

UNIVERSIDAD DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO
FACULTAD DE AGRICULTURA E INVESTIGACIÓN
AGRÍCOLA

“JULIA HILL O’ SULLIVAN”



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO
SAN SALVADOR, EL SALVADO C.A.

Elaboración de snacks deshidratados a base de tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papa, remolacha, zanahoria) y sus análisis sensorial y bromatológico.

Monografía presentada para optar al título de:

Ingeniero Agroindustrial

Ingeniero en Alimentos

Por:

Hazel Abigail Arias Ramos

Carlos Ernesto Villalta Vejar

Asesor:

MEd. Carlos Gerardo Vásquez Gallardo

Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, 16 febrero 2022

Publicado bajo la Licencia Creative Commons: Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual CC BY-NC-SA



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

AUTORIDADES

Dr. José Enrique Sorto Campbell

RECTOR

Dr. David Escobar Galindo

RECTOR EMERITO

Ing. Luis Enrique Córdova

DECANO

FACULTAD DE AGRICULTURA E INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA “JULIA HILL O´ SULLIVAN”

COMITÉ EVALUADOR

Ing. Mirna Gabriela Vargas Salmerón

COORDINADOR

Ing. Yohalma Claros de Martínez

MIEMBRO DEL COMITÉ EVALUADOR

Ing. Farah Alabí Hernández

MIEMBRO DEL COMITÉ EVALUADOR

MEd. Ing. Carlos Gerardo Vásquez Gallardo

ASESOR

Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, 16 febrero 2022



UNIVERSIDAD DR. JOSÉ
MATÍAS DELGADO
Facultad de Agricultura
e Investigación Agrícola

ORDEN DE IMPRESIÓN
MONOGRAFÍA

ORDEN: 04-2022

Tema:	"Elaboración de snacks nutritivos deshidratados a base de tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papa, remolacha, zanahoria) para su análisis sensorial y bromatológico"
-------	--

PRESENTADO POR:

	Nombre completo	Carrera
Egresado 1:	Hazel Abigail Arias Ramos	Ingeniería Agroindustrial
Egresado 2:	Carlos Ernesto Villalta Vejar	Ingeniería en Alimentos
Egresado 3:		
Asesor:	Ing. Carlos Gerardo Vásquez Gallardo	

OMNIA CUM HONORE

Nombres	Firma	Cargo
Ing. Mirna Gabriela Vargas Salmerón		Coordinador de Comité Evaluador
Ing. Yohalma Claros de Martínez		Miembro de Comité Evaluador
Ing. Farah Alabí Hernández		Miembro de Comité Evaluador

De conformidad con el Acuerdo de Rectoría número 208-2022 de fecha 23 de febrero de 2022, se omiten las firmas de los evaluadores y/o examinadores en la presente acta y para constancia del resultado obtenido, firma

Nombres	Cargo	Firma	Sello
Ing. Luis Enrique Córdova	Decano		

Fecha de defensa: 16 de febrero de 2022.

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo se dedica principalmente a Dios, por ser el inspirador y el dador de fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, como lo es el Grado Académico de Ingeniero.

Agradecimientos

A nuestro asesor Ing. Carlos Gerardo Vásquez Gallardo, sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia, este trabajo no hubiese logrado tan fácilmente. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no entendíamos y nos ayudó a redactar las ideas para escribir lo que hoy hemos logrado. Usted formó parte importante de este trabajo con sus aportes profesionales. Muchas gracias por sus orientaciones, dedicación y esfuerzo que sin ello no hubiéramos llegado hasta el final.

A nuestros los catedráticos sus enseñanzas fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, les debemos nuestros conocimientos. Donde quiera que vayamos, los llevaremos con nosotros en nuestra vida profesional. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

A nuestros los familiares que indirecta o directamente fueron pilares para realizar esto, además por cada día confiar y creer en nosotros y en nuestras expectativas, por estar dispuestos a acompañarnos cada larga y agotadora noche de estudio, por habernos dado su apoyo incondicional durante todos estos años y por ser esa razón para el cumplimiento de nuestros objetivos.

Contenido Capitular

Índice

Resumen	VIII
Abstract	IX
Introducción	X
Capítulo I. Planteamiento del Problema.....	11
I.1. Formulación del Problema.....	11
I.2. Pregunta de Investigación y/o Hipótesis de la Investigación	12
I.3. Antecedentes.....	12
I.4. Justificación	13
I.5. Objetivos General y Específicos.....	14
I.6. Alcances.....	15
I.7. Delimitación.....	15
Capítulo II. Marco Referencial	16
II.1. Teorías Relacionadas.....	16
II.1.1. Marco Histórico.....	16
Historia del Snack	16
Historia del Snack en El Salvador.....	18

Historia de la Deshidratación	19
II.1.2. Marco Legal.....	20
II.2. Conceptualización Referente a la Temática	22
Snack.....	22
Deshidratación.....	23
Tubérculo	30
Hortaliza.....	30
Camote	31
Yuca	34
Papa.....	38
Remolacha.....	44
Zanahoria.....	46
Valor Nutritivo de los Tubérculo y Hortalizas (Camote, Papa, Yuca, Remolacha y Zanahoria).....	49
II.2.2 Descripción del Proceso	49
II.2.3 Descripción de Análisis Sensorial.....	50
II.2.4 Descripción del Análisis Bromatológico.....	50
Capítulo III. Metodología.....	51
III.1 Tipo de Estudio	51

III.2 Variables con su Definición Conceptual.....	51
III.3 Población y Muestra.....	53
III.4 Procedimiento y Métodos de Recolección de Datos.....	54
Flujograma de Proceso.....	54
Descripción del Proceso de Deshidratación de Tubérculos y Hortalizas (Camote, Papa, Yuca, Remolacha y Zanahoria).....	59
Formulación del Producto.....	63
Equipos, Insumos y Materiales.....	65
Maquinaria.....	66
Capítulo IV. Resultados de la Investigación.....	70
IV.1 Resultados.....	70
IV.1.1 Prueba no Paramétrica para Análisis Sensorial.....	70
Prueba de Friedman para Sabor.....	70
Formula de Friedman.....	72
Se determinan los valores de las constantes A y B.....	72
Resultados SPSS.....	78
Prueba de Friedman para Apariencia.....	80
Resultados SPSS.....	81
Prueba de Friedman para a el Olor.....	82

Resultados SPSS	84
Prueba de Friedman para Color.....	85
Resultados SPSS	87
Prueba de Friedman para Textura	88
Resultados SPSS	89
Discusión de resultados.....	90
Resultado de Análisis Bromatológico.....	91
Conclusiones	92
Recomendaciones.....	93
Bibliografía	94
Glosario.....	99
Anexos	101
Encuestas.....	101
Galería Fotografía del Procesamiento.....	102
Galería Fotografía del Análisis Sensorial.	103
Resultado de Análisis Bromatológico.....	104

Índice de Tablas

Tabla 1. Surgimiento de la industria de los snacks y el inicio de las operaciones de diferentes industrias alimenticias productoras de snacks en El Salvador	18
---	----

Tabla 2. Tabla resumen de Normas Códigos y Principios para la aplicación de la investigación.	20
Tabla 3. Taxonomía del camote	32
Tabla 4. Características agronómicas y nutricionales de la variedad CENTA San Pedro	32
Tabla 5. Taxonomía de la yuca	34
Tabla 6. Características agronómicas y nutricionales de la variedad CENTA Quezaltepeque	35
Tabla 7. Taxonomía de la papa	38
Tabla 8. Características agronómicas de las variedades Atzimba y Tollocan	39
Tabla 9. Requerimientos climáticos y edáficos.....	39
Tabla 10. Plagas y enfermedades de la papa de importancia económica en El Salvador	41
Tabla 11. Taxonomía de la remolacha	45
Tabla 12. Características agronómicas de la variedad Manolo F1 en Guatemala.....	45
Tabla 13. Taxonomía de la zanahoria	46
Tabla 14. Características agronómicas.....	47
Tabla 15. Plagas y enfermedades en la zanahoria.....	47
Tabla 16. Composición nutricional en 100g de camote, papa, yuca, remolacha y zanahoria	49
Tabla 17. Valores e indicadores	51
Tabla 18. Operacionalización de las variables	52
Tabla 19. Formulación 1 (Sin sabor).....	63
Tabla 20. Formulación 2 (limón y sal).....	63
Tabla 21. Formulación 3 (Condimento Montreal)	64
Tabla 22. Formulación 4 (Picante).....	64
Tabla 23. Equipos, insumos y materiales para el proceso.....	65
Tabla 24. Cuadro de maquinaria industrial	67
Tabla 25. Calificaciones de los jueces al sabor del snack nutritivo	71
Tabla 26. Orden de rangos	71
Tabla 27. Calificaciones de los jueces a la apariencia	80
Tabla 28. Calificaciones de los jueces a el olor	83

Tabla 29. Calificaciones de los jueces al olor	86
Tabla 30. Calificaciones de los jueces a la textura.....	88

Índice de Figuras

Figura 1. Síntesis sobre la historia del snack y su evolución en Estados Unidos	17
Figura 2. Línea de tiempo de la industria de los snacks en El Salvador.....	19
Figura 3. El diseño del deshidratador.....	23
Figura 4. Factores de deterioro de las frutas y hortalizas.....	28
Figura 5. Clasificación de deshidratadores	29
Figura 6. Clasificación de las hortalizas	31
Figura 7. Ventajas y desventajas de usar semillas sexuales y asexuales en el cultivo de la papa en El Salvador	40
Figura 8. Diagrama de Flujo de Proceso de deshidratación de camote	54
Figura 9. Diagrama de Flujo de Proceso de deshidratación de yuca	55
Figura 10. Diagrama de Flujo de Proceso de deshidratación de papa	56
Figura 11. Diagrama de Flujo de Proceso de deshidratación de remolacha	57
Figura 12. Diagrama de flujo de Proceso de deshidratación de zanahoria	58
Figura 13. Símbolos estándares para los diagramas de flujo.	59
Figura 14. Distribución χ^2	74
Figura 15. Puntos de porcentaje de la distribución χ^2	75
Figura 16. Base de Datos	76
Figura 17. Vista de variables.....	76
Figura 18. Rangos de las medias de cada Grupo	77
Figura 19. Valor de Chi cuadrado, grados de libertad y nivel de significancia de la prueba	78
Figura 20. Rangos y prueba de Freidman para sabor.....	78
Figura 21. Resultados de prueba no paramétrica para sabor.....	79
Figura 22. Rango y prueba de Friedman para apariencia	81
Figura 23. Resultados de prueba no paramétrica para apariencia.....	81
Figura 24. Comparaciones por parejas para apariencia	82

Figura 25. Rangos y prueba de Friedman para olor	84
Figura 26. Resultados de prueba no paramétrica para olor	84
Figura 27. Comparaciones por parejas para olor	85
Figura 28. Rangos y prueba de Friedman para color	87
Figura 29. Resultados de prueba no paramétrica para color	87
Figura 30. Comparaciones por parejas para textura.....	89
Figura 31. Rangos y prueba de Friedman para textura	90
Figura 32. Resultado de análisis bromatológico	91
Figura 33. Encuestas en Google Forms.	101
Figura 34. Materia prima	102
Figura 35. Pelado de tubérculo y hortaliza	102
Figura 36. Condimento utilizado en el proceso	102
Figura 37. Producto terminado.....	102
Figura 38. Muestra	103
Figura 39. Análisis Sensorial	103
Figura 40. Análisis Sensorial muestra 3	103
Figura 41. Investigadores	103
Figura 42. Panel de jueces.....	104
Figura 43. Resultado de Análisis Bromatológico	104

Resumen

La presente investigación consiste sobre la elaboración de snacks deshidratados a base de tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papa, remolacha y zanahoria), cada procedimiento de la materia prima ha sido detallado de acuerdo a sus características, ya que, al tener diferencias en composición química, textura y forma cada una necesita de un tratamiento diferente previo a la deshidratación. Se realizaron 4 formulaciones para la evaluación de la textura, sabor, olor, color y apariencia del snack por medio de un Análisis sensorial, con la ayuda de un panel de jueces no entrenados para luego efectuar la prueba de Friedman, que es la alternativa no paramétrica del Diseño de Bloques, la cual detalla los promedios de los resultados obtenidos. Después, se realizó un Análisis bromatológico a la formulación, obteniendo la mayor aceptación.

