ajo (harina).

Envasado: El producto ya molido se envasó en una bolsa de polietileno, el cual fue sellado con una selladora y posteriormente pesado para evaluar rendimientos.

- **Cebolla deshidratada**

La cebolla de la variedad blanca se adquirió del Centro Comercial Precio Uno de la ciudad de Chulucanas. Se compró 1 kg. para su posterior deshidratación con la utilización del siguiente diagrama de operaciones:

Recepción: La recepción de la materia prima se realizó en el centro de procesamiento agroindustrial de la UCSS.

Pesado: Esta operación se realizó en una balanza de mesa electrónica de la marca Yumico con una capacidad mínima de 200 g y máxima de 30 kg. Se registró 1.056 kg.

Selección: Consistió en separar aquella cebolla en mal estado. Se logró registrar 88 g de 1056 g procesados.

Lavado y desinfección: Se realizó con agua potable de forma manual hasta retirar algunas impurezas ajenas al producto, posteriormente se introdujo por 5 minutos dicha MP en una solución de agua a 30 ppm de hipoclorito de sodio.

Pelado: Se realizó de forma manual con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable. La cáscara obtenida fue pesada para medir rendimientos.

Acondicionamiento: Esta operación consistió en reducir a la cebolla en pequeños y finos trozos. Se realizó de forma manual con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable. Posteriormente, se le adicionó vinagre blanco para evitar posible oxidación en el proceso de deshidratación.

Colocación en fuentes: La cebolla, previamente acondicionada, se la distribuyó de manera uniforme en tres fuentes de acero inoxidable para su posterior deshidratación.

Deshidratación: Las tres fuentes se introdujeron a la estufa previamente calentada y programada a 60 °C por 18 horas. A dos horas de iniciado el proceso de deshidratación, se removió la cebolla evitando que se adhiriera a las fuentes.

Molienda: La cebolla obtenida del proceso de deshidratación pasó por un proceso de molienda, el cual fue realizado en un molino manual de marca Corona hasta obtener harina.

Envasado y sellado: el producto obtenido de la molienda fue envasado en una bolsa de polietileno para posteriormente ser sellado con una selladora modelo KF-300H.

- **Perejil deshidratado**

Esta materia prima fue adquirida en el mercado de Chulucanas en el área de verduras. Se compró la cantidad de 356 g de dicho producto para ser deshidratado siguiendo el siguiente flujo de operaciones:

Recepción: la recepción de la materia prima se realizó en el centro de procesamiento agroindustrial de la UCSS, sede Chulucanas.

Pesado: Esta operación se realizó en una balanza de mesa electrónica de la marca Yumico con una capacidad mínima de 200 g y máxima de 30 kg. Se registró 356 g de perejil.

Lavado y desinfección: Se utilizó agua potable para retirar partículas extrañas al producto. Posteriormente se introdujo, en una solución de agua a 30 ppm de hipoclorito de sodio por cinco minutos.

Acondicionamiento: El perejil previamente escurrido pasó por un proceso de acondicionamiento, se retiraron las hojas y los cogollos de las ramas de perejil para ser deshidratadas, y se registró el peso de los tallos de las ramas de perejil.

Colocación en fuentes: Las hojas y los cogollos de perejil se distribuyeron uniformemente en tres fuentes de acero inoxidable para ser introducidos a la estufa.

Deshidratación: Las tres fuentes fueron introducidas a una estufa calentada y programada a 60 °C por cinco horas hasta obtener una textura crocante y quebradiza.

Molienda: El perejil deshidratado pasó por un proceso de molienda, el cual se realizó en un molino manual de la marca Corona hasta obtener harina.

Envasado y sellado: El producto obtenido fue envasado en una bolsa de polietileno para ser sellado y pesado.

c. Formulación del puré deshidratado

Una vez obtenida la harina pre-cocida de yuca y camote, el ajo, la cebolla y el perejil en polvo, se procedió a las formulaciones del puré deshidratado. En esta etapa se emplearon los siguientes ingredientes:

- Cloruro de sodio (sal de mesa).
- Ajo deshidratado.
- Perejil deshidratado.
- Cebolla deshidratada.
- Pimienta negra en polvo.
- Glutamato mono sódico.

Para definir la proporción de cada ingrediente, se tomó las referencias de trabajos de investigaciones relacionados al tema. Sin embargo, se tuvo que variar dichas proporciones por la intensidad y el déficit de sabor que se percibía en algunos de los ingredientes.

En la Tabla 13 se muestran las distintas formulaciones realizadas hasta la proporción más adecuada para un tratamiento escogido al azar (70 % de yuca y 30 % de camote).

Tabla 13

Proporción de ingredientes para definir la formulación más aceptable

Ingredientes	Formulación 01	Formulación 02	Formulación 03
Cloruro de sodio	2.42 %	3.50 %	4 %
Ajo deshidratado	0.20 %	0.03 %	0.03 %
Perejil deshidratado	0.20 %	0.10 %	0.10 %
Cebolla deshidratada	1.40 %	0.10 %	0.10 %
Pimienta negra	0.34 %	0.05 %	0.05 %
Glutamato mono sódico	0 %	0.05 %	0.05 %

Fuente: Cruz y Sierra (2015), Acosta (2012), Gutiérrez y Reinoso (2011).

En la primera formulación, se tomó como referencia el estudio realizado por Cruz y Sierra (2015), en el cual utilizó 2.42 % de cloruro de sodio y 0.34 % de pimienta negra en la elaboración de un puré deshidratado de papa criolla. Además, tomando como referencia al estudio realizado por Acosta (2012), se utilizó 1.4 % de cebolla en polvo y 0.2 % de ajo en polvo. Por último, se utilizó 0.2 % de perejil en polvo, porcentaje utilizado por Gutiérrez y Reinoso (2011) en la formulación de una sopa instantánea a partir de harina de zanahoria blanca.

En la segunda formulación, se aumentó la proporción de cloruro de sodio. Además, se disminuyó la proporción de pimienta negra, ajo, perejil y cebolla deshidratada por sentirse demasiado su sabor. Por último, se adicionó un sexto ingrediente glutamato mono sódico para mejorar el sabor del puré deshidratado.

En la tercera formulación, solo se aumentó la proporción de cloruro de sodio, debido a que no se percibía su sabor (criterio del tesista y asesor). El resto de valores para los demás ingredientes permanecieron constantes, siendo la fórmula tres la que se empleó en la elaboración de los tratamientos propuestos en esta investigación.

Una vez definida la proporción de ingredientes (formulación 03), se procedió a la formulación de los tratamientos (120 g/tratamiento) definidos como la proporción de mezcla

de yuca y camote para ser rehidratados a diferentes proporciones de agua. La fórmula tres representa el 4.33 % para todos los ingredientes; considerando 120 g de formulación, esta proporción de ingredientes representó 5.2 g, la diferencia (114.8 g) se formuló considerando la proporción de mezcla de yuca y camote (Tabla 14).

Tabla 14

Proporción de mezcla de yuca y camote para 120 gramos de puré deshidratado

INSUMOS/PROP ORCION	70 % YUCA- 30 % CAMOTE	50 % YUCA- 50 % CAMOTE	30 % YUCA- 70 % CAMOTE
YUCA	80.36 g	57.4 g	34.44 g
COMOTE	34.44 g	57.4 g	80.36 g
INGREDIENTES	5.2 g	5.2 g	5.2 g
TOTAL	120 g	120 g	120 g

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se observa el diagrama de flujo utilizado en la elaboración del puré deshidratado de yuca y camote, este proceso comenzó con la recepción de la materia prima para luego ser pesado y seleccionado, en la etapa de selección se registró un 4 % de descarte ocasionado por daños mecánicos y podredumbres, la materia prima se desinfecto con hipoclorito de sodio a 30 ppm para posteriormente seguir con las demás etapas del proceso.

En la etapa de formulación se adicionó todos los ingredientes utilizados, sal de mesa, ajo, cebolla, perejil y pimienta negra en forma deshidratada, por último, el ajinomoto. Las proporciones de estos ingredientes fueron definidos en la tabla 13, tercera formulación; así mismo la proporción de mezcla de camote y yuca se definió de acuerdo a los tratamientos establecidos,

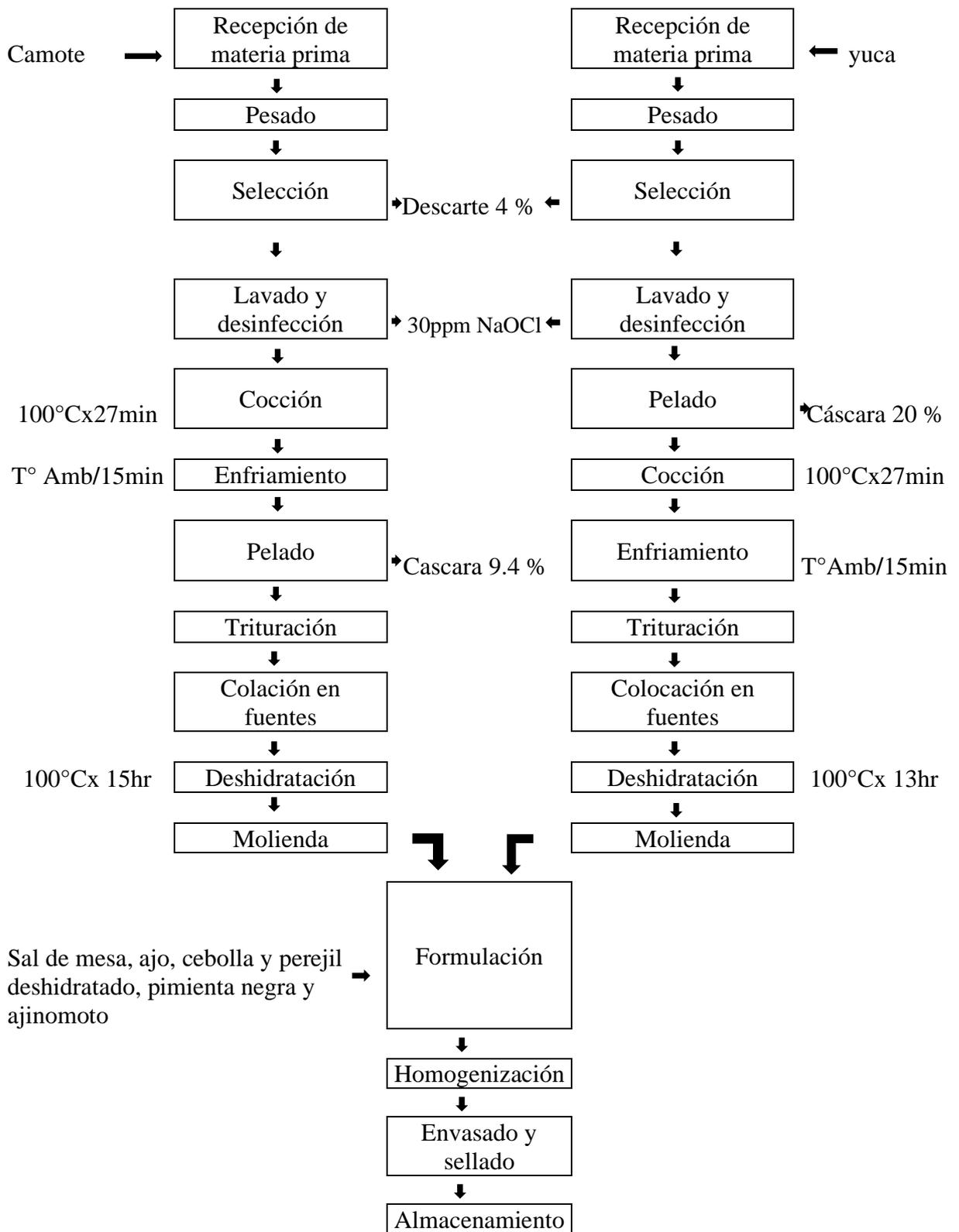


Figura 1. Diagrama de flujo del puré deshidratado de yuca y camote.
Fuente: Elaboración propia.

2.4.2. Metodología para obtener los parámetros físico-químicos

a. Humedad

El porcentaje de humedad se determinó mediante el método gravimétrico por duplicado. Dicho parámetro se realizó a las harinas de yuca y camote y a los nueve tratamientos (proporción de mezcla de yuca y camote) siguiendo la siguiente metodología:

- Se colocó dos placas Petri previamente identificadas con un marcador a la estufa calentada y reseteada a 105 °C por 30 minutos. Posteriormente, con pinzas, se trasladó dichas placas a un desecador por diez minutos para su enfriamiento.
- Haciendo uso de una balanza analítica, se pesó 5 g de muestra en las placas Petri para posteriormente introducirlas a la estufa a 105 °C de temperatura por cuatro horas.
- Utilizando pinzas, se sacó las placas Petri de la estufa para colocarlas en un desecador con sílica de gel por diez minutos. Luego, se procedió a pesar en la balanza analítica. Los datos registrados se introdujeron en la siguiente formula:

$$\%HUMEDAD = \frac{(W_{mo} - W_{mf})}{W_{mo}} \times 100$$

Donde:

W_p : peso de la placa Petri, en g.

W_{mo} : peso de la muestra inicial, en g.

W_{mf} : peso de la muestra final, en g.

$$W_{mo} = W(p + m_o) - W_p$$

$$W_{mf} = W(p + m_f) - W_p$$

b. Porcentaje de Acidez

El porcentaje de acidez se realizó empleando el método de acidez titulable, midiendo las materias primas principales (harina de yuca y camote) y los nueve tratamientos (proporción

de mezcla de yuca y camote) por triplicado. Dicho parámetro se realizó con el siguiente procedimiento:

- Se vertió 30 ml de agua destilada en un vaso precipitado de 50 ml.
- Utilizando la balanza analítica, se pesó 3 g de muestra.
- Se disolvió los 3 g de muestra en los 30 mm de agua destilada y se homogenizó.
- Se le adicionó tres gotas de fenolftaleína como indicador.
- Luego se midió el gasto de hidróxido de sodio al 0.1 normal con un factor de corrección de 0.9925. Los datos registrados fueron introducidos en la siguiente fórmula.

$$\% \text{ ACIDEZ} = \frac{\text{Gasto} * 0.1 * \text{meq ácido cítrico} * 100 * \text{factor de corrección}}{\text{peso de la muestra}}$$

c. Densidad

Este parámetro se midió por triplicado a todas las muestras y se empleó la relación masa - volumen.

- En una probeta graduada a 50 ml se le adicionó cada una de las muestras hasta ocupar en su totalidad dicho volumen.
- Haciendo uso de la balanza analítica se pesaron las muestras. Los datos registrados fueron introducidos en la fórmula siguiente:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

2.4.3. Metodología para la calidad microbiológica

El análisis microbiológico se realizó a las nueve formulaciones de puré deshidratado. Este servicio lo realizó el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura. Los microorganismos analizados fueron de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 615- 2003 SA/DM (DIGESA, 2003) para Aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Salmonella* sp. (Tabla 10). A continuación, se describe la metodología empleada por este laboratorio para aerobios mesofilos y *Salmonella*.

a. Metodología para aerobios mesófilos

Para el recuento de aerobios mesófilos el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura siguió el siguiente procedimiento de acuerdo a la norma técnica mexicana NOM-092-SSA1-1994:

- Distribuyeron las placas Petri sobre la mesa de trabajo, de manera que la inoculación, la adición de medio de cultivo y homogenización se pueda realizar cómodamente. Luego, identificaron las placas con los datos pertinentes y corrió por duplicado.
- Inocularon las diluciones de las muestras preparadas en las placas Petri para posteriormente agregar 12 a 15 ml del medio preparado. Se mezcló con seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos en sentidos de las manecillas del reloj, seis movimientos en sentido contrario y seis de atrás a delante hasta lograr una completa incorporación del inculó en el medio.
- Incluyeron en una caja sin inocular por cada muestra de medio y diluyente preparado como testigo de esterilidad.
- Incubaron las placas Petri en posición invertida a 35 °C por 48 horas.
- Para la lectura, seleccionaron aquellas placas donde aparezcan entre 25 a 250 UFC para disminuir su error en el conteo.

- Contaron todas las colonias desarrolladas en las placas Petri, excepto las de mohos y levaduras. Se hizo uso del microscopio para resolver los casos en los que no se pudo distinguir las colonias de las pequeñas partículas de alimento.

b. Metodología para *salmonella* sp.

Tomaron de referencia a la Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, utilizándose el siguiente procedimiento:

Preparación de la muestra:

- El siguiente método se basa en el análisis de 25 g de la muestra analítica en una proporción de 1:9 de muestra/caldo.
- Pesaron asépticamente 25 g de la muestra en un vaso estéril de licuadora. Se adicionó 225 ml del medio caldo lactosado hasta mezclar homogéneamente.
- Transfirieron a un recipiente de boca ancha con tapa de rosca y se dejó reposar por 60 min a temperatura ambiente. Se mezcló bien y se midió el pH hasta ajustarlo a 6.8 con hidróxido de sodio 1N estéril.
- Se incubó a 24 ± 2 h a 35 °C.

Aislamiento de salmonella

- Transfirieron 1 ml de la mezcla a un tubo que contenga 10 ml de caldo selenito cistina.
- Incubaron de 18 a 24 horas a 35 °C.
- Mezclaron el tubo de caldo selenito cistina y se estrió en agar xilosa lisina desoxicolato (XLD) y agar verde brillante (VB).

- Incubaron las placas durante 24 horas a 35 °C.
- Examinaron las placas para investigar la presencia de colonias típicas de salmonella considerando las siguientes características: agar XLD, colonias rosas o rojas que pueden ser transparentes con o sin centro negro; agar VB, colonias rojas o rosas que pueden ser transparentes rodeadas por medios enrojecidos.

2.4.4. Metodología para el análisis sensorial

Con el propósito de conocer la aceptabilidad del puré deshidratado se realizó una evaluación sensorial por medio de una prueba afectiva (escala hedónica verbal de 1-09) a nivel de consumidor. Se reclutó a 35 consumidores habituales o potenciales de puré, los cuales fueron alumnos del primero, segundo y octavo ciclo de Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio. La prueba de aceptación sensorial se realizó de la siguiente manera.

a. Proceso de rehidratación del puré deshidratado

Para la rehidratación del puré deshidratado se utilizó diferentes proporciones de agua (1-4, 1-4.5 y 1-5), respecto a la cantidad de puré deshidratado (120 g por tratamiento), es decir para rehidratar 120 g de puré deshidratado en la proporción 1-4, se adicionó 4 veces la cantidad a rehidratar en agua lo que equivale a 480 ml, de igual manera para la proporción 1-4.5, se adicionó 540 ml de agua, la misma condición se aplicó a la relación 1-5, agregándole 600 ml de agua (Tabla 15).

Tabla 15

Proporción de harina- agua en el proceso de rehidratación

FACTOR	CANTIDAD A REHIDRATAR	CANTIDAD DE AGUA
1-4	120 g	480 ml
1-4.5	120 g	540 ml
1-5	120 g	600 ml

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de rehidratación se llevó a cabo mediante el siguiente procedimiento:

- En tres ollas pequeñas se adicionó la proporción de agua por tratamiento hasta que alcance temperatura de ebullición.
- Una vez alcanzado la temperatura de ebullición (100 °C), se adicionó las diferentes formulaciones de puré deshidratado y se removió a medida que se introducía dicho puré para evitar la formulación de grumos.
- Una vez adicionado todo el puré (1 minuto después de alcanzar la ebullición), se dejó dos minutos más a dicha temperatura.
- Se dejó enfriar a temperatura ambiente por dos minutos. Luego se sirvió en envases pequeños.

b. Codificación de los tratamientos

A cada tratamiento se le asignó un código de tres dígitos, el cual fue obtenido de un codificador de números aleatorios *on line*. El código se colocó a cada envase en el cual fue envasado el puré para cada tratamiento (Tabla 16).

Tabla 16

Códigos asignados aleatoriamente por el codificador on line para cada tratamiento

Tratamiento	Código
T1	367
T2	548
T3	765
T4	437
T5	925
T6	634
T7	821
T8	192
T9	299

Fuente: Elaboración propia.

c. Envasado del puré

Después del proceso de rehidratación del puré se procedió al envasado del puré preparado, mediante la siguiente metodología.

- Se distribuyó 35 envases de plástico previamente codificados.
- Se adicionó una cucharada de puré preparado a cada envase (10 g aprox.).
- Se procedió al sellado de los envases y se colocó un envase por cada tratamiento en bolsas chequeras de color blanco (nueve envases por bolsa chequera).
- A cada bolsa chequera se le colocó nueve cucharas descartables.

d. Prueba de aceptación a nivel de consumidor

La prueba de aceptación a nivel de consumidor fue aplicada a 35 personas, los cuales fueron alumnos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio de los ciclos (I, II, VIII) distribuidos en tres grupos. Se realizó el siguiente procedimiento.

- Se escogió un aula bien iluminada.
- Se explicó la ficha de evaluación sensorial de manera clara y objetiva.
- Se procedió a repartir a cada consumidor la ficha de evaluación sensorial.
- A cada consumidor se le entregó una bolsa chequera blanca la cual contenía nueve envases pequeños codificados (muestras a evaluar), nueve cucharas descartables (una por cada muestra).
- A cada consumidor se entregó un vaso con agua de mesa para ser utilizado al término de cada muestra evaluada.

2.5. Tratamientos

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron dos factores: la proporción de mezcla yuca y camote (factor A) y la proporción de harina y agua para la rehidratación del puré deshidratado (factor B). Asimismo, en cada factor se utilizó tres niveles como observa en la Tabla 17.

Tabla 17

Factores y niveles considerados en la investigación

Factor A: Proporción de mezcla de yuca y camote	Factor B: Proporción de harina y agua para la rehidratación del puré
A1: 70 % yuca y 30 % camote	B1: 1-4
A2: 50 % yuca y 50 % camote	B2: 1-4.5
A3: 30 % yuca y 70 % camote	B3: 1-5

Fuente: Elaboración propia.

De la combinación de los factores A y B (proporción de mezcla de harina de camote y yuca y proporción de agua y harina para la rehidratación del puré), respectivamente, se estructuraron nueve tratamientos que se detallan en la Tabla 18.

Tabla 18

Tratamientos utilizados a nivel experimental

Factores	Yuca 70 %-camote 30 % (A1)	Yuca 50 %-camote 50 % (A2)	Yuca 30 %-camote 70 % (A3)
1-4 (B1)	T1	T2	T3
1-4.5 (B2)	T4	T5	T6
1-5 (B3)	T7	T8	T9

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 19 se observa la distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, por ejemplo, el T1 está compuesto por los factores A1 y B1, y las muestras se analizarán por triplicado (R1, R2 y R3).

Tabla 19

Distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones

TRATAMIENTOS								
T1 (A1B1)	T2 (A2B1)	T3 (A3B1)	T4 (A1B2)	T5 (A2B2)	T6 (A3B2)	T7 (A1B3)	T8 (A2B3)	T9 (A3B3)
R1								
R2								
R3								

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la Tabla 20, se muestra la forma como se realizará el procesamiento de los datos, considerando al consumidos como bloque a los cuales se les distribuirá las nueve muestras (tratamientos).

Tabla 20

Distribución de los tratamientos por cada consumidor o bloque

Bloques/Consumidores	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1									
2									
...									
35									

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Unidades experimentales

La unidad experimental fue de 120 g de mezcla de camote y yuca, cuya proporción se delimitó de acuerdo a los tratamientos establecidos. Se realizaron 3 repeticiones por tratamiento, resultando un total de 27 unidades experimentales.

2.7. Identificación de variables y su mensuración

Variables independientes

- Proporción de mezcla de yuca y camote
- Proporción de harina y agua para la rehidratación del puré

Variable dependiente

- Densidad
- Porcentaje de humedad
- Acidez
- Calidad microbiológica
- Aceptabilidad a nivel de consumidor para: color, sabor, textura y aspectos generales
- Composición química proximal

2.8. Diseño estadístico

Para la obtención de los datos fisicoquímicos de los nueve tratamientos, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3^2 , con tres repeticiones por tratamiento y para la realización de las pruebas de aceptabilidad, a nivel de los consumidores, se utilizó un diseño de bloques completos aleatorios, con 2 sesiones de evaluación.