Palabras claves: snacks, deshidratados, formulaciones, análisis sensorial, análisis bromatológico.

Abstract

The purpose of this research is to produce dehydrated snacks based on tubers and vegetables (sweet potato, cassava, potato, beet and carrot); each procedure of the raw materials has been detailed according to their characteristics, since, having differences in chemical composition, texture and shape, each one requires a different treatment prior to dehydration. 4 formulations were made for the evaluation of texture, taste, smell, color and appearance of the snack by means of a Sensory Analysis, with the help of a panel of untrained judges to then carry out the Friedman Test, which is the non-parametric alternative of the Block Design, which details the averages of the results obtained, in addition, a Bromatological Analysis was carried out on the test that obtained the highest acceptance after the Sensory Analysis.

Keywords: snacks, dehydrated, formulations, sensory analysis, bromatological analysis.

Introducción

En El Salvador existe una variedad de snacks convencionales los cuales indican en sus ingredientes niveles muy altos de grasas y sodio, esto afecta a la salud de sus consumidores a largo plazo reduciendo la calidad vida de la población salvadoreña con enfermedades como: sobrepeso, enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Se ha logrado percibir una necesidad de brindar una propuesta alimentaria que sea saludable, como respuesta se ha decidido elaborar un snack deshidratado que sea sensorialmente y bromatológicamente aceptado a base de tubérculos y hortalizas nativos.

Para ello en el presente trabajo se utilizan técnicas y tecnologías de deshidratado y deshidratación, aplicándolas a tubérculos y hortalizas tales como camote, yuca, papa, remolacha y zanahoria para elaborar dicho snack. A la vez se describen las cualidades y características de influencia en las propiedades sensoriales y bromatológicas que presenta el producto final; se tendrá en cuenta la cosecha y producción en El Salvador de cada uno de los tubérculos y hortalizas mencionados para tener disponibilidad de materia prima para el desarrollo de esta investigación.

En el primer capítulo se presenta el Problema de la Investigación especificando las hipótesis que se quieren aceptar o rechazar, los antecedentes, la justificación de la investigación, los objetivos, los alcances a lograr y la delimitación temporal y espacial de la investigación.

El segundo capítulo contiene el marco teórico que, describe la historia de los snacks, su origen en El Salvador y las empresas productoras de snacks en el país, así mismo narra el surgimiento de la técnica de deshidratación en la historia, las regulaciones que se utilizaron para el desarrollo de la investigación. También se conceptualizan los términos de snack, deshidratación, los tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papa, remolacha y zanahoria).

El tercer capítulo describe la Metodología de la Investigación y cómo se realizó el procesamiento del snack, donde se muestran las 4 formulaciones que se desarrollaron durante los 4 meses de investigación para luego ser analizadas sensorialmente y bromatológicamente.

Por último, en el Capítulo 4 se analizan los resultados obtenidos en la investigación y las conclusiones y recomendaciones que se determinaron en base a los objetivos de la investigación.

Capítulo I. Planteamiento del Problema

I.1. Formulación del Problema

Actualmente El Salvador cuenta con diferentes métodos artesanales para la elaboración de snacks. Se considera que a veces muchas de las materias primas utilizadas no cuentan con los nutrientes necesarios para que los snacks sean considerados como una fuente relevante de aporte nutritivo dentro de la dieta diaria.

En los últimos años el consumo de comidas con alto contenido de grasas y sodio ha aumentado de manera significativa, lo que conlleva a una dieta desequilibrada que se traduce en aumento de peso y problemas de salud a largo y corto plazo.

Un snack es un alimento que se consume fuera del horario de la comida principal; los cuales pueden ser de un contenido nutricional adecuado para complementar nuestra dieta, sin embargo, hay muy pocas alternativas saludables en el mercado, por lo que en esta investigación se ha considerado la elaboración de un snack.

Lo que se realiza en esta investigación es un snack a base de tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papas, zanahoria y remolacha), el cual debe poseer y compartir características sensoriales que sean de agrado para el consumidor final.

La evaluación de la textura, sabor, olor, color y apariencia de las formulaciones del snack se realizó por medio de un análisis sensorial, con la ayuda de un panel de jueces no entrenados; posteriormente la composición de la formulación que presentó mayor aceptación con respecto a la característica sabor fue obtenida a través del análisis bromatológico.

En la investigación se comparan los snacks con los tradicionales con el fin de cumplir con los estándares sensoriales y bromatológicos establecidos.

I.2. Pregunta de Investigación y/o Hipótesis de la Investigación

1. ¿Es posible la aceptación de un snack a base de tubérculos y hortalizas ya que presenta nuevos sabores para la población salvadoreña?
2. ¿Es rentable la elaboración de un snack deshidratado a base de tubérculos y hortalizas para su comercialización en El Salvador?
3. La aceptación de la formulación estará basada en el análisis sensorial a desarrollar que fijará la formulación que se aceptará.

I.3. Antecedentes

La deshidratación de los alimentos ha sido uno de los métodos de conservación más antiguos, sino el más antiguo conocido por el hombre, esto le permitió al ser primitivo poder sobrevivir en situaciones y circunstancias adversas en su ambiente, ya que el alimento deshidratado no necesita refrigeración y conserva muy bien sus componentes nutricionales. Este método es muy fácil de realizar, en términos sencillos se retira la mayor cantidad de agua posible aplicando calor hasta evaporar el agua que contiene el alimento.

El deshidratado consiste en la eliminación de la mayor cantidad de agua posible en el alimento, mediante fuentes de energía en forma de calor, ya sea natural (sol) o artificial (electricidad), al eliminar el agua del alimento ocasiona que la actividad de agua de los alimentos se reduzca paralizando todo tipo de reproducción y actividad de microorganismos, ya sea levaduras, bacterias y mohos, asimismo mantienen un gran valor nutritivo del alimento original si se realiza de forma adecuada.

En la deshidratación existen dos tipos:

- **Deshidratador natural;** este método se emplea desde hace muchos años, consiste en rebanar o cortar los alimentos para luego colocarlos al sol, esto hace que evapore el agua y se deshidrate, con el paso del tiempo este método ha quedado un poco desfasado ya que ahora se cuenta con mejor tecnología que permite realizar el deshidratado de manera más rápida, inocua y eficiente.
- **Deshidratador artificial;** consiste en una máquina eléctrica que posee ventiladores y resistencias haciendo circular el aire caliente de manera uniforme para

retirar el agua de los alimentos de manera controlada, esto permite tener alimentos deshidratados en menor tiempo y de manera más inocua.

I.4. Justificación

En los últimos años se ha visto un incremento exorbitante en la producción y el consumo masivo de snacks, con altos niveles de sodio, azúcares y grasas trans, provocando enfermedades en los consumidores, sin embargo esto no solo implica problemas a largo plazo sino que la calidad de vida de las personas se ve afectada ya que estos snacks poco nutritivos y nada saludables son altamente adictivos por los ingredientes que conlleva, tal como el glutamato monosódico, es que uno de los componentes principales que le da sabor umami a las comidas, junto con la cantidad de azúcares añadidos y las grasas trans que estos aportan en su dieta.

En el presente trabajo se procesaron alimentos deshidratados con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas, creando nuevas opciones de snacks que sean llamativos al consumidor y al mismo tiempo saludables, manteniendo el sabor y consistencia atractivos hacia los consumidores.

I.5. Objetivos General y Específicos

Objetivo General

Elaborar snacks deshidratados, aplicando tecnologías en su proceso de producción y posteriormente sometiéndola en análisis sensoriales y bromatológicos.

Objetivos Específicos

- ❖ Desarrollar técnicas (deshidratación) y tecnologías (deshidratador) a utilizar en el proceso de elaboración del snack.
- ❖ Comparar sensorialmente diversas formulaciones de diferentes mix (mezcla) de snacks.
- ❖ Evaluar bromatológicamente la formulación aceptada sensorialmente.

I.6. Alcances

- A través de la investigación se buscó implementar un método de deshidratación de diferentes tubérculos y hortalizas.
- Las formulaciones a desarrollar fueron elaboradas a partir de materia prima que pueden ser encontradas en el mercado nacional, las cuales son: camote, yuca, papas, zanahoria y remolacha.
- Para determinar la aceptación del producto final se llevó a cabo un panel compuesto por 15 jueces no entrenados.
- Luego de haber realizado la evaluación sensorial, se obtuvo la formulación ganadora a la cual se le realizó un análisis bromatológico a fin de especificar la composición nutricional del snack seleccionado.

I.7. Delimitación

El período de tiempo de la investigación tuvo una duración de 5 meses, iniciando en agosto y finalizando en diciembre durante el desarrollo de la monografía del año 2021.

El proceso de las materias primas para su transformación, se realizó en la planta piloto de la Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola ubicada en el edificio 6 del Campus 1 de la Universidad Dr. José Matías Delgado.

La evaluación sensorial se presentó a los 15 jueces no entrenados quienes se sometieron a una evaluación de escala hedónica de 9 puntos; la prueba permitió establecer la formulación de mayor aceptación.

Capítulo II. Marco Referencial

II.1. Teorías Relacionadas

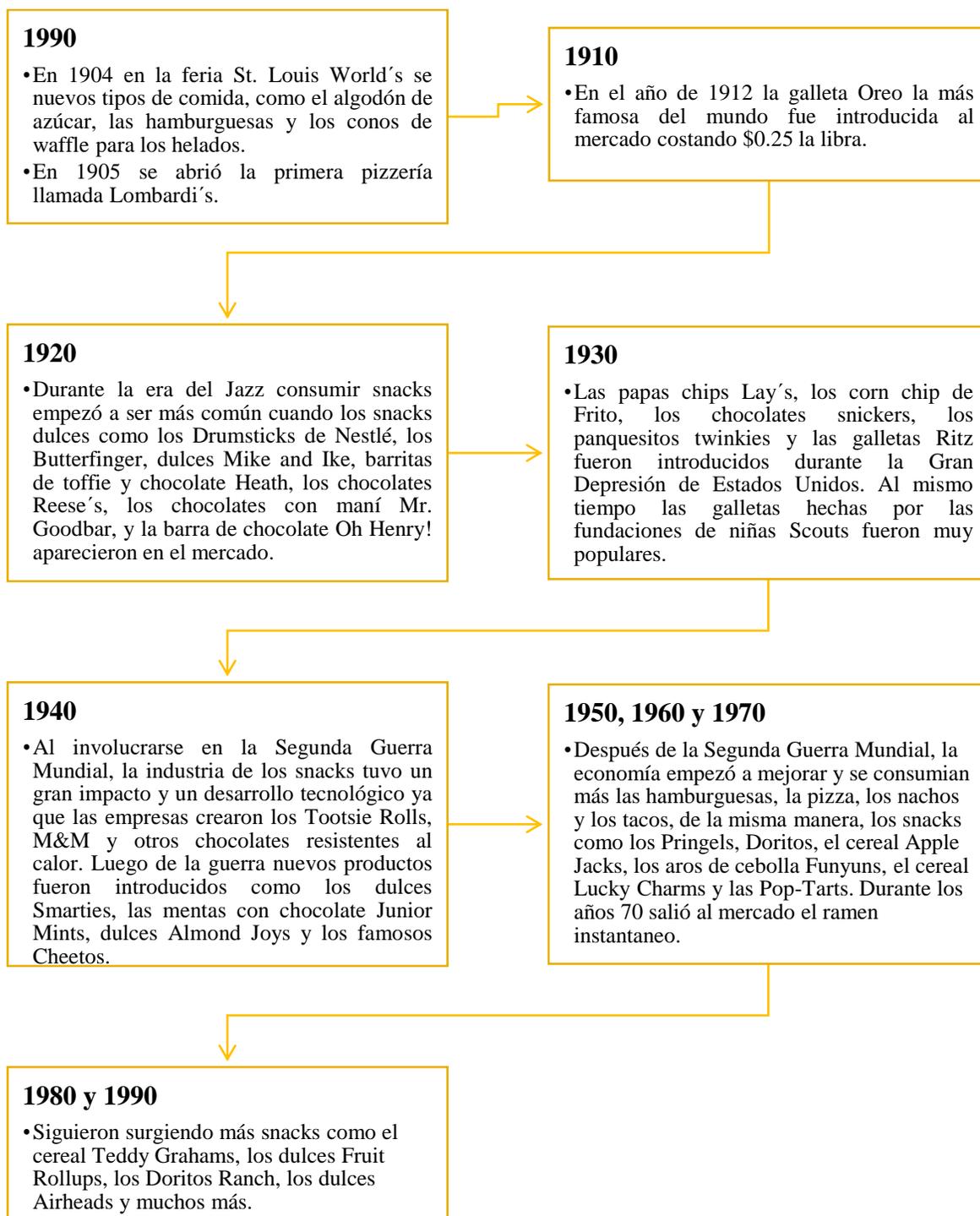
II.1.1. Marco Histórico

Historia del Snack

Se conoce que en el año de 1853 en Moon's Lake House en Saratoga Springs, Nueva York, un hombre llamado George Crum inventó las papas chip mientras trabajaba en un restaurante tratando de agradar a un cliente difícil de complacer. Un día Crum cortó las papas en rodajas muy finas, las echó en aceite hirviendo y las condimentó con mucha sal, al ser degustadas por Cornelius Vanderbilt fueron de su agrado, luego el resto de la clientela empezó a pedir esa especialidad y la bautizaron como "Saratoga chips" (Nuño, 2015, párr. 1).

Hoy en día, los snacks tienen un papel muy importante, ya que están presentes en todos los hogares, supermercados, tiendas de conveniencia entre otros. En la historia de la humanidad, el contenido y la frecuencia de los alimentos siempre ha sido variante. Desde los tiempos antiguos, las personas comían sobras del día anterior y estas eran platos ligeros entre las comidas, y eran comúnmente dulces y alimentos naturales que requerían o no requerían una preparación como la fruta. Sin embargo, en el siglo XIX en Estados Unidos los intereses de comer snacks cambiaron. Las personas sustituyeron las comidas naturales por los snacks comerciales con alto contenido en azúcares y sal. Actualmente, gracias a la evolución de la industria de los snacks, las opciones de consumir snack han cambiado grandemente (Seidel, 2020, párr.1).

Figura 1. Síntesis sobre la historia del snack y su evolución en Estados Unidos.



Fuente: Diagrama resumen sobre la historia del snack (Seidel, 2020).

Historia del Snack en El Salvador

A comparación de otros países El Salvador introdujo los snacks en los años 30, poco a poco la industria, la demanda y el mercado fueron creciendo. En la siguiente tabla resumen se muestra el origen y la evolución de la industria de los snacks en El Salvador.

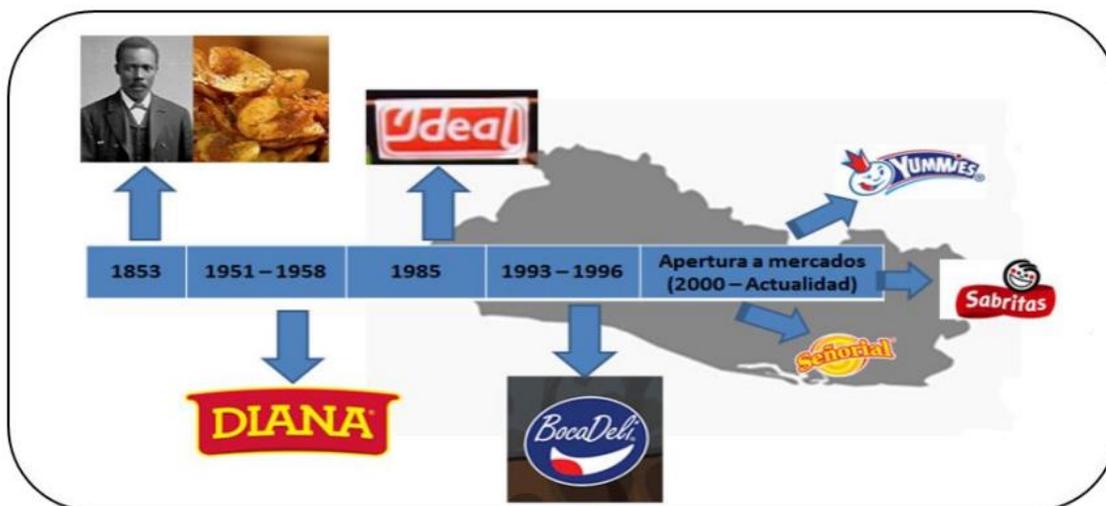
Tabla 1. Surgimiento de la industria de los snacks y el inicio de las operaciones de diferentes industrias alimenticias productoras de snacks en El Salvador.

Año	Persona o Industria	Descripción
1853	George Crum (Chef estadounidense)	Desarrolló las papas fritas a partir de técnicas esenciales de cortado y freído. En ese entonces fueron llamadas “Saratoga Chips”
1934	Grupo Famossa	Inicia sus operaciones en El Salvador
1951	Productos Alimenticios Diana S.A. de C.V.	Inicia sus operaciones en El Salvador y en 1958 se extendió a Honduras, Guatemala, Belice, Nicaragua y Costa Rica; en 1978 se extiende a Estados Unidos.
1985	Productos Alimenticios Ideal S.A. de C.V.	Inicia operaciones en El Salvador siendo ésta división del grupo Famossa.
1993	Productos Alimenticios Bocadeli S.A. de C.V.	En enero de 1993 inicia operaciones en El Salvador y luego, en 1996, se extiende en todo Centroamerica, el Caribe, México, Estados Unidos y Europa.

Fuente: Cuadro resumen sobre la historia del snack en El Salvador (Cruz, García y García, 2016, p. 6).

Como plantean Cruz, García y García (2016, pp. 6-7) la apertura de los mercados ha permitido que muchas empresas del rubro de los snacks estén presentes y puedan seguir ingresando al territorio salvadoreño, entre estas se pueden mencionar: Cressída de El Salvador S.A. de C.V. (Yummies), Sabritas y Cía., S.A. de C.V. y otros cuyos productos son importados a El Salvador.

Figura 2. Línea de tiempo de la industria de los snacks en El Salvador.



Fuente: Línea de tiempo de la industria de los snacks en El Salvador (Cruz, García y García, 2016, p. 7).

Historia de la Deshidratación

La deshidratación es un sistema de conservación muy antiguo que se remonta al Neolítico. Todas las civilizaciones han desarrollado en menor o mayor medida formas de conservar los alimentos de acuerdo a sus necesidades. Como explica Dueñas (sin fecha, párr. 1) en su artículo digital el método de conservación que se adapta mejor a cualquier alimento y que proporciona una gran estabilidad microbiológica es la deshidratación, ya que reduce la actividad del agua y aporta otras ventajas como la reducción de peso para facilitar el almacenaje, la manipulación y transporte.

El secado al sol es uno de los métodos más antiguos de conservar alimentos, fue utilizado tanto por los egipcios como por los mayas, aztecas, hindús, mesopotámicos fénicos y otros. Los primeros frutos en ser secados al sol fueron las uvas, los higos, los dátiles y los granos (Mira, sin fecha, p. 5).

Los primeros registros sobre el deshidratado datan en el siglo XVIII donde se involucra el deshidratado de vegetales. La industrialización y el desarrollo del deshidratado está relacionado con las guerras en todo el mundo. Los soldados ingleses en la Guerra de Crimea (1854-1856) recibieron vegetales deshidratados desde su país, durante la Guerra de los bóeres vegetales deshidratados fueron enviados a Sudáfrica desde Canadá y durante la Primera Guerra Mundial

4,500 toneladas de vegetales deshidratados fueron exportados desde Estados Unidos (Vega-Mercado, Go y Barbosa-C, 2001, p. 1).

En 1851 en la Gran Exhibición de Londres donde entre otros avances se presentan muestras de leche en polvo preparado por “eliminación de la porción acuosa mediante un suave calentamiento”. Para 1854 se conocen técnicas de deshidratación de papel, fibras naturales y algunos alimentos. En 1878 en una oficina de patentes alemana se presenta la patente de un secador calentados por radiación y 4 años después se registra la patente de un secador al vacío. La publicación del primer intento serio de aplicación de los métodos de ingeniería al cálculo de deshidratadores fue publicada en 1901 por Hausbrand (Fito Maupoey et al., 2020, p. 9).

II.1.2. Marco Legal

Actualmente en El Salvador no existe una regulación específica sobre la deshidratación de alimentos, sin embargo, para la industria de alimentos se utilizan diferentes normativas que sirven para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos.

Para la investigación se toman en cuenta las normas establecidas por el Codex Alimentarius. La finalidad del CODEX ALIMENTARIUS es garantizar alimentos inocuos y de calidad a todas las personas y en cualquier lugar (FAO-WHO, sin fecha, párr. 1). Así mismo, se toman en cuenta normas y regulaciones de otros países que hablen sobre la deshidratación de frutas y hortalizas.

Tabla 2. Tabla resumen de Normas Códigos y Principios para la aplicación de la investigación.

Código	Nombre de la Norma, Código o Principio	Ámbito de aplicación
CXC 1-1969	Principios Generales de Higiene de los Alimentos.	Proporciona principios para la producción de alimentos inocuos y aptos para el consumo (FAO-WHO, 1969, p. 3).
CXC 75-2015	Código de Prácticas de Higiene para Alimentos con	Este Código abarca las BPF ¹ y las BPH ² para la elaboración de alimentos con bajo

¹ BPF: Buenas Prácticas de Fabricación.

² BPH: Buenas Prácticas de Higiene.

	Bajo Contenido de Humedad.	contenido de humedad para consumo humano. El Código se aplica sin carácter restrictivo, a: frutas y hortaliza desecadas, entre otros (FAO-WHO, 2015, p. 2).
CXC 53-2003	Código de Prácticas de Higiene para las Frutas y Hortalizas Frescas.	El Código comprende prácticas generales de higiene de la producción primaria al consumo de frutas y hortalizas frescas cultivadas para el consumo humano a fin de obtener productos inocuos y sanos, especialmente para aquellas destinadas a consumirse crudas (FAO-WHO, 2003a, p. 2). Se toma como referencia para la correcta manipulación de materias primas a utilizar.
CAC/RCP 5-1971	Código de Prácticas de Higiene para las Frutas y Hortalizas Deshidratadas Incluidos los Hongos Comestibles.	Se aplica a las frutas y hortalizas que han sido deshidratadas artificialmente (incluidas las desecadas por liofilización), bien sea a partir de productos frescos o bien en combinación con la desecación al sol, y comprende los productos a los que suele aludirse con la expresión "alimentos deshidratados" (FAO-WHO, 1971, p. 1).
CODEX STAN 238-2003	Norma para la Yuca (Mandioca) Dulce.	La Norma se aplica a las variedades comerciales dulces de raíces de yuca (mandioca) obtenidas de <i>Manihot esculenta</i> Crantz, de la familia <i>Euphorbiaceae</i> , que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluye la yuca (mandioca) destinada a la elaboración industrial (FAO-WHO, 2003b, p. 1).