El modelo estadístico del arreglo factorial 3^2 , es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ : Representa el efecto medio global.

α_i : Representa el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor A.

β_j : Representa el efecto incremental sobre la media causado por el nivel j del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Representa el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i del factor A y el nivel j del factor B.

ε_{ij} : Representa el término de error.

En la Tabla 21 se muestra el modelo para realizar el análisis de varianza, donde se describe el factor variable (FV), la suma de cuadrados(SC), la media cuadrática(MC) y el valor F.

Tabla 21

Tabla ANOVA para el Modelo factorial

F.V	S.C	G.L	M.C	F
Factor A	SCA	a-1	CMA	CMA/CMR
Factor B	SCB	b-1	CMB	CMB/CMR
AxB	SC(AB)	(a-1)(b-1)	CM(AB)	CM (AB)/CMR
Residual	SCR	ab(r-1)67563	CMR	
TOTAL	SCT	ab-1	CMT	

Fuente: López y Gonzales (2014)

Así mismo el modelo estadístico del diseño de bloques completos aleatorios es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + u_{ij} \quad i = 1,2, \dots, I ; j = 1,2, \dots, J$$

Donde:

μ: Representa el efecto constante. media global.

t_i: Representa el efecto producido por el nivel i-ésimo del factor principal.

β_j: Representa el efecto producido por el nivel j-ésimo del factor bloque.

u_{ij}: Representa a la variable aleatoria independiente con distribución $N(0, \sigma)$.

Tabla 22

Tabla ANOVA para el diseño de bloques completos aleatorios

F.V	S.C	G.L	C.M	F
Entre tratamientos	SCTr	I-1	CMTr	CMTr/CMR
Entre bloques	SCB	J-1	CMB	CMB/CMR
Residual	SCR	(I-1)(J-1)	CMR	
TOTAL	SCT	IJ-1	CMT	

Fuente: López y Gonzales (2014)

2.9. Análisis de datos

Una vez recopilado los datos experimentales, fueron analizados en el paquete estadístico SPSS versión 23 (Statistical Product and Service Solutions), el mismo que permitió realizar el análisis de la varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5 % y el análisis

estadístico a posteriori, en caso los efectos de los factores evaluados resulten significativos, considerando el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas. Los análisis fueron complementados con la elaboración de gráficos y tablas que permitirán una mejor interpretación de los resultados.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de los análisis físico-químicos: densidad, porcentaje de humedad y acidez de las formulaciones de puré deshidratado. Asimismo, se describirán los resultados del análisis de la calidad microbiológica realizada a los nueve tratamientos, donde se evaluó Aerobios Mesófilos, *Escherichia coli* Escherich, *Staphylococcus aureus* Rosenbach, *Bacillus cereus* Cohn, *Salmonella* Lignieres, en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura. Por otro lado, se presentarán los resultados de la composición química proximal del puré deshidratado de mayor aceptación, producto de la evaluación sensorial, evaluando carbohidratos, proteína, extracto eterio (grasa), ceniza, calorías y humedad. Además, se describirá el flujo de proceso para la obtención del puré deshidratado y, por último, se presentarán los resultados de las evaluaciones sensoriales de las formulaciones de puré, realizada a nivel de consumidor, evaluando color, sabor, textura y apariencia general.

3.1.1. Resultados del análisis físico-químico

Las variables que se midieron fueron el porcentaje de acidez y de humedad, y la densidad, con la metodología descrita en el capítulo anterior. En primer lugar, dichas variables se midieron a la harina pre-cocida de yuca y camote; posteriormente, al puré deshidratado. Todas estas medidas se realizaron por duplicado.

a. Análisis fisicoquímico de la harina pre-cocida de yuca y camote

Los resultados muestran que existe una gran diferencia de 0.505 en el porcentaje de acidez, entre la harina pre-cocida de camote y la de yuca. El porcentaje de humedad manifestó una

diferencia de 1.405 entre estas dos harinas pre-cocidas. Por último, en la variable de densidad, no existe una gran diferencia entre ambas harinas, solo un 0.01 de diferencia (Tabla 23).

Tabla 23

Resultados fisicoquímicos de la harina pre-cocida de yuca y camote

Insumo	% acidez			% humedad			densidad		
	R1	R2	PROM.	R1	R2	PROM.	R1	R2	PROM.
Harina yuca	0.34	0.36	0.35	5.28	5.2	5.24	0.84	0.85	0.845
Harina camote	0.85	0.86	0.855	3.72	3.95	3.835	0.83	0.84	0.835

Fuente: Elaboración propia.

b. Porcentaje de acidez del puré deshidratado

En la Tabla 24, se observa que la proporción de mezcla de yuca y camote influye altamente en el porcentaje de acidez ($p=0.000<0.05$). Por otro lado, la proporción de harina-agua no influye de manera significativa en el porcentaje de acidez ($p=0.835>0.05$). Por último, se observa que la interacción entre ambos factores sí influye ($p=0.000<0.05$) en dicha variable.

Tabla 24

Resultados del análisis de varianza del porcentaje de acidez

Análisis de la varianza del porcentaje acidez						
Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Proporción mezcla yuca-camote	2	0.361	0.181	459.584	0.000	
Proporción harina-agua	2	0.003	0.001	0.181	0.835	
Interacción	8	0.367	0.046	138.525	0.000	
Error	41	0.07				
Total	53	0.798				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 25, se muestran los resultados del análisis post-ANOVA del porcentaje de acidez en el factor proporción de mezcla. Esta indica, que la significancia es menor a 0.05 (0.00), por lo que existe diferencia significativa, en el valor medio de todas las comparaciones, de las proporciones de mezcla de yuca y camote.

Tabla 25

Resultados del análisis post- ANOVA del porcentaje de acidez en la proporción de mezcla de yuca y camote

Análisis post varianza de la acidez				
Variable dependiente	Factor		DM	SIG
	Prop. Mezcla			
	70% Yuca-30% Camote	50% Yuca-50% Camote	-0.1239	0.000
		30% Yuca-70% Camote	-0.1983	0.000
% acidez	50% Yuca-50% Camote	70% Yuca-30% Camote	0.1239	0.000
		30% Yuca-70% Camote	-0.744	0.000
	30% Yuca-70% Camote	70% Yuca-30% Camote	0.1983	0.000
		50% Yuca-50% Camote	0.0744	0.000

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26, se observa que el tratamiento nueve tiene mayor porcentaje de acidez, con un valor medio de 0.7467 y una desviación estándar de 0.01. Además, los tratamientos tres y seis tienen igual porcentaje de acidez media de 0.74 con una desviación estándar de 0.02. Por otro lado, el tratamiento cuatro tiene el menor porcentaje de acidez media de 0.53 con una desviación estándar de 0.01, en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 26

Resultados del porcentaje acidez media por cada tratamiento

Tratamiento	Prop. Mezcla	N	Media	Desv. estándar
T1	70-30-1-4/A1B1	6	0.5517	0.01835
T2	50-50-1-4/A2B2	6	0.6867	0.01033
T3	30-70-1-4/A3B3	6	0.7400	0.02191
T4	70-30-1-4.5/A4B4	6	0.5300	0.01789
T5	50-50-1-4.5/A5B5	6	0.6567	0.02251
T6	30-70-1-4.5/A6B6	6	0.7400	0.02191
T7	70-30-1-5/A7B7	6	0.5500	0.01789
T8	50-50-1-5/A8B8	6	0.6600	0.01789
T9	30-70-1-5/A9B9	6	0.7467	0.01033

Fuente: Elaboración propia.

c. Porcentaje de humedad del puré deshidratado

En la Tabla 27, se observa que la proporción de mezcla de yuca y camote influye altamente ($p=0.000<0.05$) en el porcentaje de humedad. En la proporción de harina-agua, esta no influye de manera significativa ($p=0.894>0.05$). Por último, la interacción entre ambos factores influye significativamente ($p=0.000<0.05$) en dicha variable.

Tabla 27

Resultados del análisis de varianza del porcentaje humedad

Análisis de la varianza del porcentaje humedad					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Proporción mezcla yuca-camote	2	5.923	2.962	119.054	0.000
Proporción harina –agua	2	0.032	0.016	0.112	0.894
Interacción	8	6.213	0.777	35.704	0.000
Error	41	0.019			
Total	53	12.187			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 28, se muestran los resultados del análisis post-ANOVA del porcentaje de humedad en el factor proporción de mezcla. Esta indica, que la significancia es menor a 0.05 (0.00), por lo que se argumenta: que existe diferencia significativa, en el valor medio de todas las comparaciones, de las proporciones de mezcla de yuca y camote.

Tabla 28

Resultados del análisis post- ANOVA del porcentaje de humedad

Análisis post varianza de la humedad				
Variable dependiente	Factor		DM	SIG
% humedad	Prop. Mezcla			
	70% Yuca-30% Camote	50% Yuca-50% Camote	0.3931	0.000
		30% Yuca-70% Camote	0.8111	0.000
	50% Yuca-50% Camote	70% Yuca-30% Camote	-0.3931	0.000
		30% Yuca-70% Camote	0.418	0.000
	30% Yuca-70% Camote	70% Yuca-30% Camote	-0.8111	0.000
	50% Yuca-50% Camote	-0.418	0.000	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29, se observa que el tratamiento tres tiene un porcentaje de humedad media menor con 4.387 y una desviación estándar de 0.058, en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento siete tiene un porcentaje de humedad media mayor con 5.30 y una desviación estándar de 0.074.

Tabla 29

Resultados del porcentaje de humedad media en cada tratamiento

Tratamiento	Prop. Mezcla	N	Media	Desv. Estándar
T1	70-30	6	5.31876	0.288244
T2	50-50	6	4.99436	0.284260
T3	30-70	6	4.38699	0.057845
T4	70-30	6	5.21451	0.047476
T5	50-50	6	4.87821	0.077756
T6	30-70	6	4.58266	0.088612
T7	70-30	6	5.30797	0.074404
T8	50-50	6	4.78932	0.077051
T9	30-70	6	4.43823	0.030058

Fuente: Elaboración propia.

d. Densidad del puré deshidratado

En la Tabla 30, se observa que la proporción de mezcla de yuca y camote no influye de manera significativa ($p=0.572>0.05$) en la densidad del puré deshidratado. La proporción de harina-agua, por el contrario, influye ($p=0.004<0.05$) en la densidad de dicho producto. Por último, la interacción entre ambos factores influye altamente ($p=0.002<0.05$) en dicha variable.

Tabla 30

Resultados del análisis de varianza de la densidad del puré deshidratado

Análisis de la varianza de la densidad del puré deshidratado						
Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Proporción mezcla yuca-camote	2	0.001	0.000	0.565	0.572	
Proporción harina –agua	2	0.002	0.001	6.305	0.004	
Interacción	8	0.003	0.000	3.729	0.002	
Error	41	0.002				
Total	53	0.008				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 31, se muestran los resultados del análisis post-ANOVA de la densidad en el factor proporción harina -agua. Esta indica, que la significancia es menor a 0.05 (0.0038), por lo que se argumenta: que existe diferencia significativa, en el valor medio de todas las comparaciones, de las proporciones de harina -agua.

Tabla 31

Resultados del análisis post- ANOVA de la densidad del puré deshidratado

Análisis post varianza de la densidad				
Variable dependiente	Factor		DM	SIG
	Prop. Harina-agua			
Densidad	1-4	1-4.5	0.0090	0.0038
		1-5	0.0133	0.0038
	1-4.5	1-4	-0.0089	0.0038
		1-5	0.0044	0.0038
	1-5	1-4	-0.0133	0.0038
		1-4.5	-0.0044	0.0038

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente Tabla 32, se observa que el tratamiento tres tiene una mayor densidad media con 0.867 y una desviación estándar de 0.01. El tratamiento nueve tiene una menor densidad media con 0.8367 y una desviación estándar de 0.005. Sin embargo, comparando todos los tratamientos, no existe una gran diferencia entre los diferentes valores medios.

Tabla 32

Resultados de la densidad media del puré deshidratado

Tratamiento	Prop. Mezcla	N	Media	Desv. estándar
T1	70-30	6	0.8533	0.00516
T2	50-50	6	0.8500	0.00894
T3	30-70	6	0.8667	0.01033
T4	70-30	6	0.8433	0.00816
T5	50-50	6	0.8483	0.01472
T6	30-70	6	0.8517	0.01169
T7	70-30	6	0.8500	0.01095
T8	50-50	6	0.8433	0.01506
T9	30-70	6	0.8367	0.00516

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Resultados microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado

En la Tabla 33, se muestra el resultado de la evaluación microbiológica realizada a las nueve formulaciones de puré deshidratado. Esta se realizó con el apoyo de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura. Todas las muestras se encuentran dentro de los parámetros establecidos por DIGESA (Tabla 10); sin embargo, la muestra con código 437 tiene menor unidades formadoras de colonias en aerobios mesófilos (2×10^2 UFC/g) a comparación de las demás muestras. Asimismo, la muestra con código 821 tiene mayor contenido de unidades formadoras de colonias (83×10^2 UFC/g). Por otro lado, en las otras variables microbiológicas, todas las muestras tienen cero UFC/g y una ausencia de *salmonella sp.*

Tabla 33

Resultados microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado

Muestra /código	Aerobios mesófilos (UFC/g)	<i>E. coli</i> (UFC/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella sp</i> (ausencia/25g)
(T8)Código 192	32×10^2	0	0	0	Ausencia
(T9)Código 299	52×10^2	0	0	0	Ausencia
(T1)Código 367	12×10^2	0	0	0	Ausencia
(T4)Código 437	2×10^2	0	0	0	Ausencia
(T2)Código 548	18×10^2	0	0	0	Ausencia
(T6)Código 634	75×10^2	0	0	0	Ausencia
(T3)Código 765	5×10^2	0	0	0	Ausencia
(T7)Código 821	83×10^2	0	0	0	Ausencia
(T5)Código 925	45×10^2	0	0	0	Ausencia

Fuente: Laboratorio de calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera - UNP (2018).

3.1.3. Evaluación sensorial del puré rehidratado

La prueba de evaluación sensorial se realizó con la participación de 35 consumidores de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UCSS de los ciclos I, II, VIII. Cada consumidor evaluó nueve tratamientos y/o muestras. En la codificación de estas se utilizó un código de tres dígitos, generado por un codificador de números aleatorios *on line*. El orden de presentación de las muestras para cada consumidor, en el diseño de bloques completos aleatorios, fue el siguiente (Tabla 34):

Tabla 34

Matriz de códigos aleatorios utilizados en la codificación de las muestras para cada evaluador

CONSUMIDOR	MUESTRA								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	367	437	548	765	634	299	821	925	192
2	437	765	367	634	821	548	192	299	925
3	367	548	437	299	634	765	821	192	925
4	548	367	437	821	299	634	925	765	192
5	821	437	192	765	634	367	548	299	925
6	925	299	821	634	367	437	192	548	765
7	192	925	634	367	765	548	821	299	437
8	299	192	765	548	821	437	634	367	925
9	548	821	299	437	925	634	765	192	367
10	765	192	634	925	367	437	299	821	548
11	634	925	192	765	548	299	821	367	437
12	548	192	765	634	925	821	367	299	437
13	437	299	367	548	192	765	634	925	821
14	192	765	634	367	299	437	548	821	925
15	299	437	548	821	925	192	765	634	367
16	192	925	821	299	437	548	367	765	634
17	367	548	437	299	821	925	192	634	765
18	765	634	192	925	367	548	437	299	821
19	821	299	765	634	192	437	925	367	548
20	548	367	925	437	299	821	634	765	192
21	634	765	548	367	925	192	821	437	299
22	548	634	765	925	367	821	299	192	437
23	437	192	299	821	548	634	765	925	367
24	925	821	634	192	299	765	367	437	548
25	192	437	548	765	299	925	821	634	367
26	367	548	192	925	765	821	634	299	437
27	299	192	548	821	437	367	765	925	634
28	634	925	765	367	299	192	548	821	437
29	821	548	192	299	634	925	765	367	437
30	437	367	765	925	821	548	192	299	634
31	634	437	299	192	548	821	925	765	367
32	765	925	821	548	192	367	437	634	299
33	192	299	367	634	437	765	821	925	548
34	548	192	925	299	821	367	634	437	765
35	765	437	634	367	821	299	925	192	548

Fuente: Elaboración propia.

De los 35 consumidores que evaluaron sensorialmente el puré rehidratado de yuca y camote, solo el 11 % consumió algún tipo de puré deshidratado. Esto demuestra que la población objetivo no consume purés de reconstitución instantánea.

a. Color

Los resultados del color se analizaron estadísticamente mediante la prueba de distribución Fisher-ANOVA, en el programa SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) versión 23 (Tabla 35). Se observa que la proporción de mezcla de yuca y camote no influye significativamente ($p=0.357>0.05$) en el color, todo lo contrario, a la proporción de harina y agua ($p=0.018<0.05$). Por otro lado, el consumidor también tiene una influencia altamente significativa ($p=0.001<0.05$) en la percepción del color. Por último, la interacción por cada tratamiento no influye de manera significativa ($p=0.283>0.05$).

Tabla 35

Resultados ANOVA del color según niveles de proporción de mezcla yuca - camote y harina - agua

Análisis de la varianza del color						
Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Proporción mezcla yuca-camote	2	2.533	1.267	0.513	0.357	
Proporción harina-agua	2	19.733	9.867	4.088	0.018	
Consumidor	34	370.521	10.898	7.586	0.001	
Tratamiento	8	24.000	3.000	1.226	0.283	
Error	268	355.956				
Total	314	772.743				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 36, se muestran los resultados del análisis post-ANOVA del color, en el cual se observa que la diferencia de medias es significativa en el nivel ($\alpha=0.05$), en las medias de las proporciones 1-4 y 1-5, con una significancia de 0.013; mientras que, en las demás comparaciones múltiples, en la proporción de harina-agua, la diferencia de medias no es significativa (1-4 y 1-4.5; 1-4.5 y 1-5) con un nivel ($\alpha=0.05$).

Tabla 36

Resultados de la prueba de tukey en el análisis post-varianza del color

Análisis post varianza del color				
Variable dependiente	Proporción harina –agua		DM	SIG
COLOR	1-4	1-4.5	-0.248	0.481
		1-5	0.610	0.013
	1-4.5	1-4	0.248	0.481
		1-5	-0.362	0.211
	1-5	1-4	0.610	0.013
		1-4.5	0.362	0.211

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 37, se observa que el tratamiento 8 tiene una aceptación media mayor con 6.51, a un nivel de dispersión respecto a la media de 1.634, en comparación con los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento 3 tiene una aceptación media menor con 5.74, a un nivel de dispersión respecto a la media de 1.94, en comparación con los demás tratamientos. Además, se observa que el 33.3 % de los tratamientos alcanzaron una puntuación mayor de 5.5 y menor de 6; la diferencia, es decir, el 66.7 %, alcanzó una puntuación mayor de 6 (“me gustó ligeramente”).

Tabla 37

Resultados de la aceptación media del color por cada tratamiento en el puré

Tratamiento	Mezc.yuc y cam.	Prop.har-ag	N	Acep. media	Desv. estandar
T1	70-30	1 a 4	35	5.77	1.516
T2	50-50	1 a 4	35	6.11	1.471
T3	30-70	1 a 4	35	5.74	1.945
T4	70-30	1 a 4.5	35	6.20	1.491
T5	50-50	1 a 4.5	35	6.20	1.431
T6	30-70	1 a 4.5	35	5.97	1.505
T7	70-30	1 a 5	35	6.49	1.401
T8	50-50	1 a 5	35	6.51	1.634
T9	30-70	1 a 5	35	6.46	1.615

Fuente: Elaboración propia.

b. Sabor

Los resultados de sabor se analizaron estadísticamente mediante la prueba de distribución Fisher-ANOVA, en el programa SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) versión

23 (Tabla 38). Se observa que la proporción de mezcla de yuca y camote ($p=0.293>0.05$), y la proporción de harina y agua ($p=0.140>0.05$), no influyen de manera significativa, en el sabor, respectivamente; sin embargo, el consumidor tiene una influencia altamente significativa ($p=0.001<0.05$) en torno a su percepción. Por último, a nivel de tratamiento, no muestra una diferencia significativa ($p=0.548>0.05$) respecto al valor medio.

Tabla 38

Resultados ANOVA del sabor según niveles de proporción de mezcla yuca y camote e harina y agua

Análisis de la varianza del sabor						
Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Proporción mezcla yuca-camote	2	7.244	3.622	1.23	0.293	
Proporción harina –agua	2	11.606	5.803	1.982	0.140	
Consumidor	34	380.394	11.188	5.749	0.001	
Tratamiento	8	20.425	2.553	0.863	0.548	
Error	268	505.614				
Total	314	925.283				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 39, se observa que el tratamiento 9 tiene una aceptación media mayor con 6.09, a un nivel de dispersión respecto al valor medio de 1.597, en comparación con los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento 1 tiene una aceptación media menor con 5.14, a un nivel de dispersión respecto al valor medio de 1.849, en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 39

Resultados de la aceptación media del sabor por cada tratamiento en el puré

Tratamiento	Mez yuc-cam	Prop. har-ag	N	Acep. media	Desv. estandar
T1	70-30	1 a 4	35	5.14	1.849
T2	50-50	1 a 4	35	5.54	1.559
T3	30-70	1 a 4	35	5.69	1.659
T4	70-30	1 a 4.5	35	5.43	1.703
T5	50-50	1 a 4.5	35	5.60	1.684
T6	30-70	1 a 4.5	35	5.74	1.821
T7	70-30	1 a 5	35	5.83	1.618
T8	50-50	1 a 5	35	5.83	1.948
T9	30-70	1 a 5	35	6.09	1.597

Fuente: Elaboración propia.

c. Textura

Los resultados de la textura se analizaron estadísticamente mediante la prueba de distribución Fisher-ANOVA, en el programa SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) versión 23 (Tabla 40). Se observa que la proporción de mezcla de yuca y camote ($p=0.562>0.05$), y la proporción de harina y agua ($p=0.240>0.05$) no influyen de manera significativa, en la textura. Sin embargo, el consumidor tiene una influencia altamente significativa ($p=0.001<0.05$) sobre dicha percepción. Por último, a nivel de tratamiento, no hay diferencia significativa ($p=0.613>0.05$) respecto al valor medio.

Tabla 40

Resultados del análisis de varianza de la textura del puré rehidratado

Análisis de varianza de la textura					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Proporción mezcla yuca-camote	2	3.333	1.667	0.577	0.562
Proporción harina –agua	2	8.248	4.124	1.435	0.240
Consumidor	34	332.241	9.772	4.780	0.001
Tratamiento	8	18.286	2.286	0.789	0.613
Error	268	542.578			
Total	314	904.686			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 41, se observa que el tratamiento 8 tiene una aceptación media mayor con 6.14 puntos, a un nivel de dispersión respecto al valor medio de 1,768, en comparación con los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento 1 tiene una aceptación media menor con 5.34 puntos, a un nivel de dispersión respecto al valor medio de 1.849, en comparación con los demás tratamientos. Así mismo, los tratamientos 6, 7, 8 y 9 han alcanzado una aceptación media mayor de seis puntos logrando una calificación de “me gustó ligeramente”, de estos cuatro tratamientos, el tratamiento 9 muestra un mayor nivel de dispersión con 1.880, por el contrario, el tratamiento 6 registra un menor nivel de dispersión respecto al valor medio con 1.361 de desviación estándar.