CXS 339-2020	Norma para la Patata (Papa) de Consumo.	Define los requisitos de calidad para la patata (papa) de consumo después de su acondicionamiento (por ejemplo, cepillado y/o lavado) y envasado (FAO-WHO, 2020, p. 2).
NTE INEN 2996	Productos Deshidratados. Zanahoria, Zapallo, Uvilla. Requisitos.	Establece los requisitos que debe cumplir la zanahoria el zapallo y la uvilla que han sido deshidratadas artificialmente (incluidas las desecadas por liofilización), bien sea a partir de productos frescos o bien en combinación con la desecación al sol, y comprende los productos a los que suele aludirse con la expresión "alimentos deshidratados" (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015, p. 2).

II.2. Conceptualización Referente a la Temática

Snack

La palabra snack suele ser muy utilizada en el idioma español, sin embargo, no es una palabra que tenga un origen anglosajón. En el inglés, esta palabra se utiliza para designar a un alimento que es consumido entre comidas y que no posee un aporte nutricional. En el mundo existen diferentes tipos de snacks, estos se clasifican normalmente como dulces y salados. Siendo los más comunes las chips o papas chip, los nachos, los dulces con chocolate, mezclas de semillas y otros como las barras de chocolate que se encuentran en los supermercados.

ProChile (2011, p. 5) define al snack como aquel tipo de comida fácil de llevar y de comer, usualmente del tamaño de un bocado y que se consume entre las comidas regulares.

Por otra parte, Romero, Díaz y Aguirre (2016, p. 11) tomando de referencia a otros autores mencionan que el término snack se traduce a veces como “tentempié” o “refrigerio”, pero en los países latinoamericanos se adoptan modismos muy variables: “botana” en México;

“picada” en Argentina; “pasabocas” en Colombia. En el idioma inglés, su consumo se identifica con una práctica designada como snacking, que significa “picar” o “pinchar”.

Salazar (2018, pp. 8-9) por su parte menciona que, los snacks pueden catalogarse como saludables o nutricionalmente equilibrados, dependiendo de sus ingredientes y su forma de preparación.

Deshidratación

Como se menciona en el apartado de la historia de la deshidratación, esta tecnología fue implementada desde hace mucho tiempo a lo largo de las épocas de la humanidad, desde sus inicios la deshidratación se realizaba de forma natural, mediante la exposición al sol.

Actualmente, existen diferentes definiciones sobre la deshidratación y los distintos tipos de tecnologías utilizados en la industria de los alimentos.

El deshidratado es un proceso en el que se necesita de aire caliente a una temperatura de 40° a 70°C, con bajo contenido de humedad y movimiento constante del aire (Guerrero et al., 2012, p. 39).

Otros autores mencionan, que el proceso de deshidratación de alimentos consiste en la extracción de la cantidad de agua presente en el producto. Deshidratar alimentos también se puede definir como, la remoción del agua hasta un punto donde se inhiben el deterioro microbiano y la actividad enzimática (Coronel et al., 2018, p. 3).

Existen diferentes factores a tomar en cuenta para poder tener una deshidratación exitosa, muchos de estos factores están relacionados con las singularidades de dicho producto, mientras que otras se relacionan al diseño del deshidratador (Mercer, 2014, pp. 6-13):

Figura 3. El diseño del deshidratador.

Nombres	Descripción
Forma del material o producto	Mercer (2014, p. 6) describe que existen tres formas básicas que la mayoría de productos deshidratados poseen. Estas son: Esféricas, cilíndricas y placas o lozas planas. Cada una posee diferentes atributos que crean diferencias en las propiedades de deshidratación.

Tamaño o grosor del material	La evaporación de agua en un deshidratador depende de la distancia que hay del agua entre el centro del objeto hasta la superficie del mismo (Mercer, 2014, p. 7).
Composición, estructura y porosidad del material	Estos tres factores tienden a estar interrelacionados. Si la estructura del material es abierta tiende a ser más poroso que una estructura más cerrada. La humedad en productos con una estructura más abierta es capaz de salir a través de los poros y viajar por la superficie de los productos. La composición del material en sí tiene un impacto significativo en esto. (Mercer, 2014, p. 8).
Contenido inicial de humedad del producto	Mercer (2014, p. 8) explica que la cantidad de agua presente en el material influirá en la rapidez con la que se puede deshidratar hasta el nivel de humedad deseado.
Características de la superficie	Al deshidratar unos arándanos Mercer (2014, p. 8) descubrió que la superficie del material influye de gran manera, pues algunas frutas o vegetales tienen cierta cutícula cerosa u otro tipo de superficie que impide que se pueda eliminar la humedad del material.
Cantidad de superficie disponible para la pérdida de humedad	Este apartado explica que al evaporar agua tiene una mayor eficacia y eficiencia un alimento u objeto que tenga una mayor área de superficie que este en contacto disponible. Un ejemplo práctico sería trocear el producto en rebanadas esto ocasiona que el grosor del producto se reduzca y aumente el área de contacto, que a su vez acelera la velocidad de deshidratado (Mercer, 2014, p. 9).
Variación estacional del material	Los alimentos tienen características diferentes cada vez que cosechan ya que dependen de los factores climáticos, ambientales y genéticos. Uno de estos factores es la forma y talla; esto a su vez altera los procesos de producción tales como el secado y deshidratado (Mercer, 2014, p. 9).

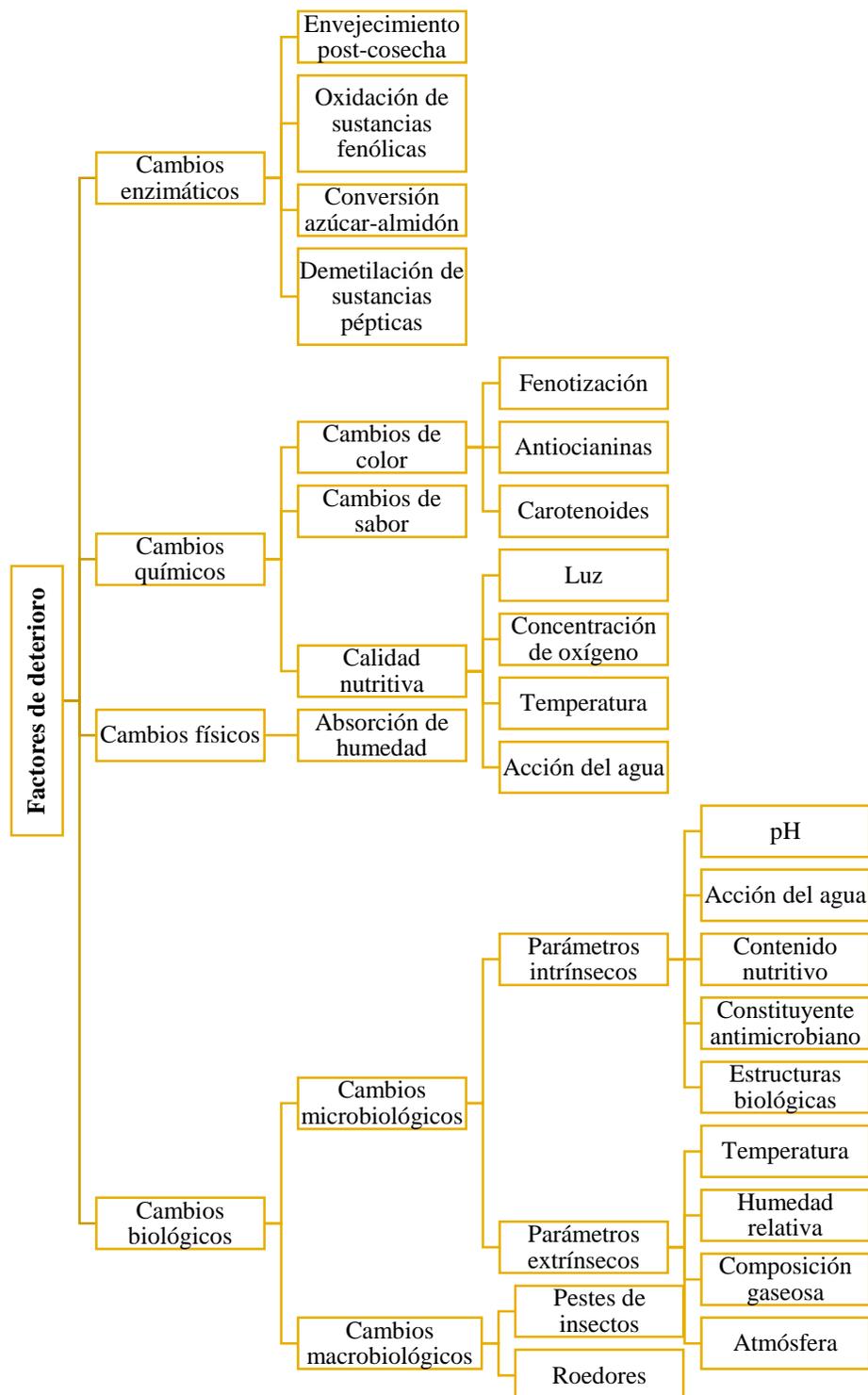
Diferencias en las variedades de los materiales	Las variedades de los alimentos no tienen exactamente las mismas propiedades de secado o deshidratado ya que como anteriormente lo mencionamos dependen de muchos factores, la información estudiada sobre una variedad específica aporta datos relevantes sobre para determinar el secado y deshidratado no se deben tomar como datos absolutos entre variedades (Mercer, 2014, p. 9).
Tipo de deshidratador	Cada deshidratador o secador se enfoca en características diferentes específicas para eliminar el agua.
Características de diseño del deshidratador:	Muchos fabricantes de deshidratadores por aire caliente incorporan características que son indispensable para la eliminación de agua del material. Mercer (2014, p. 10) se hace referencia que los fabricantes agregan características en sus equipos para mejorar aspectos de cada máquina. Estas características pueden o no pueden impactar de manera directa en el deshidratado real de producto. El aire uniformemente distribuido en el deshidratado o secado es de suma importancia para eliminar el agua del producto.
Temperatura del aire	Uno de las características primordiales del proceso de secado y deshidratado es la temperatura del aire, ya que influye directamente en la velocidad de secado del alimento ya que para eliminar el agua se necesita que pase de estado líquida, estado gaseoso, por consiguiente, al aumentar la temperatura del aire aceleras el proceso de secado utilizado en el proceso de secado (Mercer, 2014, p. 10). También menciona que las temperaturas de 50°C a 55°C usualmente son las mejores para deshidratar.
Tiempo de deshidratación	Este tiene un impacto importante durante el deshidratado, se combina con la temperatura y la velocidad del aire (Mercer, 2014, p. 11).

<p>Humedad relativa del aire que ingresa al deshidratador</p>	<p>Mercer (2014, p. 11) comenta sobre la humedad relativa, explica que es la cantidad de agua en forma de vapor que contiene el aire dividido entre la cantidad máxima que puede contener a cierta temperatura establecida. A su vez menciona que si la humedad relativa inicial es elevada entonces el vapor de agua será mayor. Esto significa que cuando se calienta, la capacidad del aire para eliminar el agua no será tan grande como si el aire tuviera un contenido de agua inicial más bajo.</p>
<p>Tasa de flujo de aire volumétrico</p>	<p>Este factor involucra el caudal de aire volumétrico que es una indicación del volumen de aire que se inyecta en un deshidratador en un período de tiempo determinado. Para deshidratadores grandes, se puede medir en unidades de metros cúbicos por minuto o por segundo. Dado que el volumen de la mayoría de los deshidratadores es constante y el área de la sección transversal del deshidratador no cambia, el caudal volumétrico tiene un impacto directo en la velocidad lineal del aire en el deshidratador.</p> <p>Los caudales de aire volumétricos se pueden establecer ajustando la velocidad del ventilador o mediante otros métodos, como abrir o cerrar las rejillas o ajustar los discos de control de volumen en ciertos tipos de conjuntos de ventiladores (Mercer, 2014, p. 11).</p>
<p>Velocidad lineal del aire</p>	<p>Nos dice qué tan rápido se mueve el aire en una dirección particular a través del deshidratador. Es importante que la velocidad lineal del aire de secado sea lo suficiente alta como para que pueda barrer el aire húmedo y reemplazarlo con un nuevo suministro de aire seco cálido (Mercer, 2014, p. 12).</p>
<p>Patrones de flujo de aire y uniformidad del flujo de aire</p>	<p>Mercer (2014, p. 12) menciona que, si el flujo de aire es mayor en un área en particular que en otra, habrá un deshidratado desigual. Los problemas de flujo de aire no uniforme son</p>

	particularmente notables en los deshidratadores donde el aire sopla hacia arriba.
Variaciones estacionales y diarias en el clima y las condiciones del aire	Cuando el producto se saca de un deshidratador, a menudo todavía está caliente y tiene un bajo contenido de humedad. Si encuentra aire fresco y húmedo, el producto comenzará a absorber la humedad del aire y su contenido de humedad aumentará (Mercer, 2014, p. 13).

Factores de Deterioro de las Frutas y Hortalizas

Figura 4. Factores de deterioro de las frutas y hortalizas.



Fuente: Diagrama resumen sobre los factores de deterioro de las frutas y hortalizas (Marín, 2008).

Para poder tener productos deshidratados de calidad y con características organolépticas aceptables por los consumidores, además de tener un control sobre los factores que influyen en la deshidratación existen muchos investigadores y especialistas que recomiendan realizar un tratamiento previo a las materias primas a utilizar ya sea frutas, verduras u hortalizas.

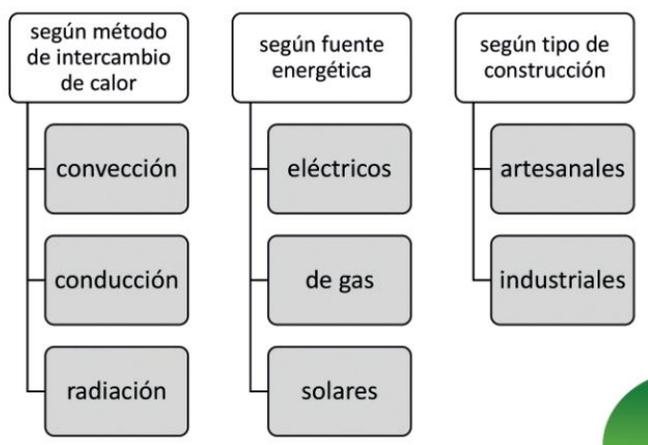
El tratamiento previo a la deshidratación más común es el escaldado el cual como menciona Hendley (2016, p. 1) detiene la acción enzimática y también elimina cualquier resto de bacterias y desechos de la superficie, este proceso descompone el tejido de la planta, por lo que se seca más rápido, así mismo evita la pérdida de color y sabor del producto final.

Un tratamiento previo al escaldado es la inmersión en baño de salmuera esto permite que las frutas, verduras u hortalizas que sufren un pardeamiento enzimático mientras se pelan puedan disminuir la velocidad de reacción. De Michelis y Ohaco (2015, p. 43) recomiendan sumergir en una salmuera liviana que se prepara con 20g de sal de mesa por litro de agua.

Tipos de Deshidratadores

Como mencionan Brenes, Gamboa y Segreda (2018, p. 8) existen varias clasificaciones para los deshidratadores, por ejemplo:

Figura 5. Clasificación de deshidratadores.



Fuente: Brenes, Gamboa y Segreda (2018, p. 8).

Los deshidratadores por convección intercambian calor con el alimento, estos pueden tener bandejas o ser rotatorios. En los deshidratadores de conducción existe una superficie sólida que transfiere el calor al producto que está sobre ella. La radiación permite que la pérdida de agua se da por la acción de rayos de luz (Brenes, Gamboa y Segreda, 2018, p. 9).

Brenes, Gamboa y Segreda (2018, pp. 9-10) mencionan la clasificación de deshidratadores basada en la fuente energética que se emplea, estos pueden funcionar a base de energía eléctrica, gas o combustibles, así como a base de energía solar.

Tubérculo

El tubérculo es una planta que desarrolla raíz, tuberosidad, tallo o bulbo amiláceos, que actúan como almacén de alimentos de la planta. Químicamente están compuestos por agua y almidón, con menores cantidades de proteína, fibra, minerales, vitaminas y, en algunos casos, componentes tóxicos (Axtell y Adams, 1998, p. 5).

Los diversos productos, como yuca, ñame, papa, camote y algunas aráceas, todos con un alto contenido de almidón. Se incluyen también aráceas tales como el taro y la tannia (conocidas genéricamente en África como cocoñames), en los que el almidón se almacena en tallos hinchados. Aunque algunas frutas ricas en almidón como el plátano o el banano se procesan de manera similar a los tubérculos. Después de que la planta ha terminado de crecer y el follaje se marchita, el “almacén de alimento” de muchos tubérculos sobrevive en estado latente durante un tiempo, que depende tanto del tipo de cultivo como de la variedad (Axtell y Adams, 1998, p. 5).

Hortaliza

Se definen como plantas herbáceas cultivadas con fines de autoconsumo, así como también para su comercialización (Marcelo, 2017, p. 5).

La FAO y el CIRAD (2021, p. 2) mencionan que el año 2021 es el Año Internacional de las Frutas y Verduras, definen a las frutas y hortalizas como las “partes comestibles de las plantas (p. ej., las estructuras con semillas, las flores, las yemas, las hojas, los tallos, los brotes y las raíces), ya sean cultivadas o cosechadas en estado silvestre, en bruto o en una forma mínimamente procesada”.

No se incluyen:

- las raíces y los tubérculos almidonados, como la yuca, la patata, la batata y el ñame (aunque las hojas de estas plantas se consumen como verduras);
- las leguminosas de grano seco (legumbres);
- los cereales, incluido el maíz;
- los frutos secos, las semillas y las semillas oleaginosas, como los cocos, las nueces y las semillas de girasol;

- las plantas medicinales y para infusiones y las especias, a menos que se utilicen como verduras;
- los estimulantes como el té, el cacao y el café; y
- los productos procesados y ultraprocesados elaborados a partir de frutas y verduras, como las bebidas alcohólicas (vino, licores), los sustitutos de la carne de origen vegetal, o los productos procedentes de frutas y verduras con ingredientes añadidos (jugos de frutas envasados, ketchup).

Clasificación de Hortalizas

Figura 6. Clasificación de las hortalizas.

De raíz comestible	De hoja comestible	De tallos y bulbos comestibles	De flor-coles comestibles	De fruto comestible
<ul style="list-style-type: none"> • Zanahoria • Nabo • Beterraga (remolacha) • Rábano 	<ul style="list-style-type: none"> • Apio • Perejil • Acelga • Espinaca • Repollo • Lechuga • Hojas de cebolla 	<ul style="list-style-type: none"> • Cebolla • Ajo • Papa 	<ul style="list-style-type: none"> • Coliflor • Brócoli • Alcachofa 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomate • Pepino • Zapallo (calabaza, ayote) • Vainita (ejote) • Haba • Arveja (guisante, chícharo) • Locoto (chile manzano) • Ajís (chiles) • Pimentón • Berenjena

Fuente: FAO (2011, pp. 6-7).

Camote

Este tubérculo es una raíz engrosada que se parece mucho a la papa o patata tradicional, comparten ciertas características y tipos de cocción ya que se puede preparar asada, hervida, en puré o frita, al mismo tiempo se puede obtener harina de esta. Actualmente está tomando gran fuerza de cultivo y consumo, se sabe que este tubérculo se cosecha en más de 80 países en vías de desarrollo; Asia es uno de los continentes que más produce a nivel mundial camote, se estima que más de 120 millones de toneladas, le sigue América Latina que produce 17 toneladas. En el

año 2000, según estadísticas de la FAO, se produjeron 230 mil toneladas, con un rendimiento promedio de 17 toneladas por hectárea, el más alto de la región (Mazariegos, 2017, p. 7). La siguiente tabla presente de taxonomía del camote:

Tabla 3. Taxonomía del camote.

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Convolvulaceae
Tribu	Ipomoeae
Género	Ipomoea
Especie	Ipomoea batatas

Fuente: Clasificación taxonómica del camote (Guallichico 2018, p. 3).

Origen en El Salvador

En el año 2009 se introdujeron en el país 89 cultivares de camote procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP), de los cuales se seleccionaron dos por su mayor rendimiento, contenido de vitamina A, y aceptación culinaria, siendo uno de ellos el clon denominado HungLock 4, liberado como la variedad CENTA San Pedro (CENTA, 2019).

Tabla 4. Características agronómicas y nutricionales de la variedad CENTA San Pedro.

Días a cosechar	120 a 150 días
Adaptación	0 a 1200 msnm
Rendimiento promedio	500 qq/mz - 35071 t. ha-1
Tiempo de cocción	20 a 21 minutos
Carotenoides totales	169.77 microgramos por gramos
Betacarotenos	7.25 mg/100g
Proteína cruda	1.06 g/100g

Fuente: CENTA (2019).

Manejo Agronómico

Preparación de tierra: Para obtener buena brotación y producción de raíces, se requiere una adecuada preparación y humedad del suelo; primero arar y luego rastrear hasta dejar el suelo bien suelto; si se hace manual, se deben levantar camas entre 0.30 y 0.40 m de altura (CENTA, 2019).

Distanciamiento de Siembra

Se recomienda un distanciamiento de 0.35 m entre esquejes y 0.90 a 1.0 m entre surcos, sembrando un esqueje de 0.35 a 0.40 m de largo por postura. Con este distanciamiento se obtienen entre 20,000 a 22,222 plantas por manzana (CENTA, 2019).

Preparación de Esquejes o Material de Siembra

Es importante tratar los esquejes con insecticidas y fungicidas un día antes de la siembra o unas horas antes de esta. El Programa de Hortalizas del CENTA recomienda preferentemente sumergir los esquejes en una preparación de Trichoderma en relación de 1 kg por barril de agua (200 litros). Para el traslado de esquejes al lugar de siembra debe hacerse en jabas, envueltos con papel húmedo para evitar deshidratación del material. Los esquejes deben tomarse de plantas con edades de 3 1/2 a 4 meses, el tamaño de los esquejes debe ser de 0.35 a 0.40 m (CENTA, 2019).

Manejo de Plagas y Enfermedades

Por presentar gran presencia de follaje las plagas en este cultivo no son un problema de importancia, pero se recomienda aplicar spinetoram 6 SC a dosis de 15 cc/16 litros de agua y Lufenuron + profenofos 55 EC en dosis de 25 cc/16 litros de agua, esto cada 8 a 15 días, y para enfermedades se recomienda mancozeb 80 WP en dosis de tres copas de 25 cc/16 litros de agua y oxiclورو de cobre 50 WG en dosis de 2 copas de 25 cc/16 litros de agua, cada 15 días (CENTA, 2019).