Tabla 41

Resultados de la aceptación media de la textura del puré rehidratado

Tratamiento	Mez yuc-cam	Prop. har-ag	N	Acep. media	Desv. estándar
T1	70-30	1 a 4	35	5.34	1.984
T2	50-50	1 a 4	35	5.77	1.646
T3	30-70	1 a 4	35	5.66	1.970
T4	70-30	1 a 4.5	35	5.77	1.497
T5	50-50	1 a 4.5	35	5.97	1.689
T6	30-70	1 a 4.5	35	6.03	1.361
T7	70-30	1 a 5	35	6.06	1.392
T8	50-50	1 a 5	35	6.14	1.768
T9	30-70	1 a 5	35	6.01	1.880

Fuente: Elaboración propia.

d. Apariencia general

Los resultados de la apariencia general se analizaron estadísticamente mediante la prueba de distribución Fisher-ANOVA, en el programa SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) versión 23 (Tabla 42). Se observa que la proporción de mezcla de yuca y camote ($p=0.932>0.05$), y la proporción de harina y agua ($p=0.142>0.05$), no influyen de manera significativa, en la apariencia general. Sin embargo, el consumidor tiene una influencia altamente significativa ($p=0.001<0.05$) en su percepción. Por último, a nivel de tratamiento, no hay diferencia significativa ($p=0.638>0.05$) respecto al valor medio.

Tabla 42

Resultados del análisis de varianza de la apariencia general del puré rehidratado

Análisis de la varianza de la apariencia general						
Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Proporción mezcla yuca-camote	2	0.387	0.194	0.070	0.932	
Proporción harina-agua	2	10.711	5.356	1.964	0.142	
Consumidor	34	385.860	11.349	6.682	0.001	
Tratamiento	8	16.787	2.098	0.760	0.638	
Error	268	447.670				
Total	314	861.416				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 43, se observa que el tratamiento 9 tiene una aceptación media mayor con 6.16, a un nivel de dispersión 1.697, en comparación a los demás tratamientos. Sin embargo, los tratamientos 7 y 8 tienen una aceptación media de igual valor con 6.06, a un nivel de dispersión respecto a la media de 1,537 y 1.765, respectivamente, en comparación con los demás tratamientos, alcanzando un valor de “me gustó moderadamente” junto con el tratamiento 9. Por otro lado, el tratamiento 1 tiene una aceptación media menor con 5.37, a un nivel de dispersión respecto a la media de 1.832, en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 43

Resultados de la aceptación media en la apariencia general del puré rehidratado

Tratamiento	Prop. Mezcla	Prop. har-ag	N	Acep. media	Desv. estándar
T1	70-30	1 a 4	35	5.37	1.832
T2	50-50	1 a 4	35	5.91	1.652
T3	30-70	1 a 4	35	5.66	1.662
T4	70-30	1 a 4.5	35	5.86	1.458
T5	50-50	1 a 4.5	35	5.66	1.589
T6	30-70	1 a 4.5	35	5.80	1.729
T7	70-30	1 a 5	35	6.06	1.537
T8	50-50	1 a 5	35	6.06	1.765
T9	30-70	1 a 5	35	6.16	1.697

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Resultados del análisis proximal realizado a la muestra de mayor aceptación

En la Tabla 44, se presentan los resultados del análisis proximal realizado a 100 g de puré deshidratado perteneciente al tratamiento 9 (30 % de yuca y 70 % de camote), muestra de mayor aceptación sensorial (Tabla 45) y codificada con 299, Los resultados muestran un bajo porcentaje de grasa total y proteína total con 0.6 % y 5.66 %, respectivamente. Se observa que tiene un mayor porcentaje en carbohidrato total con 82.42 % y 357.72 kcal/100g.

Tabla 44

Resultados del análisis proximal realizado al tratamiento nueve (código 299)

Variable	Unidad	Resultado
Humedad	%	5.1
Cenizas totales	%	6.22
Grasa total	%	0.6
Proteína total	%	5.66
Carbohidrato total	%	82.42
Calorías	kcal/100g	357.72

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Diagrama de operaciones del proceso

En la Figura 2 se observa el diagrama de todas las operaciones empleadas durante proceso de elaboración del puré deshidratado, desde la etapa de recepción, pesado, selección hasta el almacenamiento final del producto obtenido, este diagrama de operaciones cuenta con dos etapas de almacenamiento inicial y final, seis etapas de operación, seis etapas de actividad combinada (operación- inspección) y una etapa de demora perteneciente al enfriamiento.

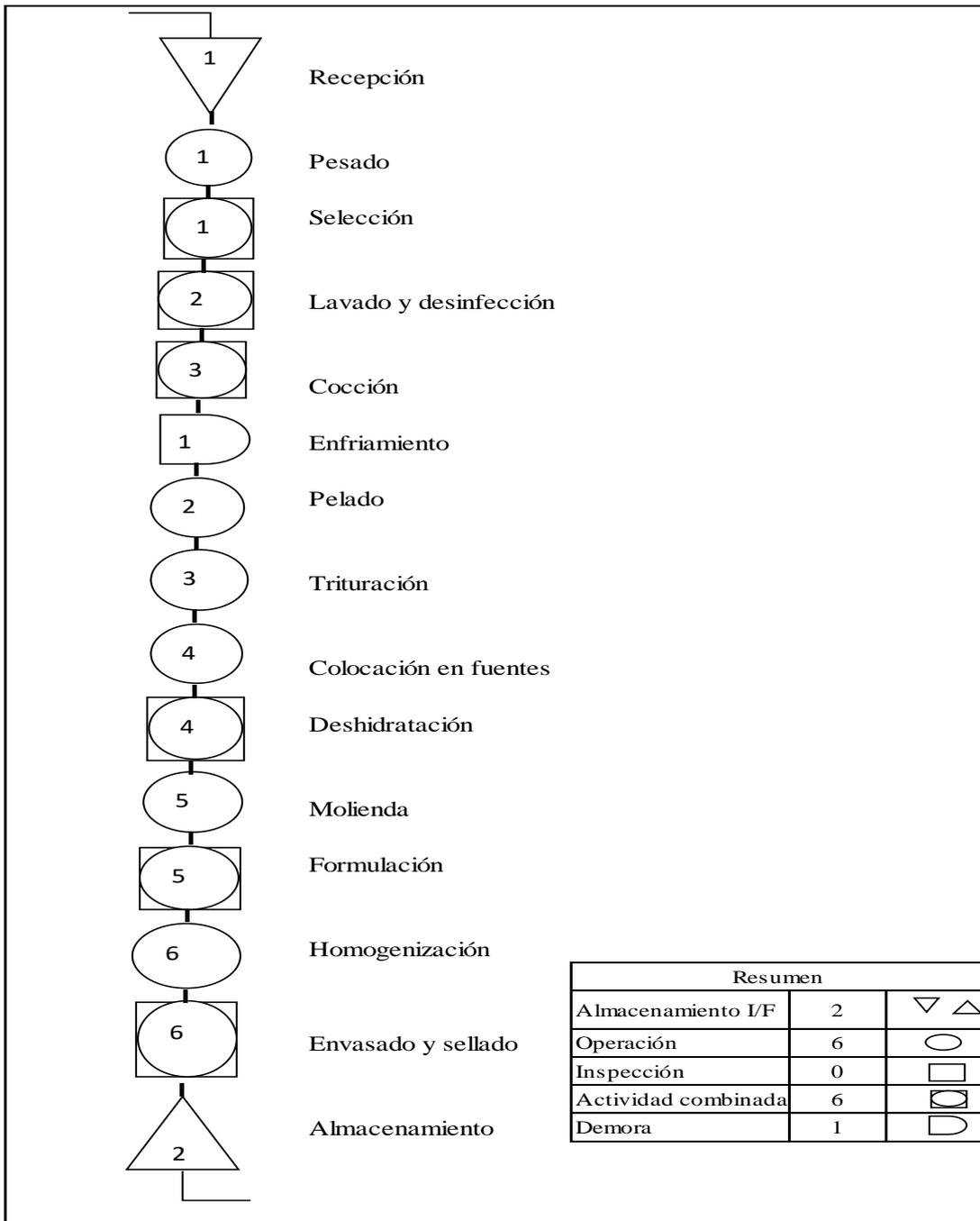


Figura 2. Diagrama de operaciones del puré deshidratado. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

4.1. De los análisis fisicoquímicos realizados a las harinas pre-cocidas de yuca y camote

De acuerdo a los resultados de la evaluación fisicoquímica realizada a las harinas pre-cocidas de yuca y camote (Tabla 23), bajo los parámetros de proceso descritos en la parte metodológica, el promedio del porcentaje de acidez, de humedad y la densidad de la harina de yuca fueron 0.35 %, 5.24 % y 0.845g/ml, respectivamente. Dichos valores en la harina de camote fueron 0.855 % de acidez, 3.84 % de humedad y 0.835 g/ml de densidad.

La harina de camote tiene mayor porcentaje de acidez en comparación con la harina de yuca, ya que esta difiere en 0.505 %. En el porcentaje de humedad, la harina de yuca tiene mayor contenido de dicha variable, en comparación a la harina de camote con 5.24 % y 3.835 %, respectivamente, debido a la variación en el tiempo de deshidratación (dos horas). Por último, en la variable de densidad, la diferencia es mínima.

Según la ficha técnica de alimentos del servicio alimentario del programa de alimentación escolar Qali Warma (2016), se establece que la harina de yuca y camote debe tener un contenido de porcentaje de humedad máximo de 13 %, las harinas elaboradas cumplen con ese requisito por estar dentro del intervalo establecido. Sin embargo, esta ficha no especifica sobre la acidez y la densidad.

4.2. Del porcentaje de acidez de las formulaciones de purés deshidratados

Los resultados muestran que la proporción de mezcla de yuca y camote tiene una influencia altamente significativa ($p=0.000<0.05$) en el porcentaje de acidez (Tabla 24). Esto está influenciado por la proporción de cada harina. Además, cuando la proporción de harina de camote es mayor, el porcentaje de acidez aumenta.

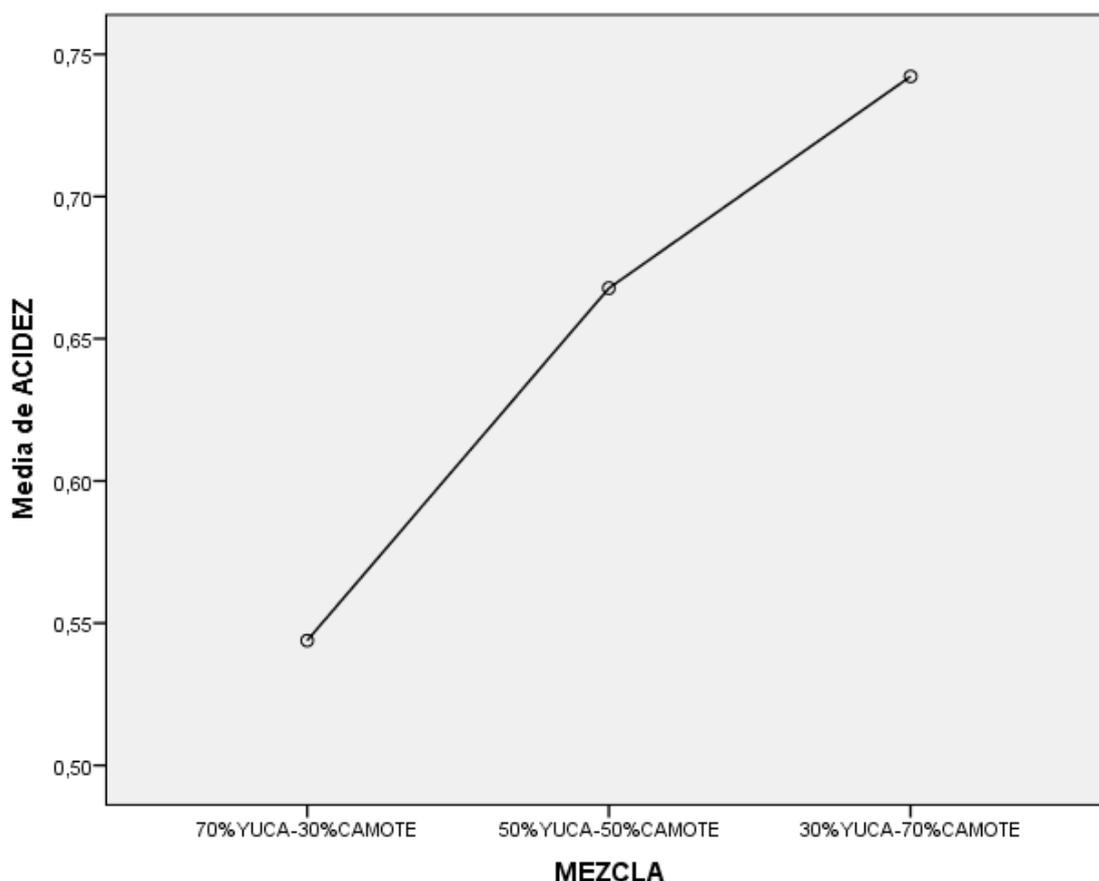


Figura 3. Influencia de la proporción de yuca y camote en la acidez media. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se observa que, para una proporción de mezcla de 70 % de yuca y 30 % de camote, el porcentaje de acidez media está por debajo de 0.55; por consiguiente, cuando la proporción de mezcla está en 50-50 %, la acidez media aumenta hasta alcanzar 0.67 aproximadamente. Por último, cuando la proporción de mezcla es de 30 % de yuca y 70 % de camote, la acidez vuelve a aumentar hasta alcanzar un valor cercano a 0.75. Esto significa que, a mayor proporción de harina de camote, la acidez aumenta; además, dicha variable está influenciada por los ingredientes utilizados en la formulación.

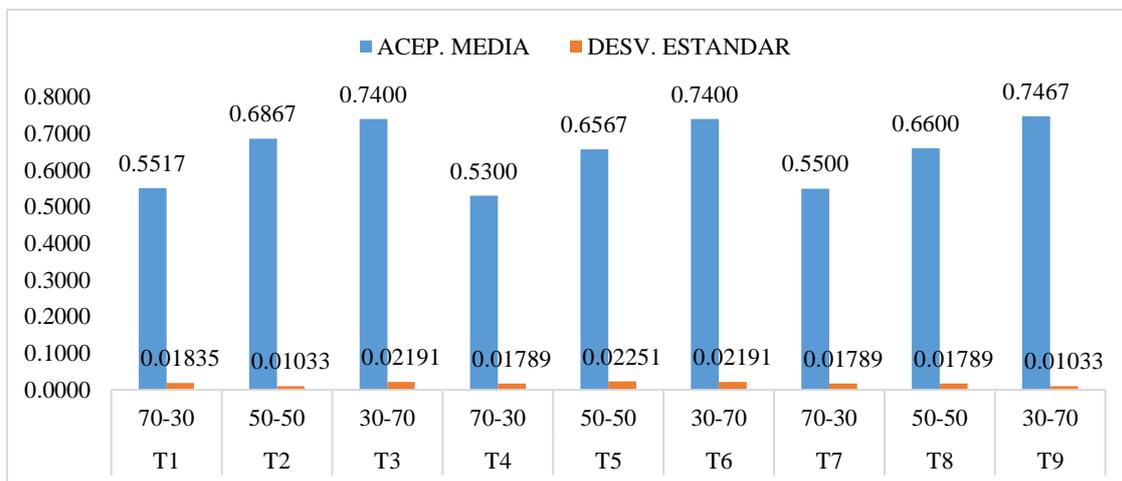


Figura 4. Porcentaje de acidez media por cada tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4 se observa el comportamiento del porcentaje de acidez para cada tratamiento. El tratamiento cuatro tiene el menor porcentaje de acidez media con 0.53 %, a un nivel de dispersión de 0.018, en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento tres y seis tienen igual porcentaje de acidez media. Además, se observa que el tratamiento nueve tiene el mayor porcentaje de acidez.

4.3. Del porcentaje de humedad de las formulaciones de purés deshidratados

Los resultados muestran que la proporción de mezcla de yuca y camote tiene una influencia altamente significativa ($p=0.000<0.05$) en el porcentaje de humedad (Tabla 27). El resultado de esta variable está directamente relacionado con el tiempo y temperatura de deshidratación.

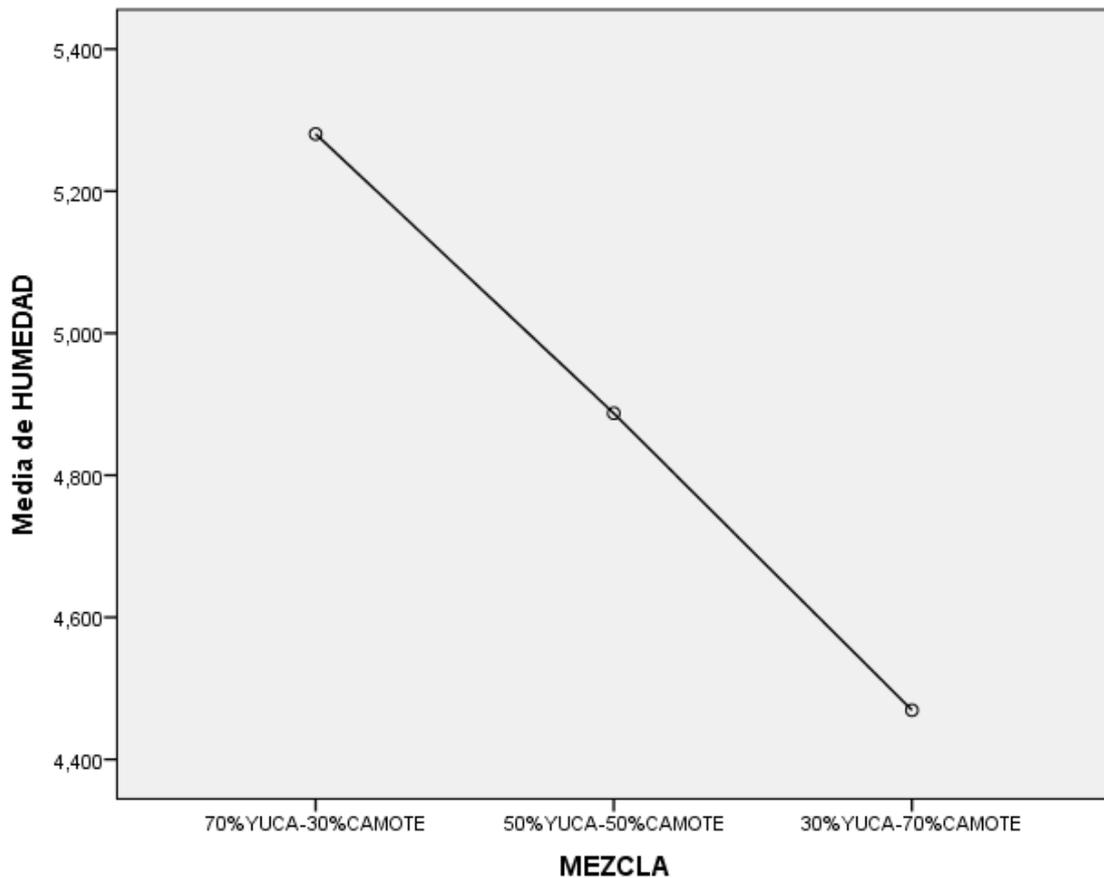


Figura 5. Influencia de la proporción de yuca y camote en la humedad media. *Fuente:* Elaboración propia.

En la Figura 5 se observa el comportamiento de la humedad media para cada proporción de mezcla de yuca y camote. Cuando la proporción de yuca es mayor, el contenido de humedad aumenta, debido a que el contenido de humedad de la harina de yuca es mayor que la de camote. Esto se refleja en la proporción 30 % de yuca y 70 % de camote donde la humedad es menor con 4.5 en comparación con las demás.

Campos y Martínez (2015), con parámetros de deshidratación de 60-100 °C por doce horas, obtuvo 5.83 % de humedad en una proporción de mezcla de 15-15-75 % para harina de oca, harina de mashua y leche descremada en polvo, respectivamente.

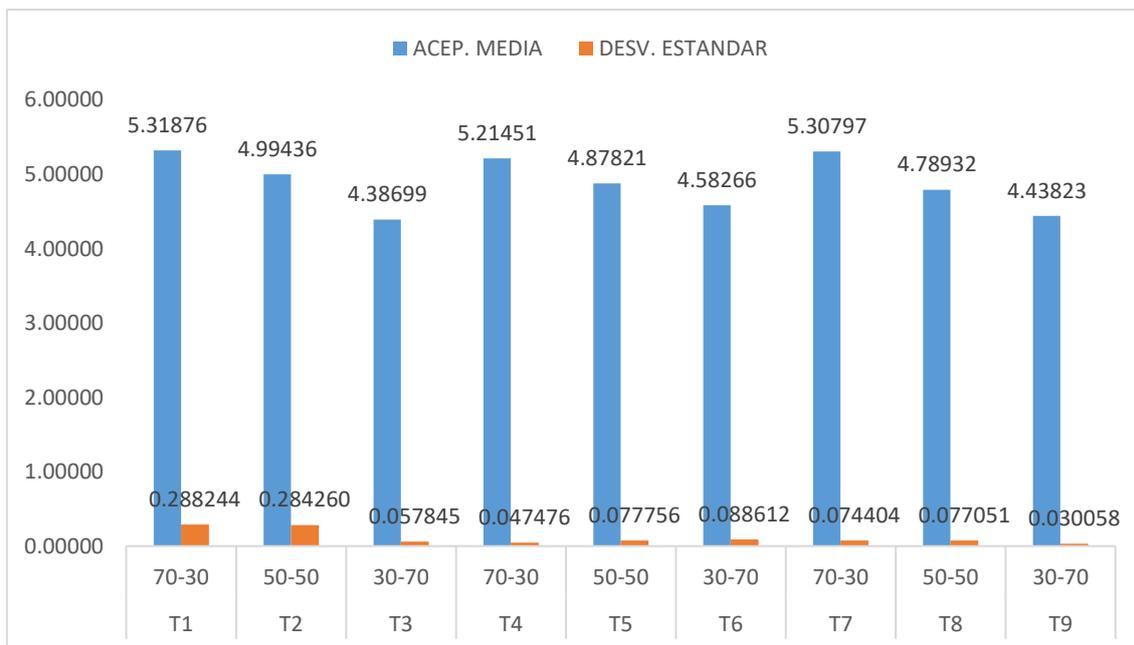


Figura 6. Porcentaje de humedad media por cada tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6 se observa la humedad media por cada tratamiento. El tratamiento uno (70 % yuca y 30 % camote) tiene 5.32 % de humedad, siendo el más alto; por otro lado, el tratamiento tres, con 4.39 % de humedad, tiene el valor más bajo. Sin embargo, según la ficha técnica de alimentos del servicio alimentario del programa de alimentación escolar Qali Warma (2016), todos estos valores están dentro de lo permitido cuyo contenido de humedad máximo debe ser 13 %.

4.4. De la densidad de las formulaciones de purés deshidratados

Los resultados muestran que la proporción de yuca y camote no tiene una influencia significativa ($p=0.572>0.05$) en la densidad del puré deshidratado (Tabla 30); sin embargo, Inca (2015), en la elaboración de un puré deshidratado de papa nativa fortificado con quinua y oca, encuentra que existe una diferencia significativa $p\text{-value} < 0.05$ en cada una de sus proporciones de mezcla.

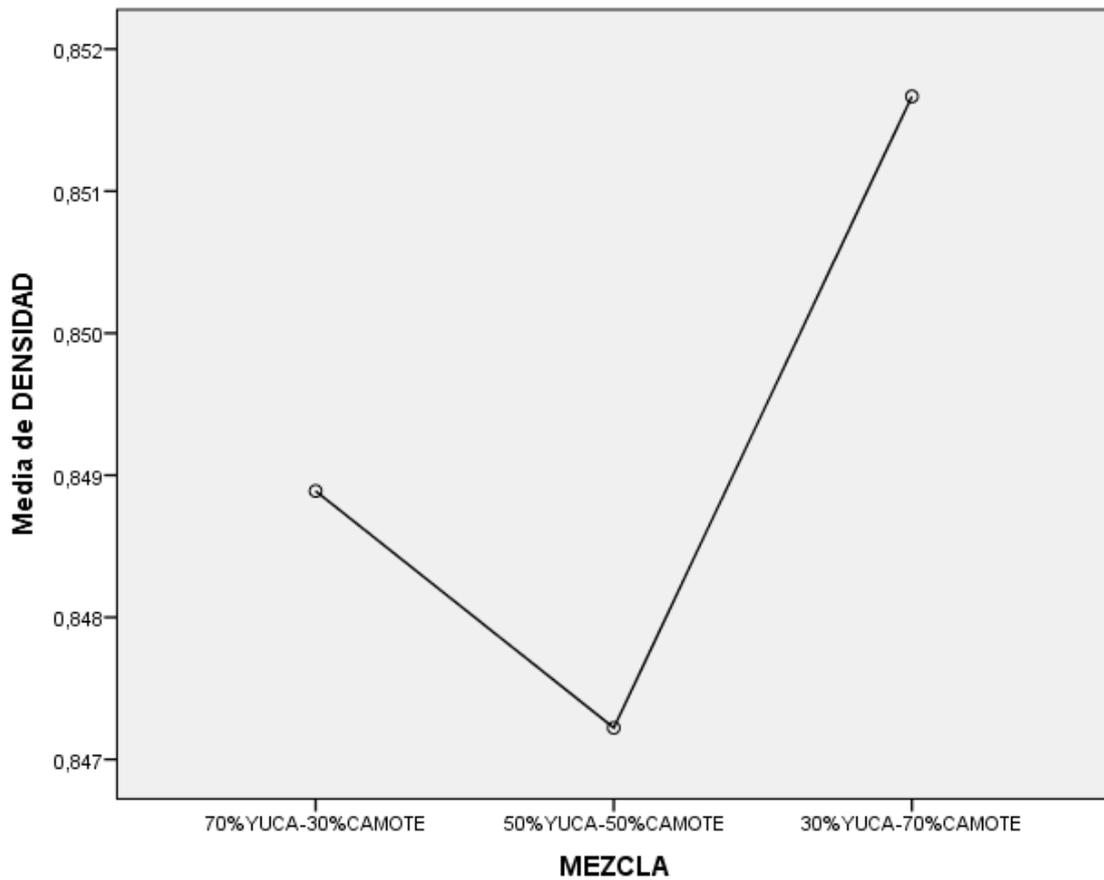


Figura 7. Influencia de la proporción de yuca y camote en la densidad media. *Fuente:* Elaboración propia.

En la Figura 7 se observa que la proporción 50-50 % de yuca y camote tiene influencia menor en la densidad media con 0.847 aproximadamente, mientras que la proporción 30-70 % de yuca y camote, es mayor con 0.852 aproximadamente, en comparación con las demás proporciones; sin embargo, la diferencia entre una proporción de mezcla a otra es relativamente bajo, el cual se ve reflejado en el análisis de varianza donde no existe diferencia significativa.

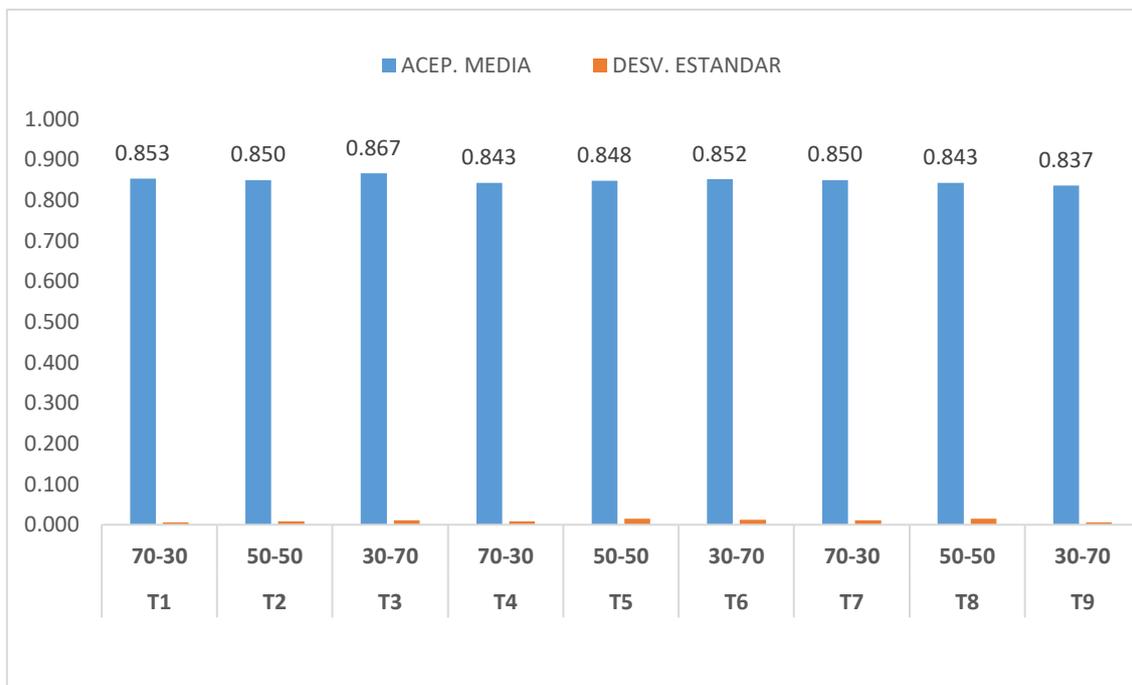


Figura 8. Comparación de la densidad media por cada tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8 se observa que el tratamiento nueve (30 % de yuca y 70 % de camote) tiene una densidad media menor con 0.837 g/ml en comparación con los demás tratamientos; así mismo el tratamiento tres tiene una densidad media mayor con 0.867 g/ml. Inca (2015), en las formulaciones del puré deshidratado de papa fortificado con quinua y oca, encuentra que el tratamiento cuatro con 60-20-20 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, tiene una densidad media mayor con 0.646 g/ml, mientras que el tratamiento ocho con 60-30-10 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, tiene una densidad media menor con 0.568 g/ml.

4.5. De los resultados microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado

Los resultados obtenidos de las formulaciones de puré deshidratado (Tabla 33) muestran que están dentro de los estándares microbiológicos establecidos por DIGESA (2003) (Tabla 10). Además, los resultados reflejan la influencia del contenido de humedad en el desarrollo microbiano, y que toda la formulación analizada fue relativamente baja de 4.3 a 5.3 % (Figura 5). Por tanto, junto a las buenas prácticas de manufactura realizadas durante el proceso, se demuestra que estas formulaciones están aptas para el consumo humano.

4.6. De la evaluación sensorial del puré rehidratado

4.6.1. Color

Los resultados obtenidos muestran que el factor proporción de mezcla de yuca y camote no influye de manera significativa en el color del puré, debido a que las harinas de ambos productos fueron de un color semejante a las variedades utilizadas. Sin embargo, el factor proporción harina-agua sí influye de manera significativa ($p=0.018<0.05$) en el color (Tabla 35). Esto se ve reflejado en el análisis post ANOVA donde la diferencia significativa se encuentra en los niveles 1-4 y 1-5 con una significancia de 0.013 (Tabla 36).

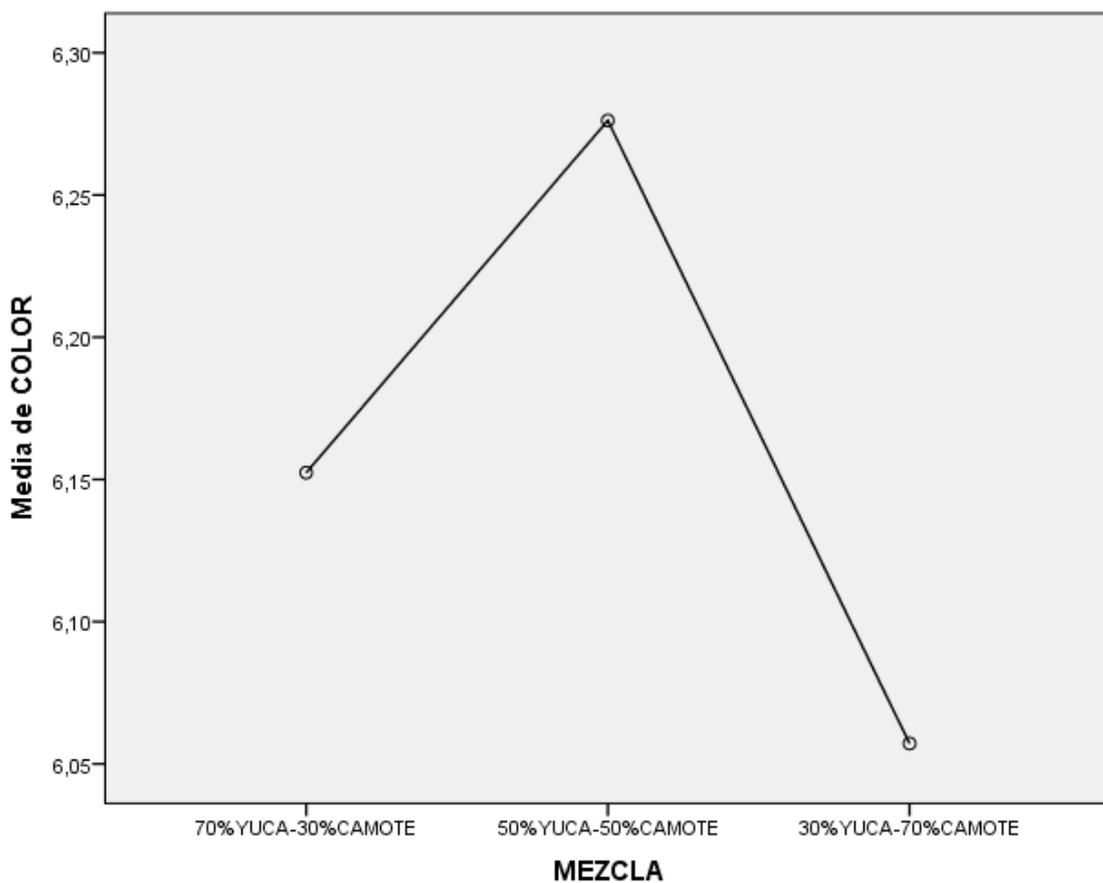


Figura 9. Influencia de la proporción de yuca y camote en la aceptación media del color.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 9 se observa cómo el factor proporción de mezcla de yuca y camote influye en la aceptación media del color. Se observa que la proporción 30 % de yuca y 70 % de camote tienen la aceptación media más bajo con 6.05 de puntaje, mientras que la proporción 50 %

de yuca y 50 % de camote da como resultado una aceptación media mayor con 6.28 de puntuación aproximada. Sin embargo, la diferencia entre cada factor es relativamente bajo, así lo refleja el análisis de varianza al no existir diferencia significativa; además, todos los valores alcanzaron una puntuación por encima de seis logrando una calificación de “me gustó ligeramente”.

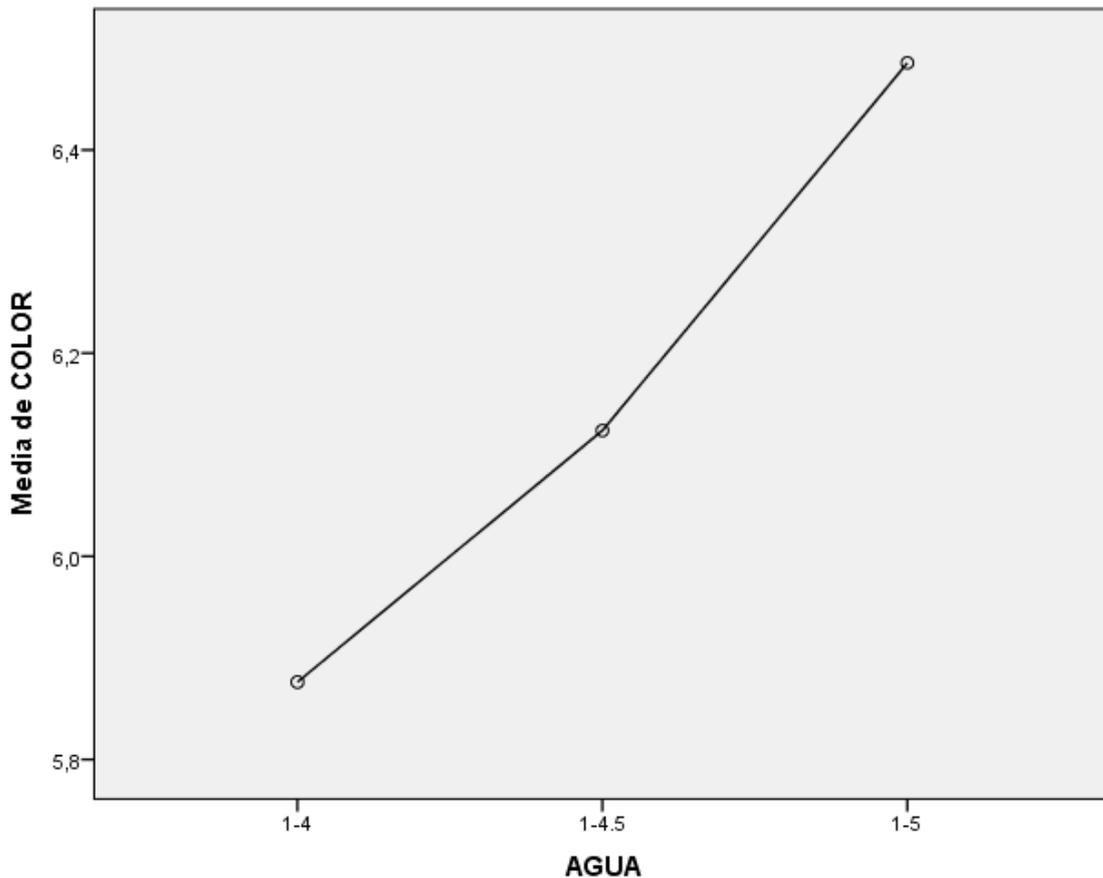


Figura 10. Influencia de la proporción harina – agua en la aceptación media del color.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 se muestra la influencia de la proporción harina–agua en la aceptación media del color. Se observa que la proporción 1-4 de harina y agua, respectivamente, influyó para alcanzar una aceptación media de 5.9 de puntuación, logrando una calificación de “me gustó ligeramente” si se redondea dicho valor, siendo este el más bajo en comparación con las demás proporciones. Así mismo, la proporción 1-5 de harina y agua, respectivamente, influyó para alcanzar una calificación media mayor con 6.5 aproximadamente, si se redondea alcanzaría una calificación de “me gustó moderadamente”. Se observa, además, que cuando la proporción de agua es mayor, este influye positivamente en la aceptación del color.

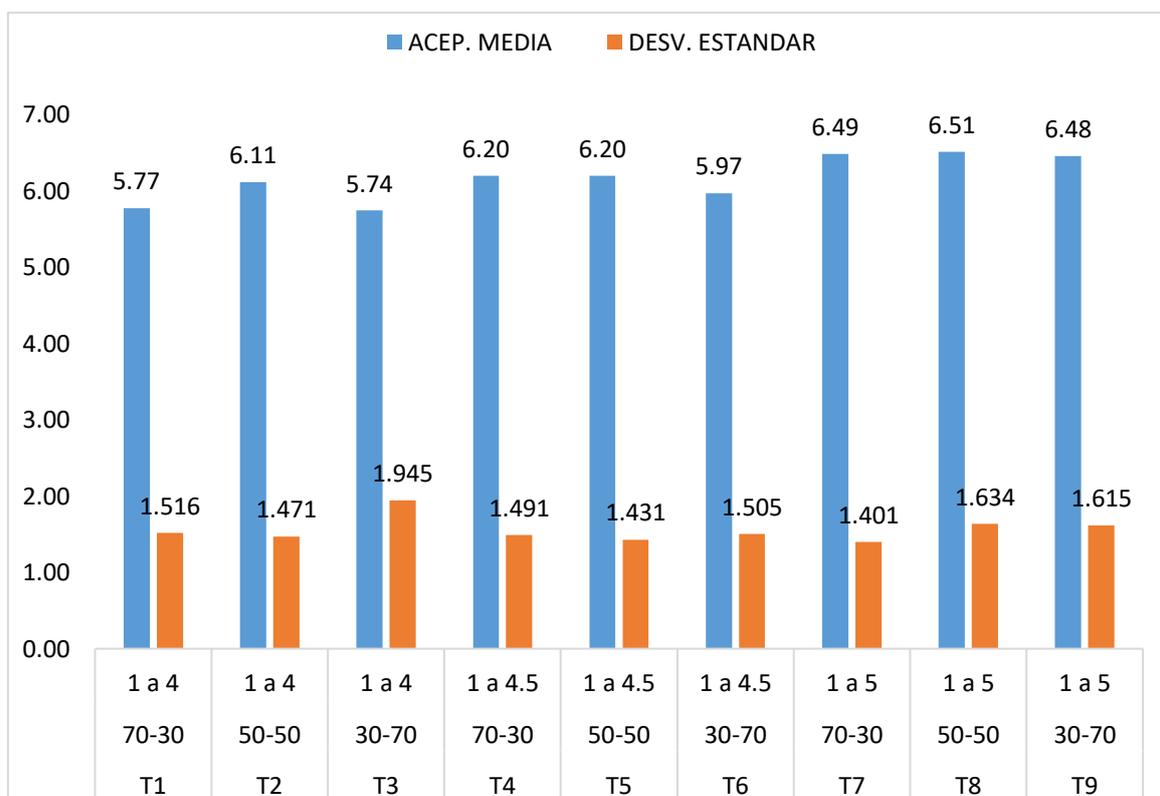


Figura 11. Aceptación media del color por cada tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 11 se observa el comportamiento de la aceptación media para cada tratamiento. Tres de nueve tratamientos (T1, T3 y T6) han alcanzado una aceptación media no menor de 5.77 ni mayor de 5.97, logrando una calificación de “no me gustó ni me disgustó”. Así mismo, el resto de los tratamientos su puntuación está por encima de 6, logrando una puntuación de “me gustó ligeramente”. De estos tratamientos, el tratamiento nueve (T9) es el que tiene la mayor aceptación media con una puntuación de “me gustó moderadamente”.

Según Inca (2015), en el estudio evaluación de las propiedades tecnofuncionales y sensoriales de un puré deshidratado de papa nativa fortificado con quinua y oca, afirma que el color de las formulaciones o tratamientos presentan diferencia significativa $p\text{-value} < 0.05$ con el puré comercial. Así mismo, el tratamiento nueve con 50-40-10 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, logra una aceptación media de 1.1 calificándolo como “no me gusta nada”, mientras que el tratamiento dos, con 40-30-30 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, alcanza una aceptación media de 3.7 puntos, con una calificación de “me gusta”. Además, solo uno de nueve tratamientos ha logrado una calificación de “me gusta”, mientras que, en esta investigación, seis de nueve tratamientos

han alcanzado una calificación de “me gusta moderadamente” debido a que son materias primas distintas.

Por otro lado, Fernández y Martínez (2015) elaboraron una papilla instantánea a base de oca, mashua y leche descremada en polvo, en la que la papilla 4 (25 % de harina de oca, 25 % de harina de mashua y 50 % de leche en polvo) alcanzó una puntuación sensorial de 2.17 para el color valor que lo califica como “no me gusta nada”, mientras que la papilla 2 (15 % de harina de oca, 15 % de harina de mashua y 70 % de leche en polvo) alcanzó una puntuación sensorial de 3.4 valor que lo califica como “me es indiferente”.

4.6.2. Sabor

Los resultados del sabor muestran que la proporción de mezcla de yuca y camote, y la proporción harina-agua no influyen de manera significativa en el sabor (Tabla 38). Esto quiere decir que para el consumidor le es indiferente la cantidad de mezcla utilizada de cada producto y la proporción de agua en la percepción del sabor. Sin embargo, para Inca (2015) los resultados del sabor para las formulaciones muestran diferencia significativa $p\text{-value} < 0.05$. con el puré comercial.

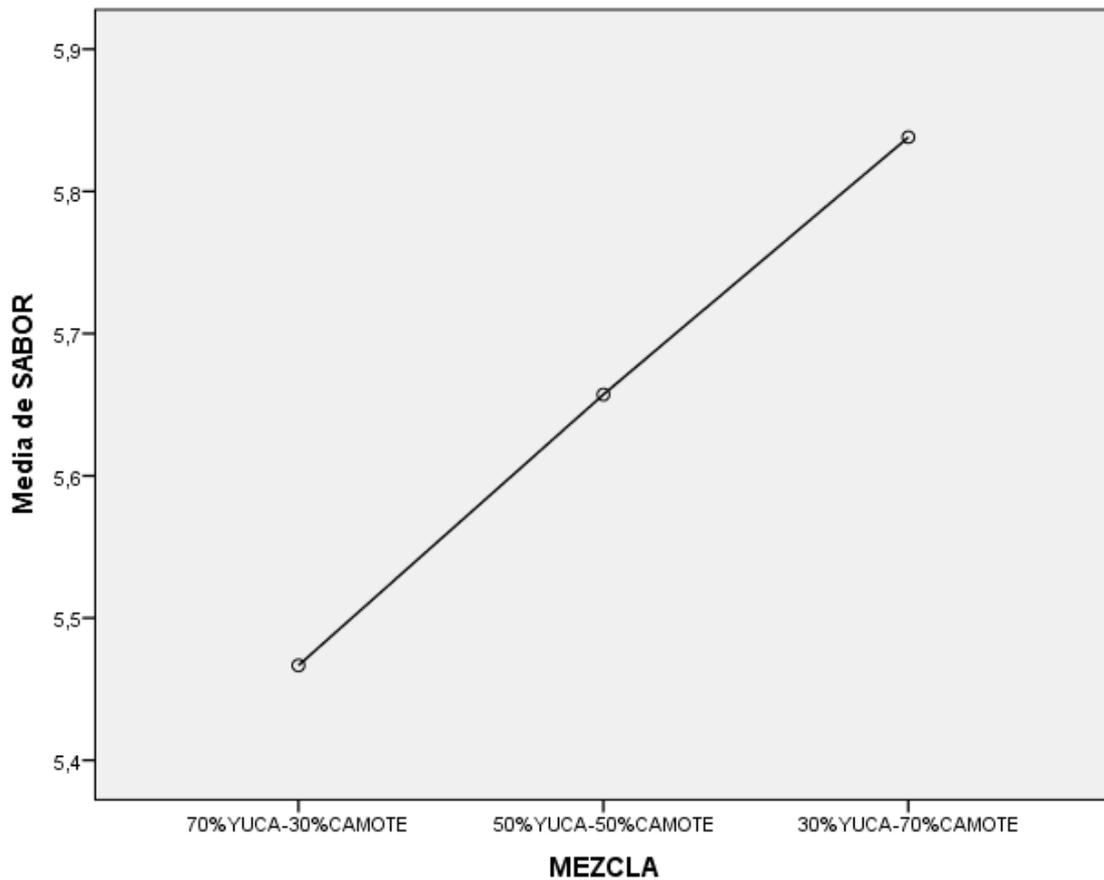


Figura 12. Influencia de la proporción de yuca y camote en la aceptación del sabor.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12 se observa que la proporción 70 % de yuca y 30 % de camote influyen en menor medida en la aceptación media del sabor con 5.45 de puntuación aproximada, mientras que la proporción 30 % de yuca y 70 % de camote tiene una influencia mayor en la aceptación media de sabor con 5.85 de puntuación aproximada. Esto quiere decir que cuando la proporción de mezcla de camote aumenta, se obtiene una mayor aceptación media. Este valor está relacionado con la dulzura de dicho producto que influye en la decisión de cada consumidor evaluado.