Fertilización

Se recomiendan 2 fertilizaciones durante el ciclo del cultivo: la primera entre los 8 a 15 días después de siembra (dds), y la segunda entre los 50 a 60 dds, aplicando fórmula 15-15-15 + Urea 46%, en relación de 1 a 1 (CENTA, 2019).

Cosecha

Se recomienda cosechar a partir de 4 hasta los 5 meses. El lugar de siembra y las condiciones climáticas afectan la tuberización, por tal motivo se recomienda realizar muestreos de cosecha a partir de los 4 meses (CENTA, 2019).

Procesamiento Agroindustrial

El cultivo de camote es muy utilizado en la alimentación humana ya sea cocido, asado, en sopas, dulces; su uso puede ser industrial en forma de harinas, alcoholes, chips, galletas, etc (CENTA, 2019).

Deshidratado

Mercer (2014) recomienda que antes del proceso de deshidratación del camote se hierva por 30 minutos, ya que logra que los almidones se gelatinicen y que se ablande. Para la deshidratación se utiliza una temperatura constante de 50°C y un tiempo entre 9 horas 30 minutos a 9 horas 50 minutos.

Yuca

La yuca o mandioca es un tipo de arbusto que llega a la altura de dos metros, es una planta de clima tropical por lo que no se produce en zonas de climas fríos, en su crecimiento requiere una gran cantidad de humedad y luz solar. Su cosecha se realiza a lo largo de todo el año, consiste en desarraigar la planta para extraer las raíces engrosadas de la yuca, es importante saber que si se sobrepasa el tiempo de cosecha la raíz se vuelve dura y por consiguiente no es comestible.

Los primeros indicios de la yuca o mandioca se remontan en la civilización Maya más o menos hace 1400 años, estos datos se documentaron en el sitio arqueológico Joya de Cerén. La siguiente tabla presenta la taxonomía de la yuca:

Tabla 5. Taxonomía de la yuca.

Reino	Planteo
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida

Orden	Malpighiales
Familia	Euphorbiaceae
Subfamilia	Crotonoideae
Tribu	Manihot Eae
Género	Manihot
Especie	Manihot Esculenta

Fuente: Taxonomía de la yuca («Taxonomía», sin fecha).

Origen en El Salvador

En muchos países la yuca es un alimento importante por su alto contenido de carbohidratos, la producción mundial de este cultivo se estimó en el año 2016 se introdujeron en el país 3,371 cultivares de yuca manzanas, concentrándose en los departamentos de La Paz, San Miguel, Usulután, Sonsonate y Ahuachapán. La producción fue de 672,834 quintales y la productividad 196.6 qq/ mz; además es considerado un cultivo rústico por lo que puede producir en suelos con baja fertilidad y ambientes con lluvias limitadas, condiciones que no toleran otros cultivos como el maíz y sorgo (CENTA, 2018, p. 5).

Tabla 6. Características agronómicas y nutricionales de la variedad CENTA Quezaltepeque.

Días a cosechar	6 a 10 meses
Rendimiento promedio	420 qq/mz - 27 t/ha
Tiempo de cocción	15 a 20 minutos
% de almidón	8.71

Fuente: Tabla resumen sobre las características agronómicas y nutricionales de la Yuca variedad CENTA Quezaltepeque (CENTA, 2018).

Manejo Agronómico

Preparación de suelo: Para obtener una buena brotación y enraizamiento de las estacas, se requiere una buena preparación y humedad del suelo, primero arar y luego rastrear hasta dejar el

suelo bien suelto; si se hace manual, levantar las camas entre 30 y 40 cm de altura (CENTA, 2018, p. 7).

Distanciamiento de Siembra

Se recomienda 1 m por 1 m, sembrando un esqueje de 20 cm de largo por postura (CENTA, 2018, p. 7).

Preparación de Estacas o Material de Siembra

Es importante tratar las estacas con insecticidas y fungicidas un día antes de la siembra. No es recomendable cortar y almacenar bajo la sombra el material de siembra por largos períodos, porque las estacas regularmente reducen el porcentaje de brotación, vigor y rendimiento que las cortadas un día antes. Las estacas deben tomarse de plantas de 8 a 12 meses de edad, haciendo un corte transversal; el tamaño de las estacas debe ser de 20 cm con 5 a 7 yemas por estacas (CENTA, 2018, p. 7).

Desinfección de Estacas

La desinfección con fungicida se realiza con productos a base de o benzonitrilo 72 SC en dosis de 300 cc + insecticida a base de rynaxypyr 20 SC en mezcla de 200 litros de agua y sumergir las estacas por 5 minutos, dejar secar a la sombra y sembrar el día siguiente (CENTA, 2018, p. 8).

Etapas Fenológicas (Crecimiento)

Las primeras 3 etapas son de gran importancia, porque se hace la mayor cantidad de labores en el cultivo, después, por el tamaño de las plantas de yuca, es más difícil (CENTA, 2018, p. 8).

1. Brotación de estacas (15-25 días): En esta etapa los problemas de insectos y hongos pueden surgir, pero si se hace la desinfección de estacas se puede ejercer un control sobre los mismos. De igual forma, el control de malezas puede ser manual o químico a base de fluazifop-p-butyl 12.5 EC, en dosis 75 cc por bomba de 16 litros, producto selectivo para zacates (CENTA, 2018, p. 8).

2. Formación de sistema radicular (2 a 3 meses): Control de malezas puede realizarse igual que en la etapa 1. La primera fertilización, se realiza utilizando el

75% de la cantidad total por manzana 30 días después de la siembra; la segunda fertilización el 25% a los 60 días después de la primera. En cuanto a la fertilización los requerimientos del cultivo son (lb/mz), 150 a 230 de N, 75 a 220 de P₂O₅; 300 a 385 de K₂O; 125 a 150 de Ca; y 75 a 125 de Mg; sin embargo, es recomendado hacer un análisis de suelo para determinar las cantidades óptimas (CENTA, 2018, pp. 8-9):

- **Control de insectos:** el cultivo puede ser afectado por trips, mosca blanca y ácaros. Por lo que se recomienda hacer una aplicación con un insecticida de amplio espectro. Productos a base de azufre, preventivo 40 gramos x bomba de 16 litros o 500 gramos x barril de agua. Realizar de acuerdo con la presencia de plagas; no repetir aplicaciones del mismo producto más de 3 veces (CENTA, 2018, p. 9).

- **Control de enfermedades:** El hongo *Phytophthora* sp, agente causal de la enfermedad pudrición de la raíz, es un habitante natural del suelo que puede atacar el cultivo en cualquier etapa. Los diferentes síntomas según el estado de desarrollo de la planta, para su control se recomienda utilizar: Azoxystrobin 50WG + clorotalonil 72SC, Estrobilurina + benzonitrilo 66 SC, 50 cc por bomba de 16 litros o 500 cc por barril de 200 litros de agua, la aplicación tiene que ser dirigida al tronco (CENTA, 2018, p. 9).

3. Desarrollo de tallos y hojas (2 a 3 meses): Observar si las plantas poseen una buena coloración de las hojas para hacer un reforzamiento de fertilizantes nitrogenados. El control de insectos chupadores es similar al mencionado en la etapa 2. El ataque de gusanos comedores de hojas y tallo puede suceder en esta etapa, por lo que se recomienda hacer un sondeo de la plantación para ver si es necesario realizar la aplicación con insecticidas. Se puede utilizar Benzoato de Emamectina 5 SG en dosis de 10 gramos x bomba de 16 litros o 70 gramos por barril de agua (200 litros). Además, se pueden presentar enfermedades producidas por hongos al follaje. Preventivamente se deben hacer 1 a 3 aplicaciones con un fungicida protectante a base de azufre, 40 gramos x bomba de 16 litros o 500 gramos por barril de agua (CENTA, 2018, pp. 9-10).

4. Engrosamiento de raíz (5 meses): En esta etapa la planta empieza a trasladar los materiales de reserva hacia las raíces, hay un endurecimiento de las ramas y

una producción de hojas nuevas, pero su número disminuye paulatinamente, es muy difícil hacer aplicaciones en este momento debido al tamaño de las plantas (CENTA, 2018, p. 10).

5. Reposo (1 mes): La planta ha perdido la mayor cantidad de sus hojas, se reduce el crecimiento, pero continúa migrando nutrientes a las raíces (CENTA, 2018, p. 10).

Deshidratado

Antes del proceso de deshidratado es necesario hervir la yuca aproximadamente por 30 minutos, al igual que el camote Mercer (2014) menciona que este proceso permite la gelatinización de los almidones y el ablandamiento de la pulpa de la yuca. Para la deshidratación se utiliza una temperatura constante de 50°C y un tiempo aproximadamente de 7 horas.

Papa

La papa a nivel mundial es el cuarto cultivo más sembrado y cosechado, con una producción alrededor de 290 millones de toneladas (Román y Hurtado, 2002, p. 8), en su composición se puede encontrar proteínas, carbohidratos en gran cantidad y vitaminas, aunque es un tubérculo para el consumo humano y parte de una dieta, se han encontrado muchas más formas de consumirlo, no solo hervidas, fritas o sancochadas, sino también en la industria alimenticia se usan para la producción de algunas bebidas alcohólicas como el vodka, snacks tipo “chips” y algunos subproductos como el almidón.

En promedio en nuestro país se consumen alrededor de 2.2kg de papas por persona al año (Román y Hurtado, 2002, p. 8).

La siguiente tabla presenta la taxonomía de la papa:

Tabla 7. Taxonomía de la papa.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i> L. 1753

Especie	<i>Tuberosum</i> L. 1753
----------------	--------------------------

Fuente: CONABIO (Sin fecha, p. 1).

Origen en El Salvador

Las investigaciones de la papa con las variedades Vorán y Alpha en El Salvador comenzaron en 1957. Once años después (1968) se realizó el cálculo en que se cultivaban alrededor de 420 ha en Zapotitán, Las Pilas, Texistepeque y Candelaria de la Frontera con un rendimiento promedio de 9.9tm/ha. Para el año 2002 se sembraban entre 420-560 ha anualmente en Las Pilas (Román y Hurtado, 2002, p. 8).

Tabla 8. Características agronómicas de las variedades Atzimba y Tollocan.

Días de cosechar	90 - 120 días
Adaptación	460 a 2500 msnm
Rendimiento promedio	19.45 a 39 tm/ha

Fuente: Román y Hurtado (2002).

Manejo Agronómico

Tabla 9. Requerimientos climáticos y edáficos.

Temperatura	15-20°C
Horas luz	8-12 horas luz
Precipitación	600mm de agua en todo su ciclo vegetativo
Viento	Moderado con velocidad >20 km/ha
Altitud	1,500-2,500 msnm, pero también se puede cultivar a 460 msnm en época seca (noviembre a febrero)
Suelo	Francos, franco-arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos

Fuente: Tabla resumen de los requerimientos climáticos y edáficos de la papa en El Salvador (Román y Hurtado, 2002, p. 14).

Preparación del suelo: Román y Hurtado (2002) recomiendan preparar el suelo mucho antes de la siembra ya que esto favorece la descomposición de los residuos de la cosecha anterior.

Sistemas de Siembra

Existen dos sistemas de siembra que se utilizan comúnmente en la producción agrícola de papas, una de ellas es la siembra por semilla sexual y la otra es por semilla tubérculo (asexual); Román y Hurtado (2002, p. 16-18) explican que para el primer tipo de siembra se utilizan semillero que permiten la producción de minitubérculos o plántulas para poder trasplantar y el segundo sistema sólo se utiliza el tubérculo que sirve como semilla.