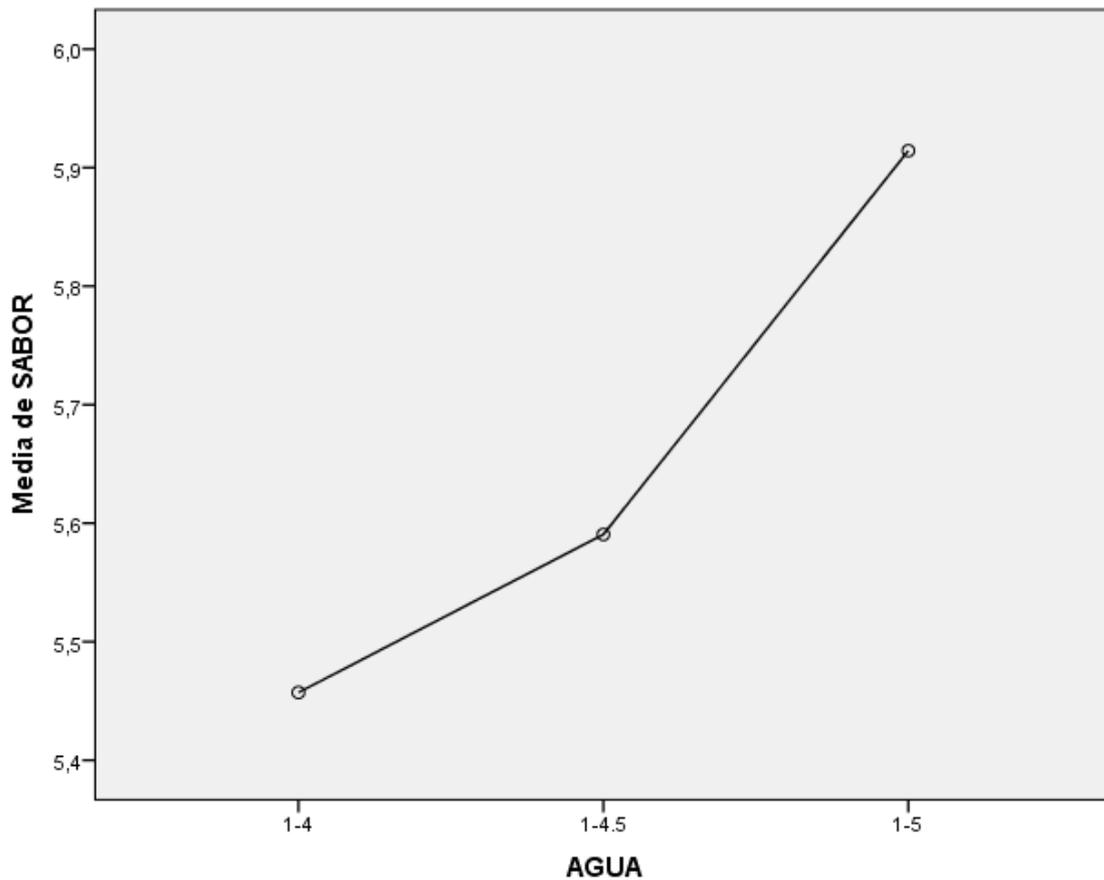


Figura 13. Influencia de la proporción harina-agua en la aceptación del sabor. *Fuente:* Elaboración propia.

En la Figura 13 se observa que la proporción de harina agua 1-4, respectivamente, tiene una influencia en menor medida con 5.45 de puntuación aproximada, en comparación con las demás proporciones. Asimismo, la proporción 1-5 de harina-agua tiene una influencia mayor con 5.95 de puntuación aproximada. Además, cuando la proporción de agua es mayor, aumenta la aceptación media del sabor.

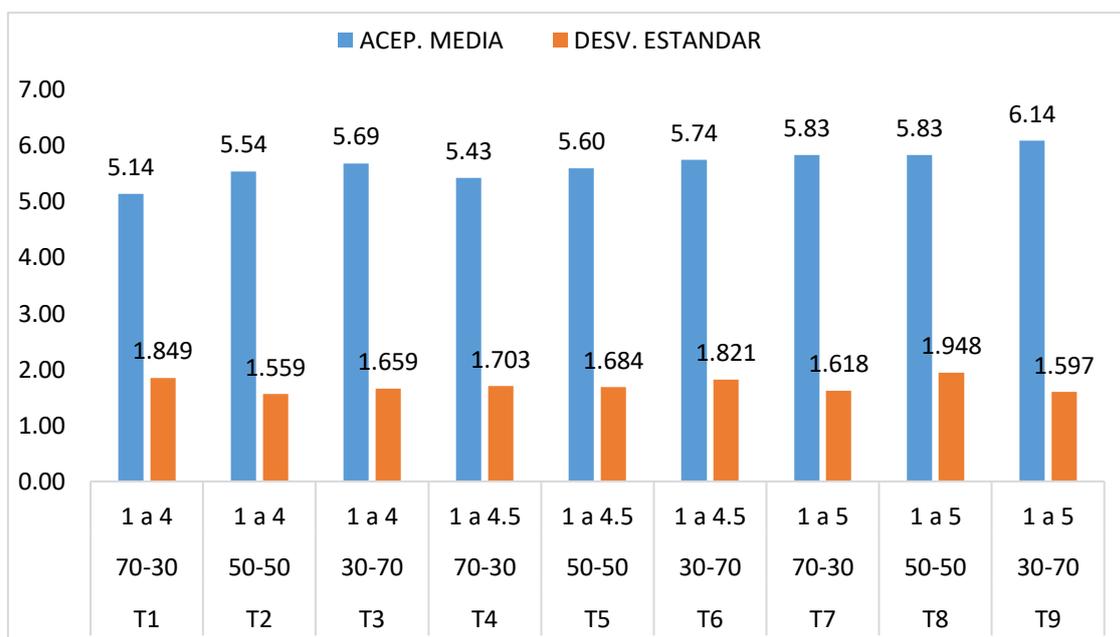


Figura 14. Aceptación media del sabor por cada tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 14 se observa el comportamiento de la aceptación media del sabor por cada tratamiento. El tratamiento uno tiene una aceptación media de 5.14 calificándolo como “no me gustó ni me disgustó”. Asimismo, el tratamiento nueve (T9) tiene el valor más alto con 6.14 de puntuación media calificándolo como “me gustó ligeramente”. Por otro lado, solo el tratamiento nueve (T9) alcanzó un valor por encima de 6, solo dos tratamientos (T1 y T4) alcanzaron una puntuación de 5 y seis tratamientos (T2, T3, T5, T6, T7 y T8) alcanzaron un valor cercano a 6.

Mientras para Inca (2015) el tratamiento nueve con 50-40-10 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, logra una aceptación media de 1.6 calificándolo como “no me gusta nada”; el tratamiento dos, con 40-30-30 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, alcanzó una aceptación media de 4.1 puntos con una calificación de “me gusta”.

Asimismo, para Fernández y Martínez (2015) la papilla 4 (25 % de harina de oca, 25 % de harina de mashua y 50 % de leche en polvo) alcanzó una puntuación sensorial de 3.2 para el sabor, valor que lo califica como “me es indiferente”; la papilla 2 (15 % de harina de oca, 15

% de harina de mashua y 70 % de leche en polvo) alcanzó una puntuación sensorial de 5.37, valor que lo califica como “me gusta mucho”.

4.6.3. Textura

Los resultados muestran que la proporción de mezcla de yuca y camote ($p=0.562$; $\alpha=0.05$), y la proporción de harina y agua ($p=0.240$; $\alpha=0.05$), no influyen de manera significativa (Tabla 40). Según Inca (2015), los resultados de consistencia para las formulaciones muestran diferencia significativa $p\text{-value} < 0.05$. con el puré comercial. Por otra parte, para Cruz y Sierra (2015) según su evaluación estadística a un 95 % de nivel de confianza, no muestra diferencias significativas entre los atributos sensoriales del puré deshidratado obtenido a partir de tres clones de papa criolla.

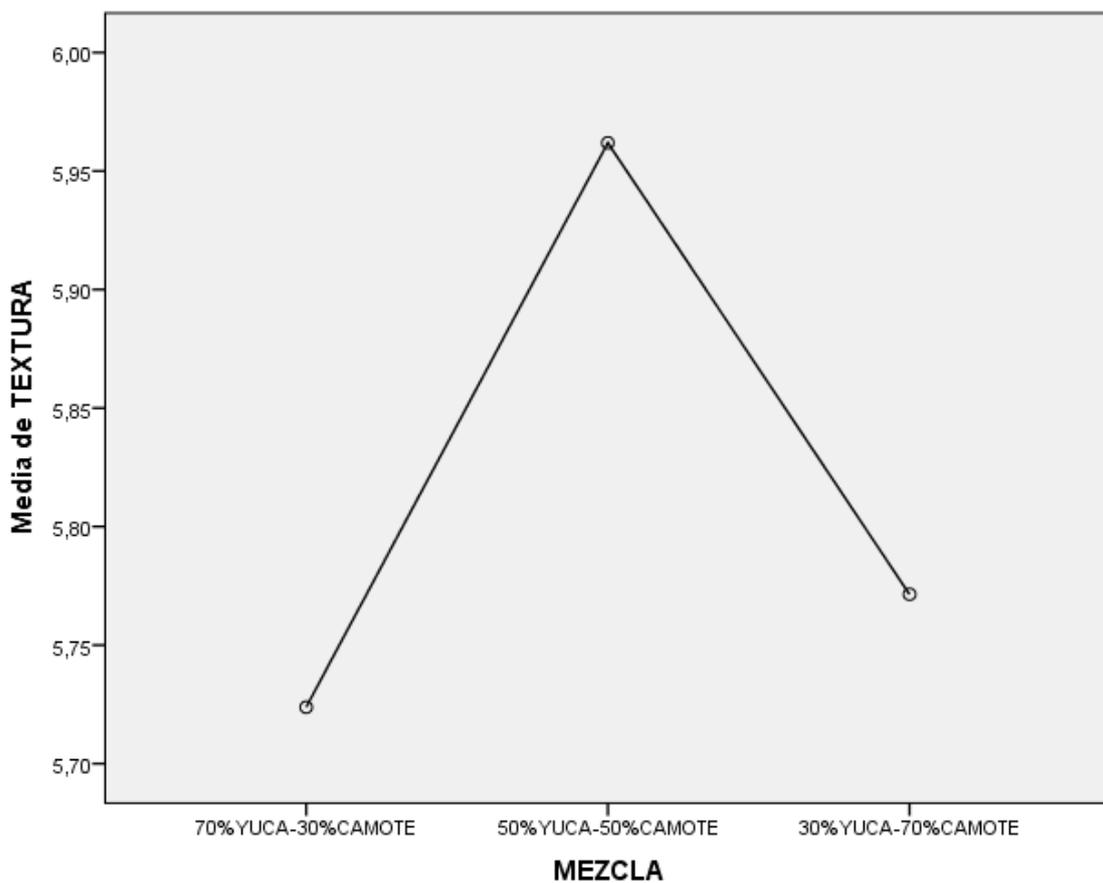


Figura 15. Influencia de la proporción de yuca y camote en la aceptación de la textura.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 15 se observa que la proporción 70 % de yuca y 30 % de camote influyen en menor medida en la aceptación media de la textura con 5.73 de puntuación aproximada; mientras que la proporción 50 % de yuca y 50 % de camote tiene una influencia mayor en la aceptación media de la textura con 5.96 de puntuación aproximada. Independientemente de la proporción de mezcla de yuca y camote, la percepción de la textura, por parte de los consumidores, no es muy buena.

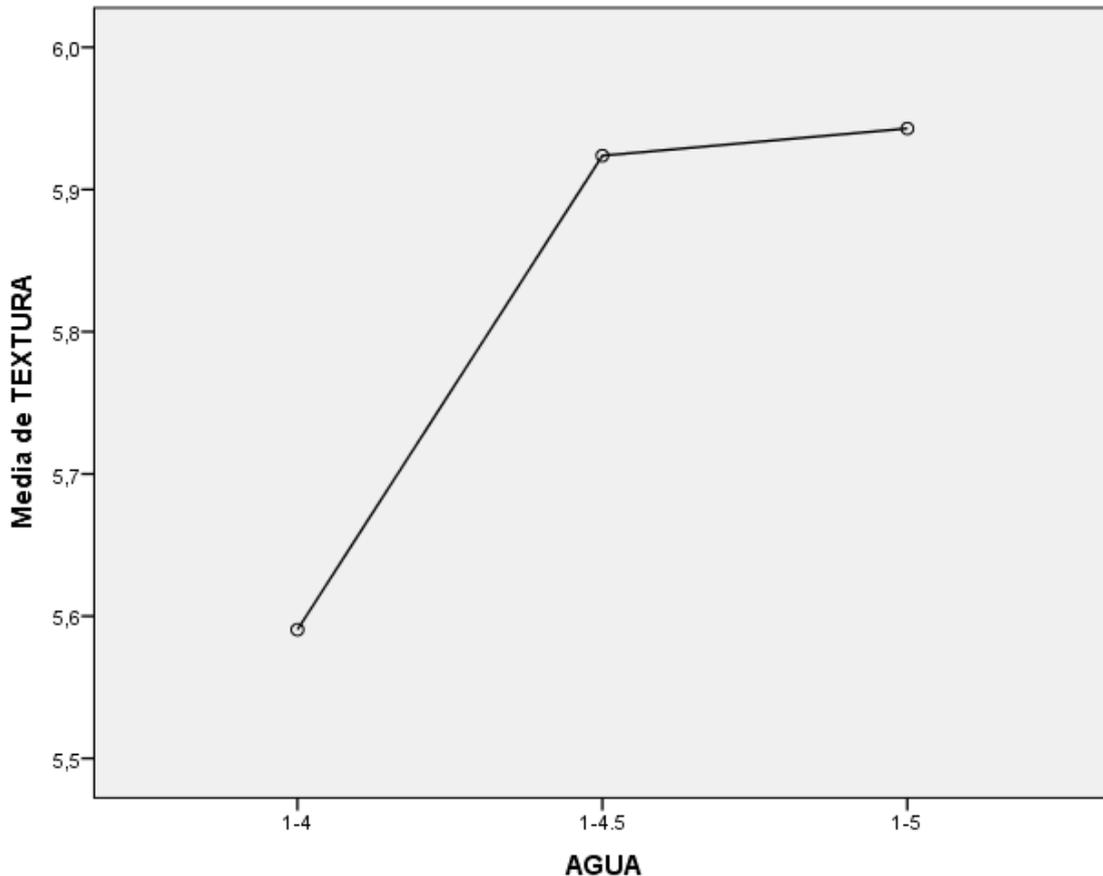


Figura 16. Influencia de la proporción harina-agua en la aceptación de la textura.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 16 se observa la influencia que tiene la proporción de harina-agua en la aceptación de la textura. La proporción 1-4 de harina-agua tiene una influencia menor con 5.58 de puntuación aproximada. Asimismo, en la proporción 1-4.5 de harina-agua la influencia ha tenido un crecimiento considerado con una puntuación de 5.91 aproximado. Además, en la última proporción la influencia es mayor con 5.93 de puntuación aproximada en comparación con las demás proporciones; sin embargo, existe una mínima diferencia con la segunda proporción. Se observa, además, que a medida que la proporción de agua aumenta, mejora la aceptación media de la textura del puré.

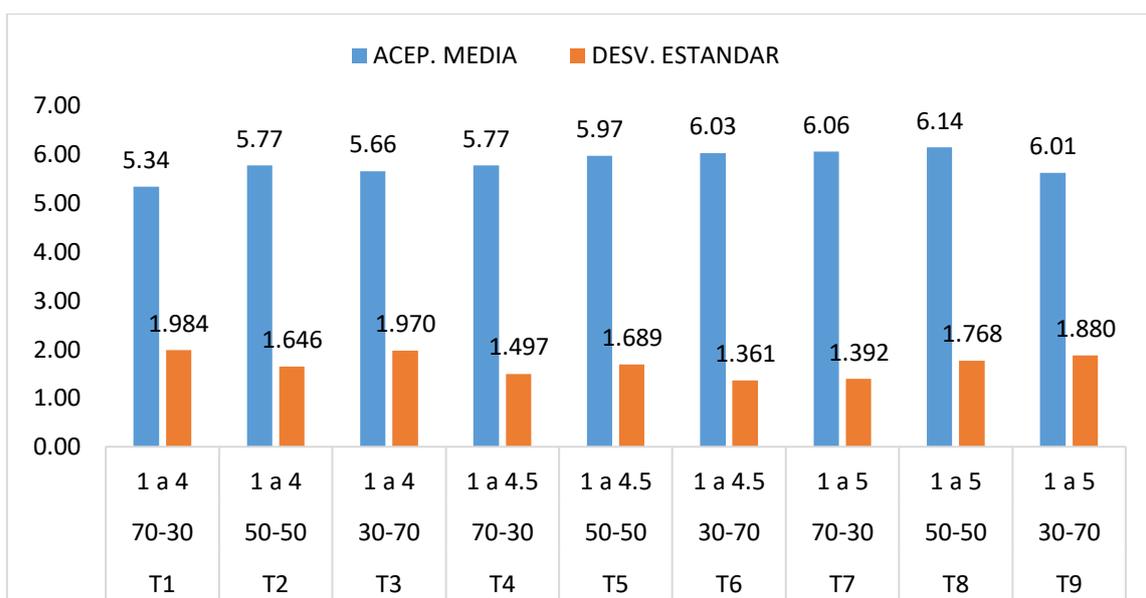


Figura 17. Aceptación media de la textura por cada tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17 se observa el comportamiento de la aceptación media de la textura por cada tratamiento. El tratamiento uno tiene una aceptación media menor de 5.34 calificándolo como “no me gusto ni me disgustó”. Asimismo, el tratamiento ocho (T8) es el que tiene el valor más alto con 6.14 de puntuación media calificándolo como “me gustó ligeramente”. Por otro lado, tres tratamientos (T6, T7 y T9) alcanzaron una aceptación media para esta variable por encima de seis, con una mínima diferencia entre cada uno.

Mientras que para Inca (2015) el tratamiento nueve, con 50-40-10 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, logra una aceptación media de 1.6 calificándolo como “no me gusta nada”; el tratamiento dos, con 40-30-30 %, y el tratamiento ocho, con 60-30-10 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, alcanza una aceptación media de 3.5 puntos, logró una calificación de “me gusta” si se le redondea.

Asimismo, para Fernández y Martínez (2015) la papilla 4 (25% de harina de oca, 25 % de harina de mashua y 50 % de leche en polvo) alcanzó una puntuación sensorial de 2.47 para la textura valor que lo califica como “no me gusta”; la papilla 2 (15 % de harina de oca, 15

% de harina de mashua y 70 % de leche en polvo) alcanzó una puntuación sensorial de 4.53, valor que lo califica como “me gusta mucho” si se redondea dicho valor.

Por otro lado, al desarrollar Cruz y Sierra (2015) un puré deshidratado a partir de tres clones candidatos a registro de papa criolla, obtuvieron que el CCR4 (clon candidato a registro cuatro) alcanzó la mayor puntuación de aceptación con 4.1 para la textura, en comparación con los demás clones candidatos a registro; sin embargo, dicho valor le da una calificación de “ni me gusta, ni me disgusta”.

4.6.4. Apariencia general

Los resultados muestran que la proporción de mezcla de yuca y camote ($p=0.932>0.05$), y la proporción de harina y agua ($p=0.142>0.05$), no influyen de manera significativa (Tabla 42). Para Inca (2015), los resultados de apariencia en las formulaciones de una muestran diferencia significativa $p\text{-value} < 0.05$ evaluados a través del test Friedman.

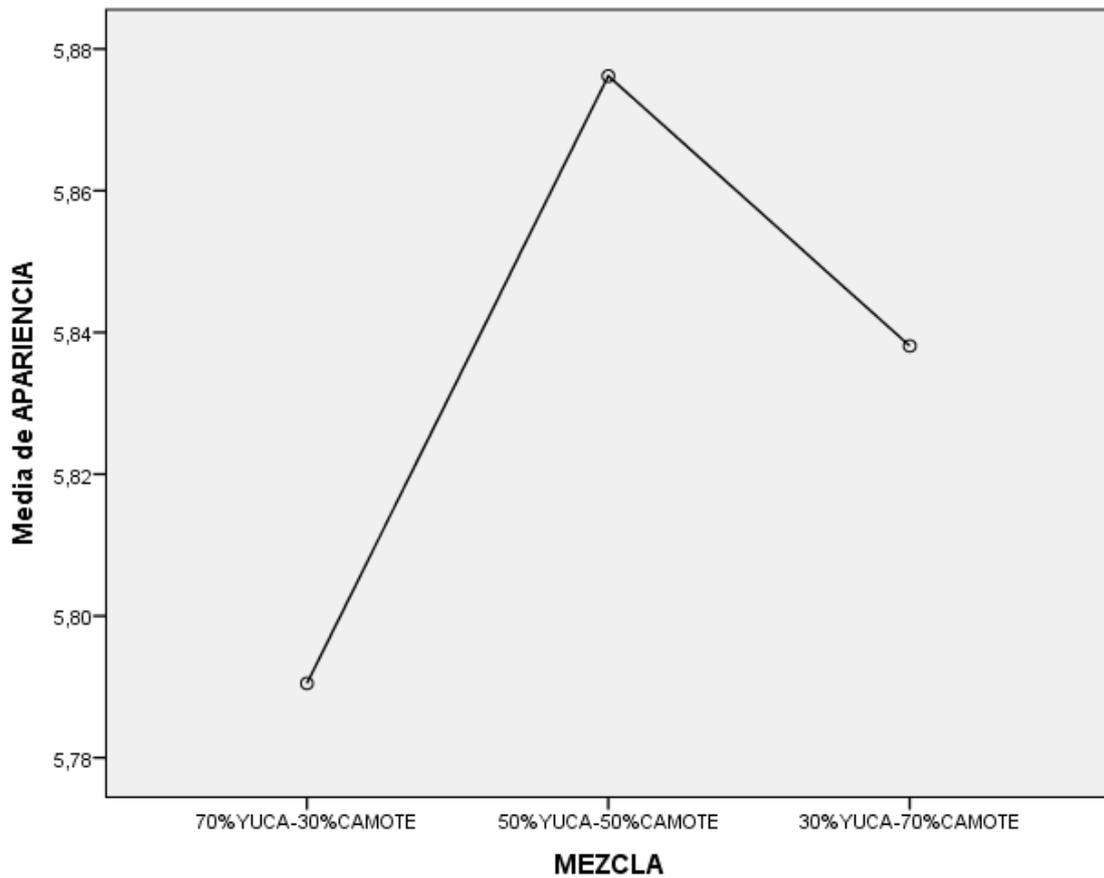


Figura 18. Influencia de la proporción de yuca y camote en la aceptación de la apariencia general. *Fuente:* Elaboración propia.

En la Figura 18 se observa que la proporción 70 % de yuca y 30 % de camote influyen en menor medida en la aceptación media de la apariencia general con 5.79 de puntuación aproximada, mientras que la proporción 50 % de yuca y 50 % de camote tiene una influencia mayor en la aceptación media de esta variable con 5.87 de puntuación aproximada.

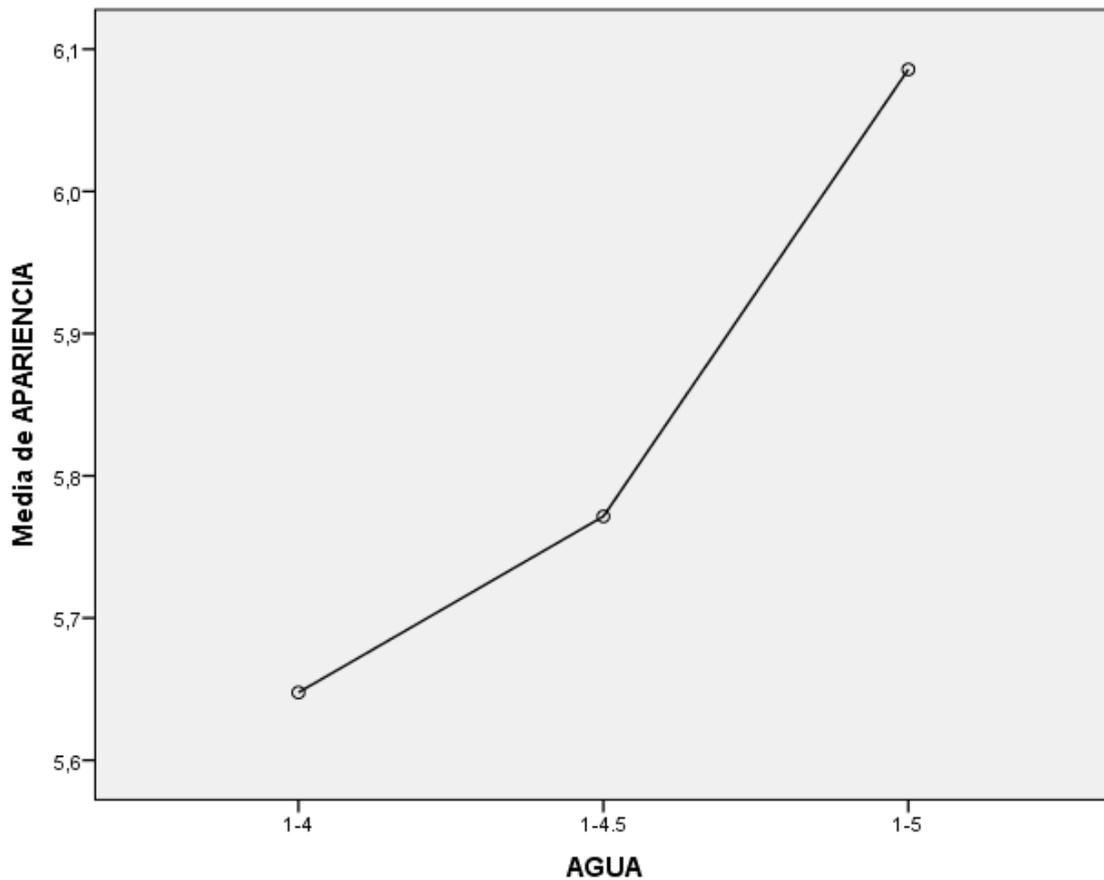


Figura 19. Influencia de la proporción harina-agua en la aceptación de la textura. *Fuente:* Elaboración propia.

En la Figura 19 se observa la influencia que tiene la proporción de harina-agua en la aceptación de la textura. La proporción 1-4 de harina-agua tiene una influencia menor con 5.65 de puntuación aproximada. Asimismo, en la proporción 1-5 de harina-agua, la influencia es mayor con 6.01 de puntuación aproximada, en comparación con las demás proporciones. Además, a medida que la proporción de agua aumenta, mejora la aceptación media de la apariencia general del puré.

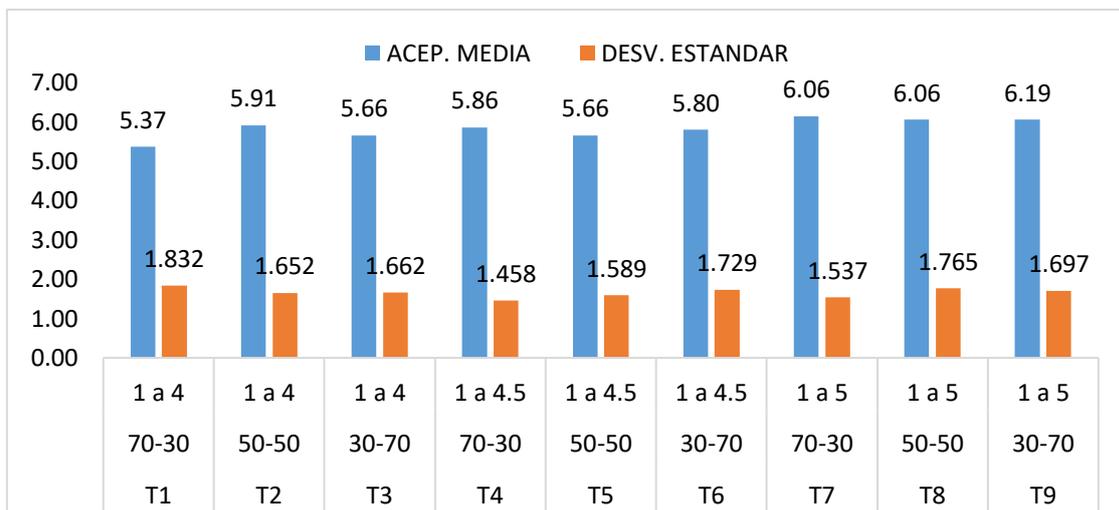


Figura 20. Aceptación media de la apariencia general por cada tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 20 se observa el comportamiento de la aceptación media de la apariencia general por cada tratamiento. El tratamiento uno tiene una aceptación media menor de 5.37 calificándolo como “no me gustó ni me disgustó”. Asimismo, el tratamiento nueve (T9) tiene el valor más alto con 6.19 de puntuación media calificándolo como “me gustó ligeramente”. Por otro lado, tres tratamientos (T7, T8 y T9) alcanzaron una aceptación media para esta variable por encima de seis con una mínima diferencia entre cada uno.

Mientras que para Inca (2015) el tratamiento nueve con 50-40-10 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, logró una aceptación media de 1.4 calificándolo como “no me gusta nada”; el tratamiento dos, con 40-30-30 % de harina de papa, de quinua y de oca, respectivamente, alcanzó una aceptación media de 3.6 puntos logrando una calificación de “me gusta” si se redondea dicho valor.

Asimismo, para Fernández y Martínez (2015) la papilla 4 (25 % de harina de oca, 25 % de harina de mashua y 50 % de leche en polvo) alcanzó una puntuación sensorial de 3.57 para la variable, aspecto valor que lo califica como “me gusta” si dicho valor se redondea; la papilla 2 (15 % de harina de oca, 15 % de harina de mashua y 70 % de leche en polvo) alcanzó una puntuación sensorial de 5.23 valor que lo califica como “me gusta mucho”.

Tabla 45

Comparación de los valores medios para cada atributo sensorial por tratamiento

Tratamiento	Código	Color	Sabor	Textura	Apariencia general	Promedio
T1	367	5.77	5.14	5.34	5.37	5.41
T2	548	6.11	5.54	5.77	5.91	5.83
T3	765	5.74	5.69	5.66	5.66	5.69
T4	437	6.2	5.43	5.77	5.86	5.82
T5	925	6.2	5.6	5.97	5.66	5.86
T6	634	5.97	5.74	6.03	5.8	5.89
T7	821	6.49	5.83	6.06	6.06	6.11
T8	192	6.51	5.83	6.14	6.06	6.14
T9	299	6.48	6.19	6.01	6.16	6.21

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 45 se observa el resumen de la puntuación media para cada atributo sensorial por tratamiento. El tratamiento uno ha alcanzado una puntuación total en valor medio de 5.41 siendo el valor más bajo, mientras que el tratamiento siete y el tratamiento ocho muestra una diferencia de 0.03 en ambos valores medios; sin embargo, el tratamiento nueve solo alcanzó una aceptación de “me gusta ligeramente” para todas las variables analizadas con 6.21 puntos de valor promedio para todas las características sensoriales. Por ello, la valoración del tratamiento nueve lo consideramos el de mayor aceptación.

4.7. De los resultados del análisis proximal al tratamiento de mayor aceptación

4.7.1. Porcentaje de humedad

La muestra de mayor aceptación obtuvo 5.1 % de humedad (Tabla 44). Este valor difiere en 0.66 al valor encontrado en el análisis fisicoquímico; sin embargo, el contenido de humedad es relativamente bajo, pero dentro de lo permitido con 13 % de humedad, según la ficha técnica de alimentos del servicio alimentario del programa de alimentación escolar Cali Warma (2016) para harinas de yuca y camote.

Asimismo, para Fernández y Martínez (2015) la papilla 2 (15 % de harina de oca, 15 % de harina de mashua y 70 % de leche en polvo), de mayor aceptación sensorial, obtuvo un valor de 5.83 % por cada 100g. Este valor difiere en 0.73 % al valor encontrado en esta

investigación. Por otro lado, Acosta (2012), en la formulación uno (75 % de zanahoria blanca y 25 % de camote), la de mayor aceptación sensorial, el valor encontrado en el porcentaje de humedad es de 8.86 % a 60 °C por 8 horas para la zanahoria y a 60 °C por 6 horas para el camote. Este valor es superior a lo encontrado en esta investigación.

4.7.2. Cenizas totales

El porcentaje de cenizas totales por cada 100 g del puré deshidratado del tratamiento nueve (mayor aceptación sensorial) es de 6.22 %; mientras que para Inca (2015) el tratamiento dos, de mayor aceptación sensorial cuya formulación es 40% de harina de papa pre-cocida de la variedad Yawar Huayco, 30 % de harina de quinua de la variedad Blanco de Junín y 30 % de harina de oca de la variedad zapallo el valor de cenizas, es 3.30 g/100g. Dicho valor es inferior a lo encontrado en esta investigación.

Por otro lado, Inca (2015) señala que el valor encontrado en cenizas totales es de 4.99 g%/100g en el tratamiento de mayor aceptación sensorial (15 % harina de oca, 15% harina de mashua y 70 % leche en polvo). Este valor es inferior a lo encontrado en esta investigación. Así mismo, para Acosta (2012), el valor del porcentaje de cenizas totales es de 11.99 % en la formulación uno (75 % de zanahoria blanca y 25 % de camote) de mayor aceptación sensorial. Dicho valor también es superior a lo encontrado en esta investigación.

4.7.3. Grasa total

El porcentaje de grasa total por cada 100 g del puré deshidratado del tratamiento 9 (mayor aceptación sensorial) es de 0.6 %, lo que significa que este puré es bajo en grasa; mientras que para Inca (2015) el tratamiento dos, de mayor aceptación sensorial cuya formulación es 40 % de harina de papa pre-cocida de la variedad Yawar Huayco, 30 % de harina de quinua de la variedad Blanco de Junín y 30 % de harina de oca de la variedad zapallo, el valor de grasa total es 2.46 g/100 g. Dicho valor es superior a lo encontrado en esta investigación.

Por otro lado, Fernández y Martínez (2015) señalan que el valor encontrado de grasa total es de 11.10 g%/100 g en el tratamiento de mayor aceptación sensorial (15 % harina de oca, 15

% harina de mashua y 70 % leche en polvo), dicho valor, superior a lo encontrado, se debe a que en la formulación se incluyó una proporción de leche en polvo, lo que no ocurrió en esta investigación. Asimismo, para Acosta (2012), el valor del porcentaje de grasa total es de 3.62 % en la formulación uno (75 % de zanahoria blanca y 25 % de camote), siendo esta formulación de mayor aceptación sensorial.

4.7.4. Proteína total

El porcentaje de proteína total por cada 100 g del puré deshidratado del tratamiento nueve (mayor aceptación sensorial) es de 5.66 %. Esto significa que este puré es bajo en proteína total. Para Acosta (2012) el valor del porcentaje de proteína total es de 3.56 % en la formulación uno (75 % de zanahoria blanca y 25 % de camote), la de mayor aceptación sensorial, con un valor inferior a lo encontrado en esta investigación. Sin embargo, el artículo 685 del código alimentario argentino, refiere que un puré papas de uso instantáneo debe contener 3.4 % de proteína aproximadamente (Acosta 2012). Por consiguiente, el puré desarrollado en esta investigación se encuentra dentro de los límites establecidos por esta norma.

Por otro lado, según Inca (2015), el tratamiento dos, de mayor aceptación sensorial, cuya formulación es 40 % de harina de papa pre-cocida de la variedad Yawar Huayco, 30 % de harina de quinua de la variedad Blanco de Junín y 30 % de harina de oca de la variedad zapallo, posee un valor de proteína total de 9.92 g/100 g, valor superior a lo encontrado en esta investigación debido al alto contenido de proteína de la quinua (13.71 g/100 g).

Asimismo, Fernández y Martínez (2015) mencionan que el valor encontrado en la proteína total es de 14.16 g%/100 g en el tratamiento de mayor aceptación sensorial (15 % harina de oca, 15 % harina de mashua y 70 % leche en polvo). Este valor es superior a lo encontrado en esta investigación debido a la composición nutricional de los productos utilizados la cual es mayor en esta investigación.

4.7.5. Carbohidrato total

El porcentaje de carbohidrato total por cada 100 g de puré deshidratado del tratamiento nueve (mayor aceptación sensorial) es de 82.42 %; mientras que, para Inca (2015), el tratamiento dos, de mayor aceptación sensorial, cuya formulación es 40 % de harina de papa pre-cocida de la variedad Yawar Huayco, 30 % de harina de quinua de la variedad Blanco de Junín y 30 % de harina de oca de la variedad zapallo, el valor de carbohidrato total es 79.74 g/100 g, dicho valor es inferior a lo encontrado en esta investigación.

Por otro lado, Fernández y Martínez (2015) indican que en el tratamiento de mayor aceptación sensorial (15 % harina de oca, 15 % harina de mashua y 70 % leche en polvo) el valor encontrado en carbohidrato total es de 62.54 g%/100 g. Así mismo, para Acosta (2012) el valor del porcentaje de carbohidrato total de la formulación uno (75 % de zanahoria blanca y 25 % de camote) es de 71.37 %, formulación de mayor aceptación sensorial. Dichos valores son inferiores a lo que se ha encontrado en esta investigación, lo que significa que la yuca y el camote son ricos en este valor.

4.7.6. Calorías

Los resultados muestran que el valor calórico por cada 100 g del puré deshidratado del tratamiento nueve (mayor aceptación sensorial) es de 357.72 kcal/100 g; para Inca (2015) el tratamiento dos, de mayor aceptación sensorial, cuya formulación es 40 % de harina de papa pre-cocida de la variedad Yawar Huayco, 30 % de harina de quinua de la variedad Blanco de Junín y 30 % de harina de oca de la variedad zapallo, el valor de energía es 360.12 kcal/100 g, dicho valor es superior en 2.4 kcal/100 g a lo encontrado en esta investigación. Por otro lado, Fernández y Martínez (2015) indican que el valor encontrado para este valor es de 406.54 kcal en el tratamiento de mayor aceptación sensorial (15 % harina de oca, 15 % harina de mashua y 70 % leche en polvo). Asimismo, para Acosta (2012) el valor del porcentaje de carbohidrato total es de 332.30 kcal/100 g en la formulación uno (75 % de zanahoria blanca y 25 % de camote) formulación de mayor aceptación sensorial, siendo este valor inferior a lo encontrado en esta investigación.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

De esta investigación se concluye lo siguiente:

1. El diseño del diagrama de operaciones para el proceso del puré deshidratado, utilizando diferentes proporciones de mezcla de yuca y camote, tiene 15 etapas de proceso: dos de almacenamiento inicial y final, seis de operación, seis de actividad combinada (operación-inspección), y una etapa de demora perteneciente al de enfriamiento.
2. En la variable de densidad, no existe diferencia significativa en los tratamientos; sin embargo, el tratamiento tres (30 % de yuca-70 % de camote) obtuvo el mayor valor en cuanto a densidad se refiere con 0.867 g/ml.
3. La humedad, está relacionada significativamente con la proporción de mezcla de yuca y camote. Influyó de manera altamente significativa en dicha variable con $p=0.000<0.05$. Además, el tratamiento uno (70 % yuca-30 % camote) tuvo el mayor porcentaje de humedad (5.31 %) en comparación con los demás tratamientos; sin embargo, todos los valores de cada tratamiento están dentro de lo permitido comparándolas con las normas técnicas de harinas.
4. La proporción de mezcla de yuca y camote tiene una influencia significativa en el porcentaje de acidez ($p=0.000<0.05$); cuando la proporción de harina de camote es mayor, el porcentaje de acidez aumenta. Esto se refleja en la proporción de mezcla de cada tratamiento. El tratamiento nueve (30 % de yuca-70 % de camote) obtuvo 0.7467 % de acidez titulable, mientras que el tratamiento cuatro (70 % de yuca-30 % de camote) produjo 0.53 % de acidez titulable.
5. Para el color, la proporción de mezcla de yuca y camote no influye de manera significativa en esta variable. Sin embargo, la proporción harina-agua sí influye de

manera altamente significativa en el color ($p=0.018<0.050$). Los tratamientos siete, ocho y nueve obtuvieron la mayor aceptación con 6.49, 6.51 y 6.48 de puntuación media, respectivamente; además, el tratamiento tres fue el que obtuvo la menor aceptación con 5.74 puntos.

6. En cuanto a textura, el tratamiento ocho obtuvo la mayor aceptación media con 6.14 puntos; el tratamiento uno, la menor aceptación media con 5.34 puntos.
7. Respecto a la apariencia general, el tratamiento nueve consiguió la mayor aceptación media con 6.16 de puntuación; los tratamientos siete y ocho obtuvieron una puntuación de igual valor con 6.06 puntos, todos estos valores obtuvieron una calificación de “me gustó ligeramente”.
8. El resultado microbiológico muestra que todas las formulaciones de puré deshidratado están aptas para consumo humano por estar dentro de los parámetros establecidos por la Resolución Ministerial N° 615- 2003 SA/DM (DIGESA, 2003). Sin embargo, la formulación con código 437 fue la que obtuvo la menor cantidad de unidades formadoras de colonias con 2×10^2 UFC/g en aerobios mesófilos.
9. En general, las formulaciones de puré deshidratado no obtuvieron una gran aceptación a nivel de consumidor logrando obtener una calificación de “me gusta ligeramente” para los tratamientos siete, ocho y nueve con una puntuación total de todas las variables (color, sabor, textura y apariencia general) de 6.11, 6.14 y 6.21 puntos, respectivamente; considerando al tratamiento nueve al de mayor aceptación sensorial, el cual según los resultados del análisis proximal es bajo en grasa (0.6 %), alto en carbohidrato (82.42 %) y calorías con 357.72 kcal/100 g.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. Considerando que las formulaciones de puré de deshidratado no obtuvieron una gran aceptación para el sabor, se recomienda utilizar otro ingrediente en su formulación como el orégano en polvo o leche en polvo.
2. Considerando que no se ha tenido en cuenta la influencia de la temperatura en la aceptación sensorial, se recomienda deshidratar los mismos productos a diferentes temperaturas para evaluar este efecto.
3. Se recomienda obtener purés deshidratados utilizando diferentes proporciones de mezcla de distintas variedades de camote (blanco, morado y amarillo), considerando que el puré de mayor aceptación contiene en su formulación 30 % de yuca y 70 % de camote. Además, se recomienda utilizar diferentes medios de rehidratación como proporciones de leche y agua para mejorar las características sensoriales.
4. De acuerdo con los resultados del análisis sensorial, se recomienda optar por el tratamiento 9 (30 % de yuca y 70 % de camote, rehidratado con 1-5 de harina-agua), ya que se obtuvo la mayor aceptación por parte de los consumidores.
5. Para futuras investigaciones se recomienda ampliar el número de consumidores, considerando la variabilidad del mercado objetivo con el propósito de enriquecer más el trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- Alemán, L. P., Ferradas, H. A. y Rodríguez, A. F. (2013). Alimentos complementarios para infantiles. *Pueblo cont.* 24 (1), 115-131. Recuperado de <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/35/34>
- Acosta, A. M. (2012). *Elaboración de un puré instantáneo a partir de zanahoria blanca y camote en la planta de alimentos de la UTE*. (Tesis de grado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4982/1/51186_1.pdf
- Alban, C. y Figueroa, A. (2011). *Elaboración de Sopa Instantánea a Partir de Harina de Camote*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/15968>
- Aristizábal, J. y Sánchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, 163. Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- Calderón, V. R. (2010). *Deshidratación de alimento*. [Folleto]. La Libertad: autor Recuperado de centa.gob.sv/upload/laboratorios/alimentos/BROCHURE%20DESHIDRATADOS.pdf
- Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Recuperado de <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- Cock, J. H. (1989). *La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional*. Recuperado de http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABE091.pdf
- CODEX STAN. (1989). Norma del Codex para la harina de yuca comestible. Recuperado de www.fao.org/input/download/standards/59/CXS_176s.pdf
- Colina, M. L. (2010). *Deshidratación de alimentos*. México: Trillas
- Cruz, D. A. y Sierra, M. G. (2015). *Desarrollo de un puré deshidratado a partir de tres clones candidatos a registro de papa criolla (Solanum tuberosum Grupo Phureja)*.

(Tesis de grado). Universidad de La Salle. Recuperado de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18296/43111019_2015.pdf?sequence=1

Dirección General de Salud Ambiental. (2003). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf

Dueñas, J. (2018). La deshidratación: la forma más antigua y sana de conservar alimentos. *Giro Salud*, Julio. Recuperado de <http://www.girosalut.org/es/comunicacion/girosalut/blog/wwwgirosalutorg/18780.html>

Encalada, H. J. (2017) *Efecto de la temperatura y el espesor en el proceso de deshidratado de mango (Mangifera indica L.) Variedad Kent*. (Tesis de grado). Universidad Católica Sedes Sapientiae. Recuperado de <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/302>

Fernández, F. C. (2008). *Caracterización reológica y optimización de la textura de purés de patata frescos y congelados. Efectos del proceso y adición de crioprotectores*. (Tesis de doctorado). Universidad Complutense de Brasil. Recuperado de <http://eprints.ucm.es/9160/1/T30942.pdf>

Fernández, J. y Martínez, A. (2015). *Elaboración de papilla instantánea a base de oca (oxalis 1 tuberosa), mashua (tropaeolum tuberosum) y leche descremada en polvo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado de http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/44/RESUMEN%20TFBN_284.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Fonseca, C., Zuger, R., Walker, T. y Molina, J. (2002). *Estudio de impacto de la adopción de las nuevas variedades de camote liberadas por el INIA, en la costa central, Perú. Caso del valle de Cañete*. Recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/SW63967.pdf>

Florencia, M. (2011). *Estudio de procesos de deshidratación industrial de ajo con la finalidad de preservar alicina como principio bioactivo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cuyo. Recuperado de bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/4202/tesis-florenciagreco.pdf

- Gallego, S. y García, J. (2015). *Producción y usos de harina refinada de yuca*. Recuperado de http://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/cartilla_modulo_5_produccion_harina_refinada.pdf
- Gonzales, F.A. (2012). *Caracterización de las propiedades funcionales de fructanos de agave para su uso como sustituto de grasa en alimentos*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12777/Tesis%20Alejandra%20Gonzalez%20Fuentes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guardia, C. R. (2018). *Obtención de puré deshidratado de papa nativa yawar huayco (Solanum tuberosum) con quinua negra (Chenopodium quinoa Willd)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Recuperado de <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/3945>
- Gutiérrez, J. C. y Reinoso, V. P. (2011). *Desarrollo de una fórmula para sopa instantánea con valor nutricional a partir de harina de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/15967/3/TESIS_1_2_3_4.pdf
- Grández, G. G. (2008). *Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones*. (Tesis de grado). Universidad de Piura. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1553/ING_464.pdf
- Hernández, M., Torruco, J. G., Chel, L., y Betancur, D. (2008). Caracterización físico-química de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia e Tecnología de Alimentos, Campinas*, 28(3), 718-726. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf>
- Hernández, S. A., Fernández, C. C. y Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, México D.F: McGraw-hill/interamericana editores, S.A. de C.V. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Inca, E. (2015). *Evaluación de las propiedades tecnofuncionales y sensoriales de puré deshidratado de papa nativa (solanum tuberosum) fortificado con quinua (chenopodium quinoa Willd.) y oca (oxalis tuberosa Mol.)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional José María Arguedas. Recuperado de <http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/212/18-2015>