Figura 7. Ventajas y desventajas de usar semillas sexuales y asexuales en el cultivo de la papa en El Salvador.

Ventajas y desventajas al usar semilla sexual

Ventajas	Desventajas
Más barata que el tubérculo semilla	Las plántulas jóvenes son bastante débiles
Reduce la incidencia de enfermedades	La siembra y trasplante demanda bastante mano de obra calificada
Es fácil de transportar y a menor costo	Desuniformidad en forma, color y calidad de tubérculo
Requiere de menos espacio para almacenarla	Los tubérculos son de menor tamaño

Ventajas y desventajas del uso de semilla tubérculo (asexual)

Ventajas	Desventajas
Plantación uniforme	Alto costo del transporte y mayor costo de material de siembra
Plantas más vigorosas y de rápido crecimiento	Mayor índice de enfermedades virosas e incidencia de insectos
Tamaño y calidad de tubérculos similares	Requiere mucho espacio para el almacenamiento

Fuente: Román y Hurtado (2002, p. 17).

Fertilización

Román y Hurtado (2002, p. 19) citan que los requerimientos nutricionales de la papa son los siguientes:

- N: 150g
- P₂O₅: 120kg

- K₂O: 90kg
- Cantidades moderadas de Mg, S y algunos micro elementos como:
B, Ca, Mo, Mn, Fe, Cu y Zn.

Manejo de Plagas y Enfermedades

Tabla 10. Plagas y enfermedades de la papa de importancia económica en El Salvador.

Nombre	Afecciones	Manejo o control
Plagas		
Malezas	El periodo crítico de competencia es durante los primeros 25 días y el segundo periodo se presenta en la floración.	El control de esta plaga es de forma manual, este se puede complementar con control mecánico y químico.
Insectos		
Larva de la gallina ciega (<i>Phyllophaga spp.</i>)	Causan daños en las raíces en formación, a los tubérculos recién plantados y durante la formación de tubérculos, así mismo, causan laceraciones en los tubérculos ya desarrollados.	<ul style="list-style-type: none"> • Rotación de cultivo. • Controles biológicos durante la preparación del suelo. • Siembra en la última semana de mayo y primera de junio. • Controles químicos.
Polilla de la papa (<i>Tecia solanivora</i> y <i>Phthorimaea operculella</i>)	Perforan los tubérculos que están cerca de la superficie del suelo o descubiertos.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de feromonas. • Aporco alto. • Riego en sequía. • Control químico cuando se pasa del punto crítico.
Plagas de Follaje		
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaco</i>, <i>Trialeurodes sp</i>)	Transmiten el geminivirus y otros tipos de virus.	<ul style="list-style-type: none"> • Controles culturales como barreras vivas de otros cultivos o uso de trampas

		<p>amarillas con aceite o pegamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controles biológicos. • Controles químicos.
<p>Mosquita minadora (<i>Liriomyza sp.</i>)</p>	<p>Las larvas se comen el mesófilo de las hojas dejando sólo la epidermis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • MIP3 utilizando trampas amarillas con pegamento. • Controles químicos.
<p>Afidos (<i>Myzus persicae</i>)</p>	<p>Puede transmitir más de 100 diferentes tipos de virus. Causan el principal daño transmitiendo las enfermedades viróticas (PLRV y PVY)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Al igual que con la mosca blanca y mosquita minador se realiza un control de MIP con trampas amarillas con pegamento o agua. • Control químico orgánico.
<p>Psílido de la papa (<i>Paratrioza cockerelli</i>)</p>	<p>Se observa que los folíolos se enrollan hacia el haz y adquieren una pigmentación amarilla o púrpura, así mismo, el tallo se observa más leñoso con abultamiento de los nudos, los entrenudos suelen ser más cortos y pueden presentarse tubérculos aéreos. El tubérculo presenta una coloración parda en el interior muchas veces imposibilitando el consumo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control de trampas amarillas con pegamento. • Controles químicos.
<p>Acaro (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)</p>	<p>Causa hojas terminales que pueden tornarse de un color cobrizo. Suele</p>	<p>Controles químicos.</p>

	confundirse con síntomas de virosis.	
Enfermedades		
Tizón tardío de la papa <i>(Phytophthora infestans)</i>	Causa manchas irregulares y oscuras en las hojas, atacan el tallo y los brotes terminales haciendo que la planta no dure más de 3 días, también daña a los tubérculos donde se notan manchas de color café sobre la superficie de ellos.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de semilla certificada y de variedades tolerantes. • Siembra en curvas a nivel. • Controles químicos.
Marchitez bacterial <i>(Ralstonia solanacearum)</i>	Los tubérculos afectados presentan un halo oscuro al partirse o al exponerse al sol; por los ojos o yemas, salen unas secreciones mucosas.	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo de semilla sana • Siembra en terrenos no utilizados para papa durante 3 años. • Rotación de cultivos. • Drenar. • Destrucción de plantas enfermas. • Desinfección de herramientas y maquinarias utilizadas en lugares infectados.
Virosis	Afectan a la planta ocasionando hojas erectas y de color amarillo pálido, también pueden encontrarse pigmentaciones rojas o de color púrpura en diferentes variedades, así mismo, crecimiento de hojas enrolladas. Hay enanismo de la	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de semilla sana, certificada. • Control con trampas amarillas con agua o pegamento. • Controles químicos y botánicos.

	planta. Otros virus afectan las venas causando necrosis en la parte inferior de la hoja.	
--	--	--

Fuente: Tabla resumen de plagas y enfermedades de importancia económica en El Salvador (Román y Hurtado, 2002, pp. 22-28).

Cosecha

Los días el ciclo vegetativo de la papa determinan el punto de la cosecha o cuando el follaje empieza a cambiar a color amarillo de forma generalizada y las hojas se caen de manera natural (Román y Hurtado, 2002, p. 28).

Cortar el follaje 10 días antes de la cosecha hace que los tubérculos tengan piel más fuerte y que se acelere su madurez. Luego de la cosecha las papas se dejan expuestas al sol por 2 horas para que puedan airearse y secarse bien (Román y Hurtado, 2002, p. 29).

Procesamiento Agroindustrial

Los autores Román y Hurtado (2002, p. 31) opinan que los subproductos más comunes obtenidos de la papa son: La papa fresca ya pelada, papa congelada, papa chip, alcohol y la papa deshidratada.

Deshidratación

Para el proceso de deshidratación de la papa se recomienda realizar un escaldado en solución de NaCl de 3% p/p, es decir, 30g aproximadamente por litro de agua. El tiempo de deshidratado varía las 3 horas 25 minutos a las 5 horas 30 minutos a una temperatura entre 85°C a 100 °C (Severini et al., 2005).

Remolacha

La remolacha es arbusto que se cosecha de manera anual o bienal, puede alcanzar los dos metros de alto, posee varias ramas y hojas, que son verdes y moradas constan de raíces delgadas con gran cantidad de azúcar, esta hortaliza se puede preparar en ensalada cruda, sancochada y hervida, sin embargo en la actualidad se producen otros productos a partir de esta, tal como el azúcar de remolacha ya que en diversos estudios se ha observado que contiene una gran cantidad

de sacarosa alrededor del 15 - 20% , al mismo tiempo se extrae el colorante E-162 denominado rojo remolacha. La siguiente tabla presenta la taxonomía de la remolacha:

Tabla 11. Taxonomía de la remolacha.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Subfamilia	Betoideae
Género	Beta
Especie	Beta vulgaris

Fuente: «Remolacha *Beta vulgaris*, NaturaLista Colombia» (Sin fecha).

Tabla 12. Características agronómicas de la variedad Manolo F1 en Guatemala.

Ciclo	75 - 95 días
Temporada de siembra	Todo el año
Rendimiento	40 a 45 toneladas por hectárea
Semillas por hectárea	0.7 a 1.0 millones
Plantas por metro lineal	10 a 12
Cosecha	Todo el año

Fuente: Bejo (2018).

Deshidratación

Mercer (2014) recomienda que la remolacha sea hervida hasta que esta esté blanda que suele ser 30 minutos aproximadamente, luego de la cocción estas se colocan inmediatamente en agua fría. La temperatura que recomienda es de 50°C y el tiempo de deshidratado 11 horas aproximadamente.

Zanahoria

La zanahoria es una planta tipo roseta en la cual, la raíz principal de la misma se engrosa y acumula una gran cantidad de azúcar, la zanahoria es una de las hortalizas más consumidas en diferentes formas, entre las que destacan, cruda solo troceada, en sopas o caldos e incluso en postres; debido a la gran cantidad de minerales y vitaminas que contiene este alimento, se producen alimentos para bebés como papillas que son fuente importante en su alimentación, en el 2005 la FAO, anunció que China fue uno de los países que cultivó y cosechó más zanahorias acaparando un tercio de este tubérculo en ese año.

En el año 2020 se realizó campaña junto con una guía para la siembra y cosecha de zanahoria en El Salvador, y aunque la mayor producción de zanahoria, los lugareños del Distrito de Zapotitán aseguraron que es el inicio para la producción de este cultivo, ya que en estos últimos años no se ha podido cosechar por las circunstancias medioambientales que el país ha atravesado.

La siguiente tabla presenta la taxonomía de la zanahoria:

Tabla 13. Taxonomía de la zanahoria.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Subfamilia	Apioideae
Tribu	Scandic Eae
Subtribu	Daucinae
Género	Daucus
Especie	Daucus carota

Fuente: «Daucus carota» (2021).

Origen en El Salvador

No se tienen datos específicos del origen de la zanahoria en El Salvador, sin embargo, existen muchos productores de este cultivo. La zanahoria que se siembra arriba de los 1,200

msnm, pero existen variedades que pueden adaptarse a diferentes condiciones agroclimáticas (Campos, Rodríguez y Salinas, 2005, p. 84).

Tabla 14. Características agronómicas.

Días a cosechar	70 a 75 días
Adaptación	1800 – 2300 msnm
Rendimiento promedio	5-6 lb/m ²
Temperatura	15°C -25°C

Fuente: Campos, Rodríguez y Salinas (2005).

Manejo Agronómico

Preparación del terreno: Se realiza una limpieza eliminando toda la maleza, luego de la limpieza se incorpora el material vegetativo en franjas transversales de 2 metros, es importante que los orificios en los que se sembrará sean lo suficientemente profundos. Al finalizar el material se cubre con 0.15 metros de tierra, se desmenuza la tierra para elaborar la cama de siembra con una dimensión de 1.2m de ancho, 10-20m de largo y 0.20m de alto, dejando un espacio entre cama de 0.3m (Campos, Rodríguez y Salinas, 2005, pp. 86-87).

Siembra

Campos, Rodríguez y Salina (2005, p. 87) exponen que la siembra de la zanahoria debe ser al suelo directamente, a chorro seguido, con una relación estimada de 78 semillas/m.

Manejo de Plagas y Enfermedades

Tabla 15. Plagas y enfermedades en la zanahoria.

Nombre	Control
Gallina ciega o chorontoco (<i>Pgyllophaga sp.</i>)	Para la producción orgánica del cultivo no se utiliza ningún tipo de químico, el control es biológico donde se remueve la capa superficial del suelo y se deja al sol durante 12 días, o los pájaros se alimentan de la plaga.
Chinche verde (<i>Lygus spp</i>)	Se eliminan con un insecticida orgánico con diferentes productos como jabón de cuche, chile picante, ajo y distintas

	concentraciones de cada producto; se recomienda utilizar 0.125 bombadas/m ² .
Tizón de la hoja o hiel <i>(Alternaria dauci)</i>	Se eliminan con una mezcla orgánico con diferentes productos como cal, ceniza y jabón de cuche y distintas concentraciones de cada producto.
Nematodo nodulador <i>(Meloydogyne spp.)</i>	Se realiza un control previo a la siembra utilizando gallinaza en relación de 3lb/m ² o 1-2lb/m ² de cal viva. Otro control es la rotación de cultivos.