- Loor, D. J. (2015). *Potencial agroproductivo de variedades de Camote (Ipomea batatas (L.) Lam.) para el valle del río Carrizal*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Malabí. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/37/1/Loor%20Delgado%20Jorge%20Javier.pdf>
- López, E. y Gonzales, B. (2014). *Diseño y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en agronomía*. Recuperado de <https://docplayer.es/49683224-Diseno-y-analisis-de-experimentos.html>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola*. Ministerio de Agricultura y Riego. Recuperado de <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=boletin-estadistico-de-produccion-agricola-pecuaria-y-avicola-2016>
- Resolución Ministerial N° 020-2015/MINSA. Disponen la prepublicación del proyecto “Norma sanitaria que establece la lista de alimentos de alto riesgo (AAR)”. Diario oficial El Peruano, Lima Perú, 13 de enero de 2015. pp.12.
- Moscoso, M. E. (2014). *Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de cinco clones de papa nativa (Solanum tuberosum) y del puré deshidratado*. (Tesis de grado). Universidad Nacional José María Arguedas. Recuperado de <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/37088>
- Norma oficial mexicana-092-SSA1. (1994). *Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>
- Norma oficial mexicana-114-SSA1. (1994). *Método para la determinación de salmonella en alimentos*. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/114ssa14.html>
- Norma Oficial Mexicana-F-250-S. (1980). AJO DESHIDRATADO. Recuperado de <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-250-S-1980.PDF>
- Pérez, G. R. (2013). *Evaluación de tres variedades y tres distanciamientos de siembra en el cultivo de yuca. Manihot esculenta (geraniales; euphorbiaceae) en el Parcelamiento de Caballo Blanco del departamento de Retalhuleu* (Tesis de grado). Universidad Rafael Landívar. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/14/Perez-Rudy.pdf>

- Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma. (2016). *Ficha técnica de alimentos- modalidad productos*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/425722454/FICHA-TECNICA-DE-PRODUCTOS2-pdf>
- Raudez, M. G. y Poveda, M. M. (2004). *Caracterización y evaluación preliminar de seis genotipos de camote (Ipomoea batatas L.) con fertilización orgánica e inorgánica*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria. Recuperado de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30r243.pdf>
- Rivada, F. J. (2008). *Planta industrial de producción de ácido cítrico a partir de melazas de remolacha*. (Tesis de grado). Universidad de Cádiz. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6411/34254675.pdf?sequence=1>
- Riveros, F. y Fernández, A (2006). *Formulación de puré instantáneo de papa amarilla (Solanum goniocalyx), Kiwicha (Amaranthus caudatus), y leche entera para niños en periodo de ablactancia*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/366066072/Formulacion-Alimento-Ninos>
- Roquel, M. E. (2008). *Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (Ipomoea batata)*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1098_Q.pdf
- Sancho, J. V., Bota, E. P. y Castro, J.M. (1998) *Introducción al análisis sensorial de los alimentos* (pp.142-160). Barcelona: Universidad de Barcelona
- Tessaro, S. E. (2014). *Alimento con alto contenido de fructanos: puré de topinambur (Helianthus tuberosus L.)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cuyo. Recuperado de http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6793/tesis-tessaro-silvina.pdf
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E. y Elías, L. G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Recuperado de <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/12666/IDL-12666.pdf?sequence=1>
- Yañez, V. O. (2002). *Aislamiento y caracterización de marcadores moleculares microsatélites a partir de la construcción de librerías genómicas enriquecidas de camote (Ipomoea batatas (L.) Lam)*. (Tesis de grado). Universidad Mayorde San Marcos. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/Ya%C3%B1ez_A_V/t_completo.pdf

TERMINOLOGÍA

- **Ácido cítrico:** Compuesto orgánico intermedio en el ciclo del ácido tricarbóxico, presente en todos los seres vivos. Se puede encontrar de forma natural en las frutas cítricas como piñas, melocotones, etc. Se usa principalmente en la industria de la alimentación para elaborar bebidas y otros productos, así como saborizante y conservante, aunque contiene otras propiedades para esta industria. Además, el ácido cítrico es utilizado en la industria farmacéutica, textil, cosmética, agrícola y de detergentes (Rivada, 2008).
- **Almidón:** En los vegetales, el almidón es una de las más importantes fuentes de almacén de energía, los granos de cereales contienen alrededor de 60 y 75 % de su peso seco de este nutriente, asimismo se le puede encontrar en los tubérculos, en semillas de leguminosas y en algunas frutas. En la industria alimentaria es el polisacárido que más se utiliza como gelificante, espesante y estabilizante (Hernández *et al.*, 2008).
- **Análisis sensorial:** Ciencia multidisciplinaria en la que se recurre a panelistas humanos para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de otros materiales, mediante los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído) (Watts *et al.*, 1992).
- **Deshidratación:** Esta operación unitaria se fundamenta en la reducción de la actividad del agua (*aw*) con el propósito de disminuir los procesos de deterioro a los que se somete un alimento (Casp y Abril, 2003, citados por Acosta 2012).
- **Fructanos:** Compuestos principalmente por unidades de fructosa, son carbohidratos de reserva presentes en muchas plantas. Su estructura puede ser lineal o ramificada, con base en el tipo de enlace que une a las unidades de fructosa (Gonzales, 2012).
- **Papilla:** Es un alimento cocido en polvo de reconstitución instantánea y homogénea con agua tibia, previamente hervida. Esta no necesita preparación adicional alguna, ni

adición de ningún otro ingrediente, así como tampoco debe de formar grumos. Su presentación debe ser en polvo (INDECOPI, 2004, citado por Alemán *et al.*, 2013).

- **Alimentos de reconstitución instantánea:** Alimentos que fueron concentrados o condensados y devueltos a su consistencia original por la adición de agua para consumo directo (Resolución Ministerial N° 020-2015/MINSA, 2015).

- **Topinambur:** Es una especie de la familia *Asteraceae* nativa de Norteamérica. También se cultiva extensamente en las zonas templadas por su tubérculo comestible. Se consume como verdura de raíz (Tessaro, 2014).

APÉNDICES

Apéndice 1. Fotografías del proceso de obtención del puré deshidratado de yuca y camote



Pesado de la materia prima: yuca y camote.



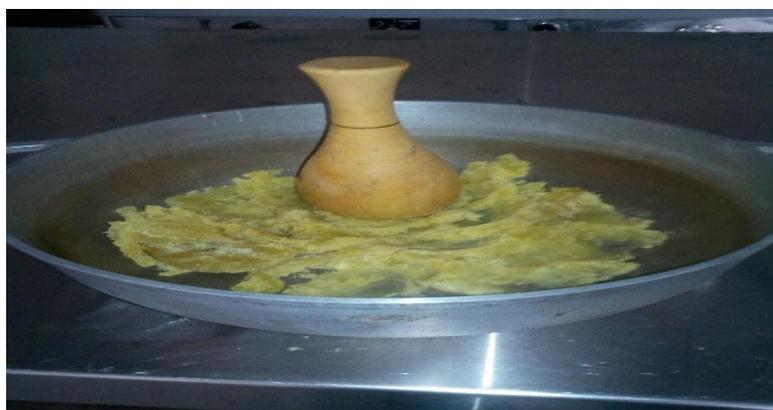
Lavado de la materia prima: yuca y camote.



Pelado de la materia prima: yuca y camote.



Etapas de cocción.



Etapas de trituración: yuca y camote.



Puesta en bandeja de deshidratación.



Estufa reseteada a 100 °C. (Etapa de deshidratación).



Etapa de enfriamiento: yuca y camote.



Etapa de molienda.



Envasado en bolsas de polietileno.

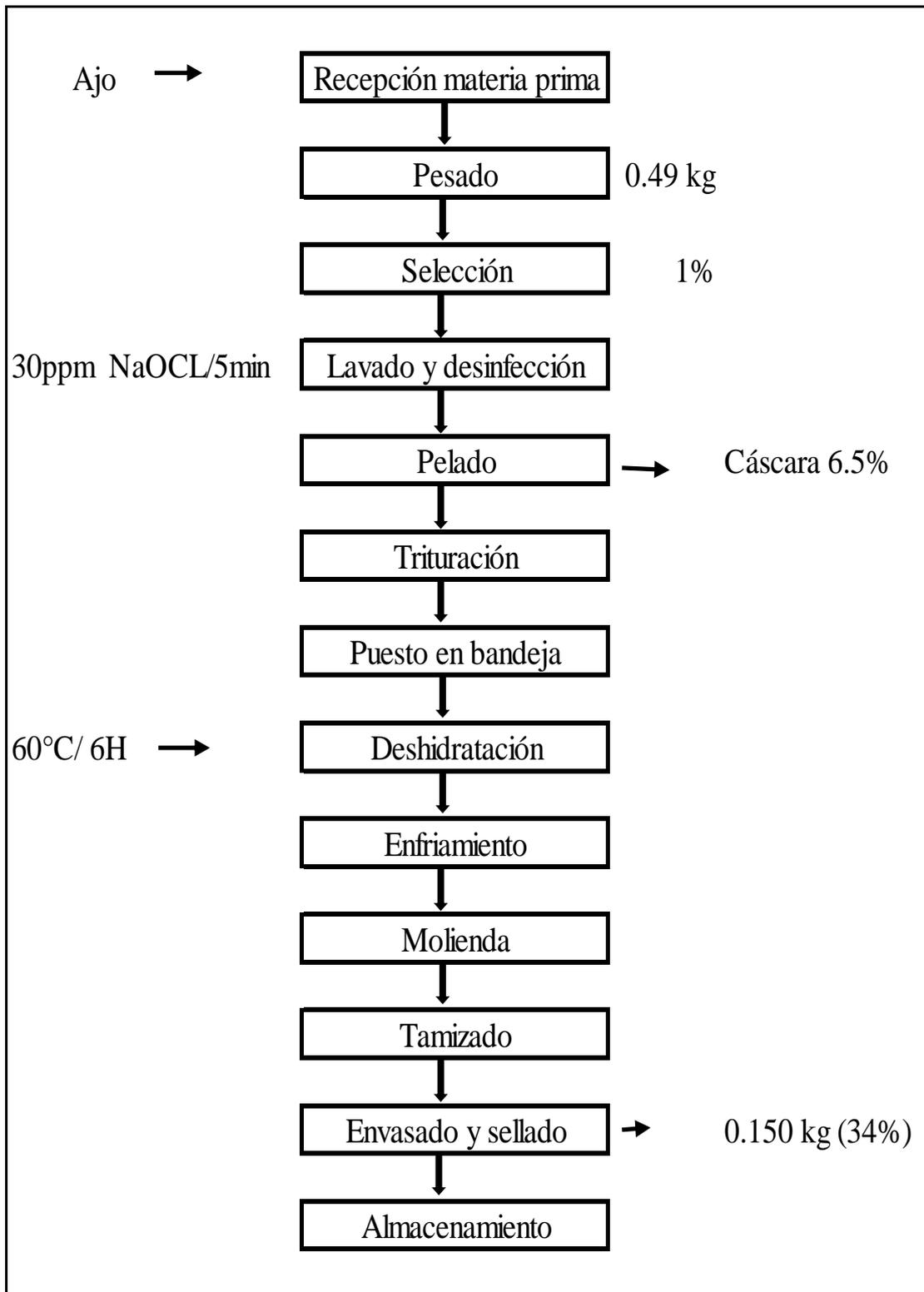


Etapa de formulación.



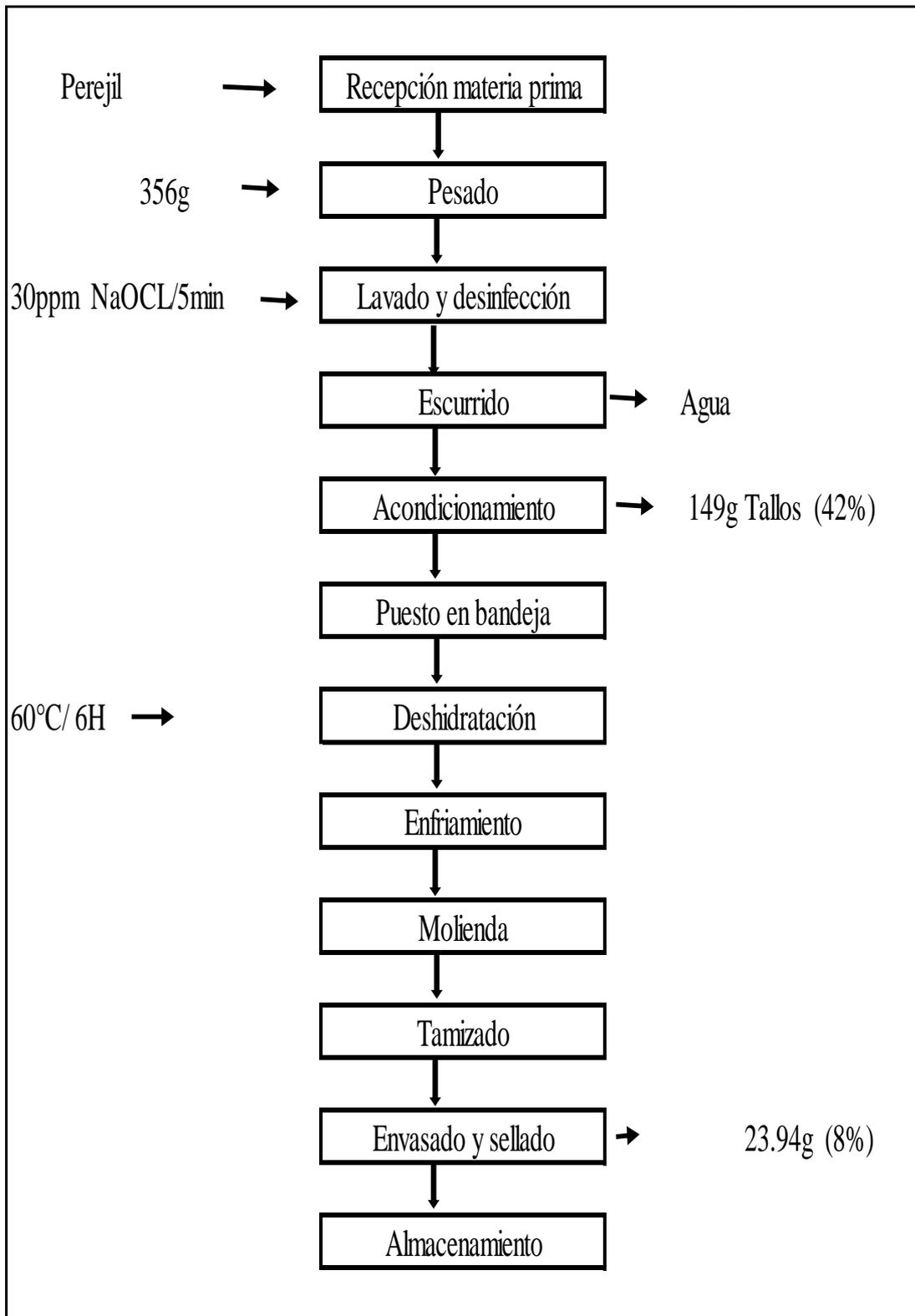
Etapa de envasado y sellado.

Apéndice 2. Diagrama de flujo para la obtención del ajo deshidratado



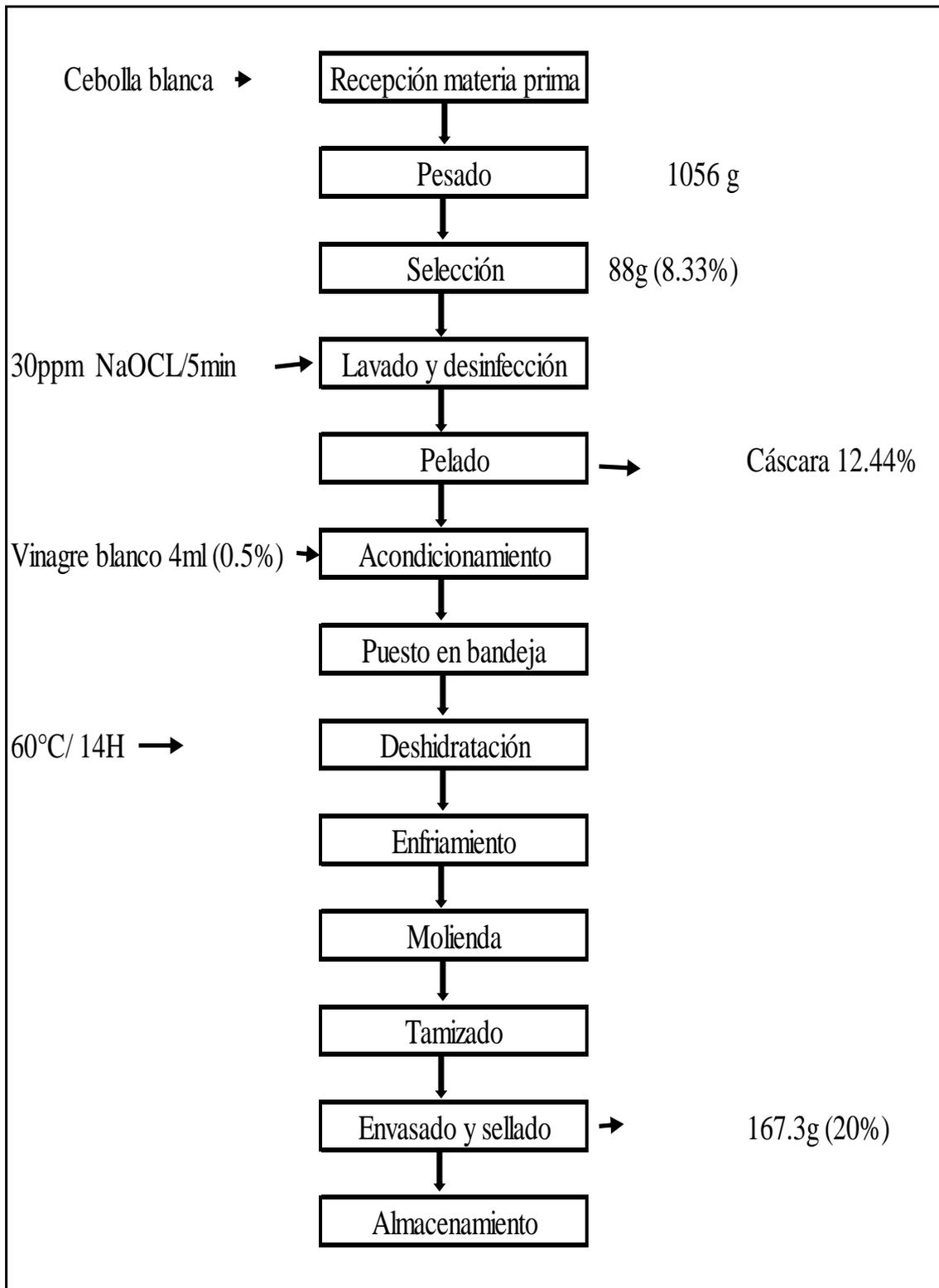
Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 3. Diagrama de flujo para la obtención del perejil deshidratado



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 4. Diagrama de flujo para la obtención de la cebolla blanca deshidratada



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 5. Fotografías de los insumos deshidratados



Ajo y perejil deshidratado.



Cebolla blanca deshidratada.

Apéndice 6. Supuesto de homogeneidad de varianzas en el análisis físico- químico

Prueba de homogeneidad de varianzas				
Variable	Estadístico de Levene	GI 1	GI 2	F
HUMEDAD	1.531	2	51	0.226
ACIDEZ	0.246	2	51	0.783
DENSIDAD	2.985	2	51	0.190

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 7. Supuesto de homogeneidad de varianzas en el análisis sensorial

Prueba de homogeneidad de varianzas				
Variable	Estadístico de Levene	GI 1	GI 2	F
COLOR	1.445	2	312	0.237
SABOR	0.171	2	312	0.843
TEXTURA	0.462	2	312	0.630
APARIENCIA GENERAL	0.146	2	312	0.864

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 8. Base de datos de los resultados fisicoquímicos para el porcentaje de humedad

N° placa	Peso placa (gr)	Peso muestra (gr)	Peso placa + muestra (gr)	% Humedad	Descripción	Promedio (repetición)	Promedio (tratamiento)
1	71.0714	5.0056	75.8202	5.130	T1-1	5.09258861	5.318759456
2	70.2056	5.0070	74.9595	5.055	Repetición	2	
3	71.0850	5.0060	75.8305	5.204	T1-2	5.41765408	
4	70.3040	5.0075	75.0295	5.632	Repetición	2	
5	72.0035	5.0085	76.7537	5.157	T1-3	5.44603567	
6	71.0814	5.0045	75.7989	5.735	Repetición	5	
1	74.1327	5.0085	78.9070	4.676	T2-1	4.86124981	4.994362853
2	70.2214	5.0055	74.9743	5.046	Repetición		
3	70.1830	5.0065	74.9370	5.043	T2-2	5.07742163	
4	70.2524	5.0045	75.0011	5.111	Repetición	2	
5	70.3644	5.0057	75.0989	5.418	T2-3	5.04441711	
6	71.2539	5.0032	76.0234	4.671	Repetición	7	
1	70.9347	5.0090	75.7232	4.402	T3-1	4.38755130	4.38699277
2	70.3402	5.0034	75.1248	4.373	Repetición	2	
3	70.8560	5.0068	75.6445	4.360	T3-2	4.33438884	
4	70.3450	5.0015	75.1310	4.309	Repetición	6	
5	71.1220	5.0067	75.9087	4.394	T3-3	4.43903816	
6	70.9675	5.0045	75.7476	4.484	Repetición	1	
1	73.6062	5.0030	78.3503	5.175	T4-1	5.19064686	5.214514019
2	71.4601	5.0073	76.2067	5.206	Repetición		
3	70.2342	5.0045	74.9786	5.197	T4-2	5.25205259	
4	72.3524	5.0068	77.0935	5.307	Repetición	3	
5	71.4780	5.0078	76.2246	5.216	T4-3	5.20084260	
6	70.9457	5.0021	75.6884	5.186	Repetición	4	
1	70.2209	5.0035	74.9822	4.841	T5-1	4.88259726	4.878207356
2	71.8178	5.0055	76.5768	4.925	Repetición	5	
3	70.2510	5.0025	75.0045	4.978	T5-2	4.92293197	
4	71.7889	5.0058	76.5510	4.868	Repetición	8	
5	71.8768	5.0039	76.6352	4.906	T5-3	4.82909282	
6	70.3214	5.0063	75.0898	4.752	Repetición	5	
1	71.0717	5.0024	75.8508	4.464	T6-1	4.48847736	4.582658057
2	70.2062	5.0010	74.9815	4.513	Repetición	4	
3	70.2543	5.0043	75.0265	4.638	T6-2	4.63045090	
4	71.5740	5.0012	76.3440	4.623	Repetición	8	
5	71.3542	5.0068	76.1330	4.554	T6-3	4.62904589	
6	70.9854	5.0082	75.7580	4.704	Repetición	8	

Continuación

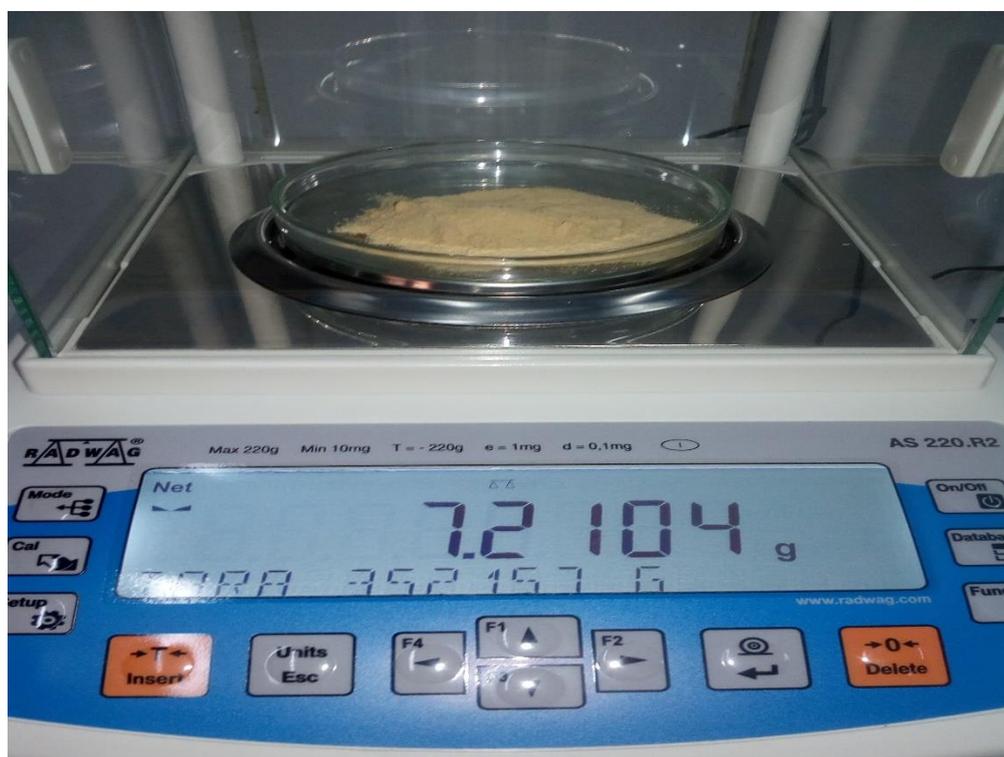
1	71.8181	5.0075	76.5629	5.246	T7-1 Repetición	5.319472192	5.30797184
2	72.3518	5.0011	77.0832	5.393			
3	71.7886	5.0032	76.5230	5.373	T7-2 Repetición	5.303971935	
4	71.9869	5.0025	76.7275	5.235			
5	72.2528	5.0018	76.9865	5.360	T7-3 Repetición	5.300471394	
6	72.3156	5.0068	77.0600	5.241			
1	71.1942	5.0070	75.9592	4.833	T8-1 Repetición	4.859659008	4.789315907
2	70.9345	5.0081	75.6979	4.886			
3	70.9456	5.0035	75.7124	4.731	T8-2 Repetición	4.719225766	
4	71.2110	5.0045	75.9799	4.708			
5	71.1532	5.0067	75.9169	4.853	T8-3 Repetición	4.789062946	
6	70.8978	5.0078	75.6690	4.725			
1	73.8047	5.0075	78.5903	4.431	T9-1 Repetición	4.441827013	4.438231699
2	69.7402	5.0064	74.5237	4.452			
3	70.8650	5.0025	75.6470	4.408	T9-2 Repetición	4.438333946	
4	71.2320	5.0035	76.0119	4.469			
5	70.5020	5.0078	75.2860	4.469	T9-3 Repetición	4.43453414	
6	73.6047	5.0045	78.3890	4.400			

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 9. Fotografías para la determinación del porcentaje de humedad



Enfriamiento de las muestras en el desecador de sílica de gel.



Pesado de las muestras en balanza analítica marca Radwag.

Apéndice 10. Base de datos de los resultados en el porcentaje de acidez

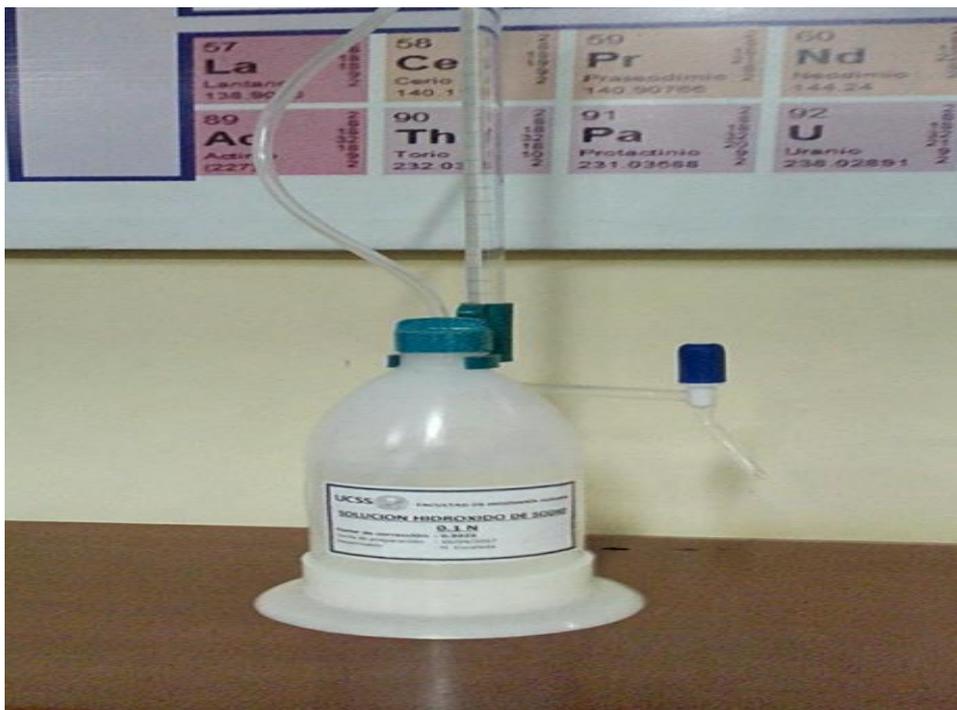
Tratamiento	Gasto (ml)	Normalidad	Meq. ácido cítrico	Muestra (g)	Factor	% Acidez	Prom. Rep.	Prom. T
T1 Rep. 1	2.7	0.1	0.064	3	0.9925	0.57	0.55	0.55
T1 Rep. 1	2.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.53		
T1 Rep. 2	2.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.55	0.56	
T1 Rep. 2	2.7	0.1	0.064	3	0.9925	0.57		
T1 Rep. 3	2.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.53	0.55	
T1 Rep. 3	2.65	0.1	0.064	3	0.9925	0.56		
T2 Rep. 1	3.2	0.1	0.064	3	0.9925	0.68	0.69	0.68
T2 Rep. 1	3.3	0.1	0.064	3	0.9925	0.70		
T2 Rep. 2	3.2	0.1	0.064	3	0.9925	0.68	0.68	
T2 Rep. 2	3.2	0.1	0.064	3	0.9925	0.68		
T2 Rep. 3	3.3	0.1	0.064	3	0.9925	0.70	0.69	
T2 Rep. 3	3.2	0.1	0.064	3	0.9925	0.68		
T3 Rep. 1	3.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.76	0.74	0.74
T3 Rep. 1	3.4	0.1	0.064	3	0.9925	0.72		
T3 Rep. 2	3.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.76	0.74	
T3 Rep. 2	3.4	0.1	0.064	3	0.9925	0.72		
T3 Rep. 3	3.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.76	0.74	
T3 Rep. 3	3.4	0.1	0.064	3	0.9925	0.72		
T4 Rep. 1	2.4	0.1	0.064	3	0.9925	0.51	0.52	0.53
T4 Rep. 1	2.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.53		
T4 Rep. 2	2.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.55	0.54	
T4 Rep. 2	2.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.53		
T4 Rep. 3	2.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.55	0.53	
T4 Rep. 3	2.4	0.1	0.064	3	0.9925	0.51		
T5 Rep. 1	3.2	0.1	0.064	3	0.9925	0.68	0.66	0.66
T5 Rep. 1	2.99	0.1	0.064	3	0.9925	0.63		
T5 Rep. 2	3.1	0.1	0.064	3	0.9925	0.66	0.64	
T5 Rep. 2	2.99	0.1	0.064	3	0.9925	0.63		
T5 Rep. 3	3.1	0.1	0.064	3	0.9925	0.66	0.67	
T5 Rep. 3	3.2	0.1	0.064	3	0.9925	0.68		
T6 Rep. 1	3.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.76	0.74	0.74
T6 Rep. 1	3.4	0.1	0.064	3	0.9925	0.72		
T6 Rep. 2	3.4	0.1	0.064	3	0.9925	0.72	0.74	
T6 Rep. 2	3.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.76		
T6 Rep. 3	3.4	0.1	0.064	3	0.9925	0.72	0.74	
T6 Rep. 3	3.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.76		

Continuación

T7 Rep. 1	2.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.53	0.55	0.55	
T7 Rep. 1	2.7	0.1	0.064	3	0.9925	0.57			
T7 Rep. 2	2.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.55	0.56		
T7 Rep. 2	2.7	0.1	0.064	3	0.9925	0.57			
T7 Rep. 3	2.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.53	0.54		
T7 Rep. 3	2.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.55			
T8 Rep. 1	3.1	0.1	0.064	3	0.9925	0.66	0.67		0.66
T8 Rep. 1	3.2	0.1	0.064	3	0.9925	0.68			
T8 Rep. 2	3	0.1	0.064	3	0.9925	0.64	0.66		
T8 Rep. 2	3.2	0.1	0.064	3	0.9925	0.68			
T8 Rep. 3	3	0.1	0.064	3	0.9925	0.64	0.65		
T8 Rep. 3	3.1	0.1	0.064	3	0.9925	0.66			
T9 Rep. 1	3.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.74	0.75	0.75	
T9 Rep. 1	3.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.76			
T9 Rep. 2	3.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.74	0.75		
T9 Rep. 2	3.6	0.1	0.064	3	0.9925	0.76			
T9 Rep. 3	3.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.74	0.74		
T9 Rep. 3	3.5	0.1	0.064	3	0.9925	0.74			

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 11. Fotografías de la medición del porcentaje de acidez



Solución de hidróxido de sodio a 0.1 normal.



Medida del gasto de hidróxido de sodio.



Cambio de color como indicador de neutralidad para cálculo de acidez.

Apéndice 12. Tabla de base de datos de los resultados de la densidad en los purés deshidratados

Tratamiento	Descripción	Peso (g)	Volumen (ml)	Densidad (g/ml)	Prom. Tratamiento
T1	Rep. 1	42.4702	50	0.85	0.85
T1	Rep. 2	42.5002	50	0.85	
T1	Rep. 3	42.4001	50	0.85	
T2	Rep. 1	42.5025	50	0.85	0.85
T2	Rep. 2	43.0010	50	0.86	
T2	Rep. 3	41.9020	50	0.84	
T3	Rep. 1	42.8815	50	0.86	0.87
T3	Rep. 2	43.9851	50	0.88	
T3	Rep. 3	42.8920	50	0.86	
T4	Rep. 1	41.5474	50	0.83	0.84
T4	Rep. 2	42.5002	50	0.85	
T4	Rep. 3	42.0089	50	0.84	
T5	Rep. 1	42.6292	50	0.85	0.84
T5	Rep. 2	43.0055	50	0.86	
T5	Rep. 3	41.0010	50	0.82	
T6	Rep. 1	42.3452	50	0.85	0.86
T6	Rep. 2	43.0050	50	0.86	
T6	Rep. 3	42.9050	50	0.86	
T7	Rep. 1	42.0264	50	0.84	0.85
T7	Rep. 2	43.0010	50	0.86	
T7	Rep. 3	42.0920	50	0.84	
T8	Rep. 1	42.0980	50	0.84	0.84
T8	Rep. 2	43.0010	50	0.86	
T8	Rep. 3	41.2030	50	0.82	
T9	Rep. 1	42.0002	50	0.84	0.84
T9	Rep. 2	42.0009	50	0.84	
T9	Rep. 3	41.9930	50	0.84	

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 13. Tabla de base de datos de la evaluación sensorial de las muestras de purés rehidratados

Consumidor	Tratamientos																																				
	T1(367)				T2(548)				T3(765)				T4(437)				T5(925)				T6(634)				T7(821)				T8(192)				T9(299)				
	C	S	T	A.G	C	S	T	A.G	C	S	T	A.G	C	S	T	A.G	C	S	T	A.G	C	S	T	A.G	C	S	T	A.G	C	S	T	A.G	C	S	T	A.G	
1	0	3	4	4	6	4	4	6	7	6	6	6	4	4	6	3	6	6	7	6	6	7	6	6	7	6	7	4	6	7	6	6	4	8	3	4	
2	6	4	5	8	6	5	6	6	6	6	3	6	6	6	3	6	7	6	3	6	7	6	6	6	6	6	3	6	6	6	6	6	6	3	6		
3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	6	6	5	6	4	6	4	5	4	8	3	2	
4	2	3	4	2	3	4	2	2	3	4	2	2	3	4	2	3	3	2	5	3	6	3	8	4	3	5	5	3	2	3	2	1	7	7	3	5	
5	7	6	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
6	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5
7	6	5	4	5	7	6	7	7	8	9	8	8	7	5	5	5	8	7	6	6	6	9	8	8	7	7	8	7	8	8	7	7	8	9	7	7	
8	6	7	6	6	3	4	3	3	5	4	4	5	7	7	6	6	7	6	5	5	5	4	5	4	8	9	8	8	4	5	4	5	4	8	3	3	
9	7	5	6	6	6	5	6	5	7	5	6	6	7	4	5	5	6	5	6	5	5	7	6	7	8	5	5	6	7	6	6	7	7	7	7	7	
10	6	6	6	6	7	7	7	7	5	6	6	6	7	6	7	7	7	6	6	6	7	8	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7
11	7	6	7	6	7	6	6	7	8	7	7	7	8	7	7	7	8	8	8	8	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	6	6	6	6	
12	5	9	6	5	5	6	7	8	8	8	7	5	6	9	5	8	7	5	4	6	7	6	5	7	5	7	4	3	6	7	5	9	4	7	4	6	
13	6	4	4	6	7	8	6	7	6	7	8	6	7	6	6	7	7	7	8	7	5	6	6	7	8	7	7	7	7	5	8	6	6	6	5	7	
14	5	6	5	6	7	7	7	7	2	5	5	4	7	6	5	5	8	8	6	7	6	5	5	5	4	6	5	5	7	7	5	6	5	8	5	5	
15	7	1	1	2	7	2	6	2	6	6	2	6	5	2	2	3	5	5	6	5	7	5	7	5	7	2	5	5	7	1	3	3	7	8	7	5	
16	6	5	6	7	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	6	7	4	6	6	7	5	5	6	5	5	5	4	5	9	9	8	9	9	8	5	7	

Continuación

17	3	5	4	5	5	6	6	6	7	6	6	7	6	5	5	5	8	8	8	9	6	6	6	7	6	8	7	8	6	6	5	5	4	4	4	5	
18	5	8	8	6	6	6	8	7	5	7	8	7	4	8	6	7	7	5	5	4	5	6	4	6	8	5	5	5	5	2	4	5	6	7	5	7	
19	7	5	5	6	5	5	5	5	7	7	6	7	7	6	7	6	5	6	5	4	6	5	4	5	6	5	5	6	6	7	8	7	7	8	8	8	
20	3	2	2	2	7	3	6	8	2	2	2	2	7	7	7	7	6	4	8	6	4	1	3	2	6	7	6	7	9	9	9	9	8	8	8	8	
21	8	6	7	8	8	7	7	8	8	7	8	8	7	6	7	7	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	8	7	4	6	
22	6	7	6	6	8	7	8	8	7	8	6	7	7	6	7	7	6	8	7	6	7	8	6	7	6	7	7	6	8	6	6	7	7	6	7	8	
23	8	7	8	6	8	7	6	6	7	6	8	6	7	6	7	5	7	7	6	6	7	6	5	5	8	7	7	6	6	5	5	6	7	6	4	5	
24	6	6	6	6	6	6	4	6	5	4	6	6	5	4	6	5	5	5	6	5	4	6	6	6	6	5	6	6	7	8	8	8	7	7	7	8	
25	7	4	9	7	7	6	7	6	8	7	6	5	8	5	8	8	7	2	6	4	8	7	6	7	7	6	7	8	9	7	9	8	9	7	2	5	
26	6	3	5	5	8	5	6	6	8	7	7	8	7	4	5	6	7	7	8	7	8	7	8	8	9	7	8	9	6	2	4	5	8	7	7	8	
27	8	7	8	8	7	6	6	7	9	8	7	8	9	6	8	7	8	7	8	8	9	8	9	9	9	6	8	8	9	8	8	8	9	6	9	7	
28	4	3	2	3	4	8	5	8	3	4	2	3	7	5	6	8	5	4	3	4	2	6	5	5	7	4	5	5	6	4	6	6	7	9	7	6	
29	8	2	1	1	8	2	1	5	2	1	7	2	8	1	7	8	5	1	1	2	6	1	6	3	8	1	7	8	9	8	9	3	9	8	9	9	
30	7	7	7	7	7	6	5	6	6	5	6	6	8	5	6	6	7	6	7	6	8	5	6	7	7	6	5	8	6	4	6	7	7	8	6	7	
31	5	5	8	3	5	4	9	3	7	6	9	6	5	3	8	3	5	5	8	3	5	5	8	3	5	3	8	3	5	3	8	3	5	7	8	3	
32	7	5	5	6	6	4	5	4	4	5	6	6	5	4	4	5	6	5	4	5	6	4	5	5	6	6	5	6	5	5	4	5	5	6	4	3	
33	6	3	4	4	5	6	7	6	5	6	4	6	4	5	5	5	8	5	8	5	7	8	6	8	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	7	6	7
34	5	7	5	8	8	7	5	7	4	5	3	5	5	4	7	7	6	5	6	5	4	4	7	2	6	5	6	6	8	5	8	6	8	8	6	8	
35	4	6	5	5	4	7	6	5	5	6	6	5	4	6	6	5	4	6	6	5	4	7	5	5	4	6	4	5	4	6	6	5	4	7	6	5	

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 14. Modelo de ficha de evaluación sensorial del puré deshidratado de camote y yuca aplicado a nivel de consumidor



Nombre: _____

Fecha: _____

Edad: _____ **Sexo:** Masculino () Femenino ()

1. ¿Usted ha consumido alguna vez algún tipo de puré deshidratado?

- Sí
- No

2. Si la respuesta es positiva, mencione dónde lo ha comprado o adquirido:

- Comprado en el mercado
- Comprado en el supermercado
- Comprado en una tienda de productos deshidratados

En otro lugar (especifique) _____

3. Por favor, evalúe cuidadosamente cada muestra codificada de puré deshidratado de camote y yuca que ha sido preparado; y, utilizando la escala abajo, califique cuánto le gustó o disgustó el producto en relación a los siguientes atributos:

- 9** - Me gustó extremamente.
- 8** - Me gustó mucho.
- 7** - Me gustó moderadamente.
- 6** - Me gustó ligeramente.
- 5** - No me gustó ni me disgustó.
- 4** - Me disgustó ligeramente.
- 3** - Me disgustó moderadamente.
- 2** - Me disgustó mucho.
- 1** - Me disgustó extremamente.

N° Muestra/ Atributo sensorial	367	548	765	437	925	634	821	192	299
Color									
Sabor									
Textura									
Apariencia general									

4. Utilizando la escala de abajo, exprese su parecer en relación a la intención de compra de la muestra evaluada de puré deshidratado de camote y yuca que ha sido preparado.

- 5 - Seguramente compraría.
- 4 - Probablemente compraría.
- 3 – Tal vez compraría / tal vez no compraría.
- 2 - Probablemente no compraría.
- 1 - Seguramente no compraría.

N° Muestra	367	548	765	437	925	634	821	192	299
Calificación									

5. Si tuviera un comentario en relación a los atributos que más le gustaron o disgustaron de alguna muestra de puré deshidratado de camote y yuca, hágalas con sus propias palabras en los renglones de abajo, identificando a qué muestra (o muestras) se refiere.

Muestra N° _____

Fuente: Sancho et al. (1998).

Apéndice 15. Fotografías de la preparación de las muestras para el análisis sensorial



Rehidratación de las muestras de puré deshidratado a distintas proporciones de agua.



Envasado de las muestras de purés en envases codificados.



Explicación para el relleno de la ficha en la evaluación sensorial.



Prueba de evaluación sensorial a nivel de consumidor (Grupo 1).



Prueba de evaluación sensorial a nivel de consumidor (Grupo 2).



Prueba de evaluación sensorial a nivel de consumidor (Grupo 3).

Apéndice 16. Resultados microbiológicos de las formulaciones de puré deshidratado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



INFORME DE ENSAYOS N° 081-2018

Pág. 1 / 1

SOLICITANTE : DARWIN ENRIQUE VÁSQUEZ DOMÍNGUEZ
DOMICILIO LEGAL : PIURA
PRODUCTO DECLARADO : **Puré deshidratado de yuca y camote**
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Muestra deshidratada en polvo/ Temperatura de refrigeración
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Tesis "Elaboración de un puré deshidratado utilizando diferentes proporciones de mezcla de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz) versus agua para la rehidratación".
CANTIDAD DE MUESTRA : 9 muestras x 100g c/u
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envase de polietileno con termosellado
MUESTREO : Realizado por el Cliente
DOCUMENTO DE REFERENCIA : No especifica
FECHA DE RECEPCIÓN : 27-06-2018
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 27-06-2018
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 12-07-2018

MUESTRAS	ENSAYOS				
	Aerobios mesófilos (UFC/g)	Escherichia coli (UFC/g)	Staphylococcus aureus (UFC/g)	Bacillus cereus (UFC/g)	Salmonella sp (Ausencia /25g)
Código 192	32x10 ²	0	0	0	Ausencia
Código 299	52x10 ²	0	0	0	Ausencia
Código 367	12x10 ²	0	0	0	Ausencia
Código 437	2x10 ²	0	0	0	Ausencia
Código 548	18x10 ²	0	0	0	Ausencia
Código 634	75x10 ²	0	0	0	Ausencia
Código 765	5x10 ²	0	0	0	Ausencia
Código 821	83x10 ²	0	0	0	Ausencia
Código 925	45x10 ²	0	0	0	Ausencia

MÉTODO DE ENSAYO:

- Aerobios mesófilos:** ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 117-124, 2da Ed. Reimpresión 2000
- Escherichia coli:** ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 132-134, 138-142, 2da Ed. Reimpresión 2000
- Staphylococcus aureus:** ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 231-238 2da Ed. Reimpresión 2000
- Bacillus cereus:** ICMSF (Reimpresión 2000). Volumen 1. 2da Edición. Editorial Acribia. España. Pág.: 285-286.
- Salmonella sp:** ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 172-176 Item 10: (a) y (c). 177 II - 178 III, 2da Ed. Reimpresión 2000

Piura, 12 de julio del 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

ING. HUALTER LEYTON MASIAS M.Sc.
JEFE
C.I.P. 22850

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)
Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura
Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203
labocontrolfip@unp.edu.pe
atencioncliente.labocontrolfip@gmail.com

Apéndice 17. Resultados del análisis proximal realizado a la muestra de mayor aceptabilidad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



INFORME DE ENSAYOS N° 096-2018

Pág.1 / 1

SOLICITANTE : DARWIN ENRIQUE VÁSQUEZ DOMÍNGUEZ
 DOMICILIO LEGAL : PIURA
 PRODUCTO DECLARADO : **Puré deshidratado de yuca y camote**
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Muestra deshidratada en polvo/ Temperatura ambiente
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Tesis "Elaboración de un puré deshidratado utilizando diferentes proporciones de mezcla de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz) versus agua para la rehidratación".
 CANTIDAD DE MUESTRA : 1 muestra x 100g
 DESIGNACIÓN DE MUESTRA : CODIGO 299
 FORMA DE PRESENTACIÓN : Envase de polietileno con termosellado
 MUESTREO : Realizado por el Cliente
 DOCUMENTO DE REFERENCIA : No específica
 FECHA DE RECEPCIÓN : 13 - 08 - 2018
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 14 - 08 - 2018
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 17 - 08 - 2018

ANÁLISIS PROXIMAL

ENSAYO	RESULTADO
ENSAYOS FISCOQUÍMICOS	
Humedad (%)	5.10
Cenizas totales (%)	6.22
Grasa total (%)	0.6
Proteína total (%)	5.66
Carbohidratos totales (%)	82.42
Calorías (Kcal/100g)	357.72

MÉTODO DE ENSAYO:

1. **GRASAS TOTALES:** NMX-F-427-NORMEX-2006. ALIMENTOS- METODO GRAVIMETRICO POR HIDROLISIS ACIDA
2. **PROTEÍNAS TOTALES:** NMX-F-608-NORMEX-2011.
3. **CENIZAS TOTALES:** NMX-F-607-NORMEX-2013.
4. **CARBOHIDRATOS:** Por diferencia.
5. **HUMEDAD:** NTP 209.264:2013
6. **CALORIAS:** POR CALCULO

Piura, 17 de agosto del 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
 LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD
 ING. HUALTER LEYTON MASIAS M.Sc.
 JEFE
 C.I.P. 22850

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)
 Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura
 Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203
 labocontrolfip@unp.edu.pe
 atencioncliente.labofip.unp@gmail.com

Apéndice 18. Mapa de ubicación del ámbito de desarrollo de la investigación