Fuente: Tabla resumen de las plagas y enfermedades que afectan el cultivo de la zanahoria y su control (Campos, Rodríguez y Salinas, 2005, pp. 89-91).

Cosecha

Por lo general las zanahorias no suelen tener un tiempo de maduración específico, sin embargo, Campos Rodríguez y Salinas (2005, p. 91) en su investigación mencionan que las zanahorias baby están listas a los 70-75 días.

Deshidratación

Cuando las zanahorias a deshidratar tienen el tamaño deseado, se realiza un escaldado en agua hirviendo en un tiempo estimado de 2 o 3 minutos y colocándolas inmediatamente en agua fría. El tiempo de deshidratado recomendado es de 10 horas 30 minutos a una temperatura constante de 50°C (MERCER, 2014).

Valor Nutritivo de los Tubérculo y Hortalizas (Camote, Papa, Yuca, Remolacha y Zanahoria)

Tabla 16. Composición nutricional en 100g de camote, papa, yuca, remolacha y zanahoria.

	Energía (kcal)	Proteína (g)	Carbohidratos (g)	Fibra dietética total (g)	Azúcar (g)	Grasa (g)	Sodio (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Potasio (mg)
Camote	86	1.57	20.12	3.00	4.18	0.05	55	30	0.61	337
Papa	77	2.05	17.49	2.10	0.82	0.09	6	12	0.81	425
Yuca	160	1.36	38.06	1.80	1.70	0.28	14	16	0.27	271
Remolacha	43	1.61	9.56	2.80	6.76	0.17	78	16	0.80	325
Zanahoria	36	0.78	7.90	3.30	4.76	0.46	68	36	0.44	235

Fuente: Menchú y Méndez (2012, p. 33).

II.2.2 Descripción del Proceso

Los deshidratadores son herramientas con forma de horno que en su interior poseen uno o varios ventiladores y termómetros que, dependiendo de la complejidad del deshidratador pueden poseer un temporizador el cual ayuda a un proceso más automático. El funcionamiento del deshidratador consiste en recircular el aire caliente dentro de la cámara de secado permitiendo un entorno de aire seco caliente, eso es posible ya que el deshidratador posee orificios en los cuales evacua el agua en forma de vapor para no llegar al punto de rocío en el proceso y así no estropee el producto terminado.

El proceso que se llevó a cabo para esta investigación es la deshidratación eléctrica artificial con recirculación de aire caliente; se comenzó consiguiendo la materia prima tal como: camote, yuca, papa, remolacha y zanahoria; se procedió a lavarlas y a desinfectarlas de manera adecuada, usando alguna solución de hipoclorito elaborada por los investigadores o un químico especializado para la remoción y limpieza de dicha materia prima.

Se continuó pelando y troceando los tubérculos y hortalizas en pedazos mejor manejables, para posteriormente ser rebanados en láminas delgadas y optimizar el proceso de deshidratación; tomando en consideración la literatura por cada materia prima se realizó un proceso previo a su deshidratación.

Al tener toda la materia prima lavada, desinfectada, cortada, rebanada y con el tratamiento previo se colocó en las bandejas de deshidratación ordenando de mayor a menor según su nivel de humedad. Finalmente se recogieron y se empacaron en bolsas plásticas para su posterior consumo.

II.2.3 Descripción de Análisis Sensorial

El análisis sensorial es una herramienta que permite conocer las características del producto terminado con panelistas externos, uno de los objetivos de la realización de este análisis fue conocer la aceptación del producto final, que se elaboró ante la demanda nacional de snacks.

En esta investigación se contó con panelistas no experimentados ni entrenados, que sean consumidores habituales de snacks y que cuenten con disponibilidad para la realización de las pruebas; se eligieron 15 panelistas para realizar una prueba descriptiva, en la cual se hizo una escala hedónica de 9 puntos con las diferentes características sensoriales establecidas, esta escala hedónica estuvo compuesta por características de interés como: olor, sabor, color, textura y apariencia.

II.2.4 Descripción del Análisis Bromatológico

Un análisis bromatológico informa sobre la cantidad de micronutrientes y macronutrientes que posee una muestra seleccionada, esto es de suma importancia ya que el snack al ser nutritivo debía cumplir ciertas condiciones de nutrientes; los análisis que se realizaron fueron el método Kjeldahl modificado que se utiliza para determinar de manera aproximada el contenido de nitrógeno en el alimento, que ayuda a conocer la cantidad de proteínas en él; el método de Soxhlet que determina la cantidad de grasa en la muestra, métodos gravimétricos se utilizaron con el fin de determinar fibra cruda y cenizas, por último se utilizó el analizador halógeno HR73 para la determinación de humedad.

Estos métodos se llevaron a cabo en el laboratorio externo de FUSADES (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social).

Capítulo III. Metodología.

III.1 Tipo de Estudio

La presente investigación es un estudio cuantitativo-cualitativo exploratorio. Este estudio se enfoca en un producto nuevo, los snacks deshidratados a base de tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papa, remolacha, zanahoria) en El Salvador, que busca proponer nuevas formas de comer alimentos saludables.

III.2 Variables con su Definición Conceptual

Siendo el objetivo general “elaborar snacks deshidratados, aplicando tecnologías en su proceso de producción y posteriormente sometiéndola a análisis sensoriales y bromatológicos”. En tal sentido se definen las siguientes variables e indicadores:

Tabla 17. Valores e indicadores.

Variables	Indicadores
Aceptación nutricional	<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas • Carbohidrato • Calorías
Aceptación sensorial de muestras	<ul style="list-style-type: none"> • Sabor • Color • Consistencia • Textura • Olor

El siguiente cuadro presenta la operacionalización de las variables consideradas, sus definiciones conceptuales y operacionales, así como sus indicadores, la técnica y sus instrumentos.

Tabla 18. Operacionalización de las variables.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Técnica	Instrumento
Aceptación de muestras	La aceptación de muestras es la seguridad que se tiene de una porción de la formulación que es la mejor opción para el consumidor es decir es una prueba subjetiva	Esta aceptación va de la mano con su análisis sensorial, que valida sus características organolépticas según el criterio del comensal (en este caso son jueces o panelistas no entrenados)	-Sabor -Color -Consistencia -Textura -Olor	-Escala hedónica	-Cuestionario -Encuesta
Aceptación nutricional	Aceptación nutricional es una prueba objetiva, que se envían a laboratorios certificados muestras con las necesitamos saber su composición	La aceptación nutricional, las características físicas de la formulación o muestra, se determina mediante pruebas gravimétricas y químicas, esto con el fin de encajar con los estándares nutricionales adecuados	-Proteínas -Carbohidratos -Calorías	-Prueba de Kjeldahl - Soxhelt -Gravimetrico - Analizador halogeno HR73	-Equipo Kjeldahl -Aparato de Soxhelt -Analizador halogeno HR73

III.3 Población y Muestra

Población: Personas que consumen snacks (de tamaño desconocido).

Muestra: 15 jueces. Se tendrán en cuenta los siguientes criterios de inclusión para panelistas participantes en el estudio:

- a) No estar entrenados.
- b) Jóvenes de 18 años en adelante.
- c) Interesados en consumir snacks nutritivos.

El tamaño de la muestra para la evaluación sensorial fue de $N=15$ jueces, desarrollarán una evaluación de escala hedónica de 9 puntos, evaluando 4 formulaciones y la prueba permitirá establecer la formulación de mayor aceptación.

III.4 Procedimiento y Métodos de Recolección de Datos

Flujograma de Proceso

A continuación, se presenta el Diagrama de Flujo del Proceso:

Figura 8. Diagrama de Flujo de Proceso de deshidratación de camote.

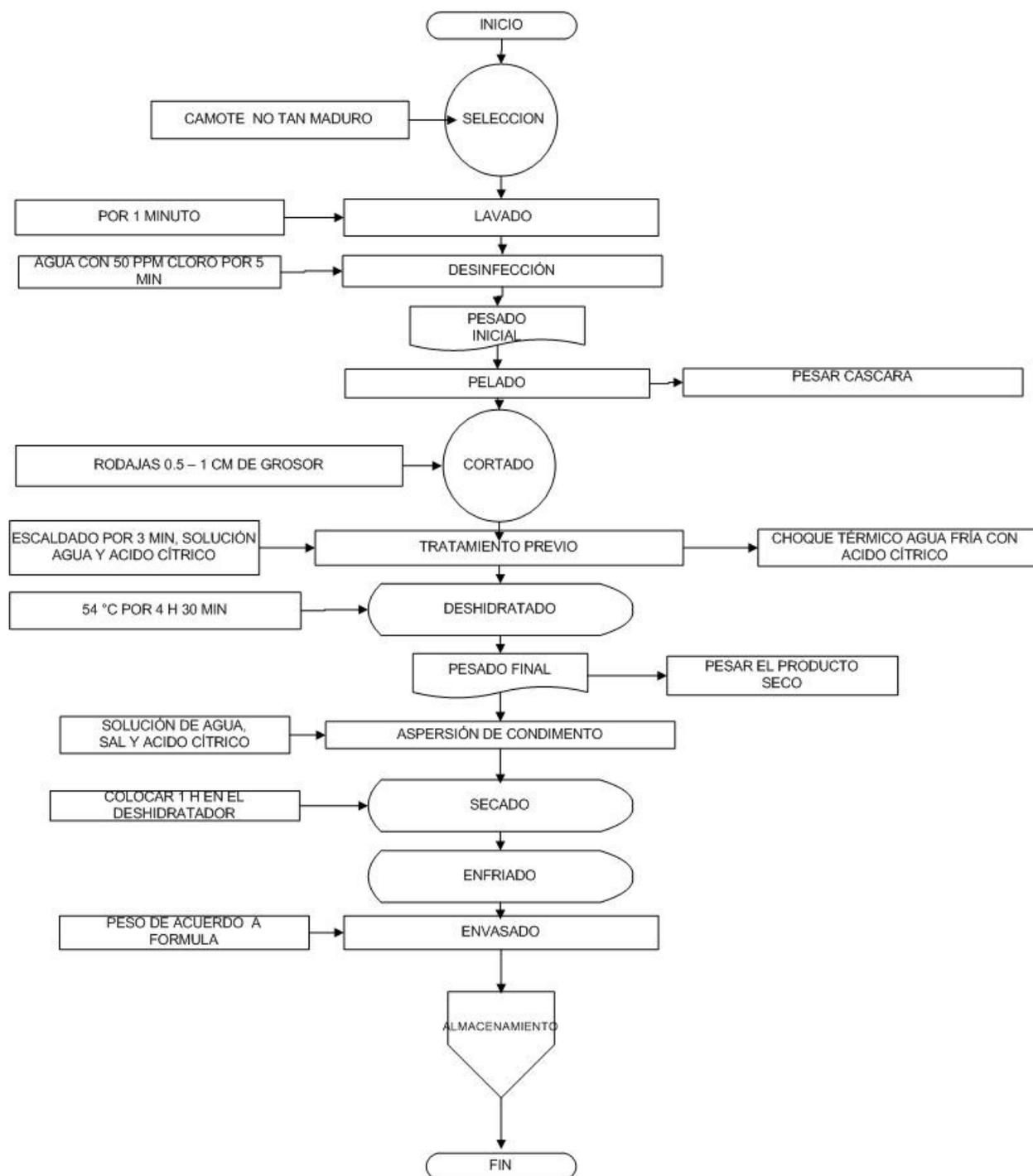


Figura 9. Diagrama de Flujo de Proceso de deshidratación de yuca.

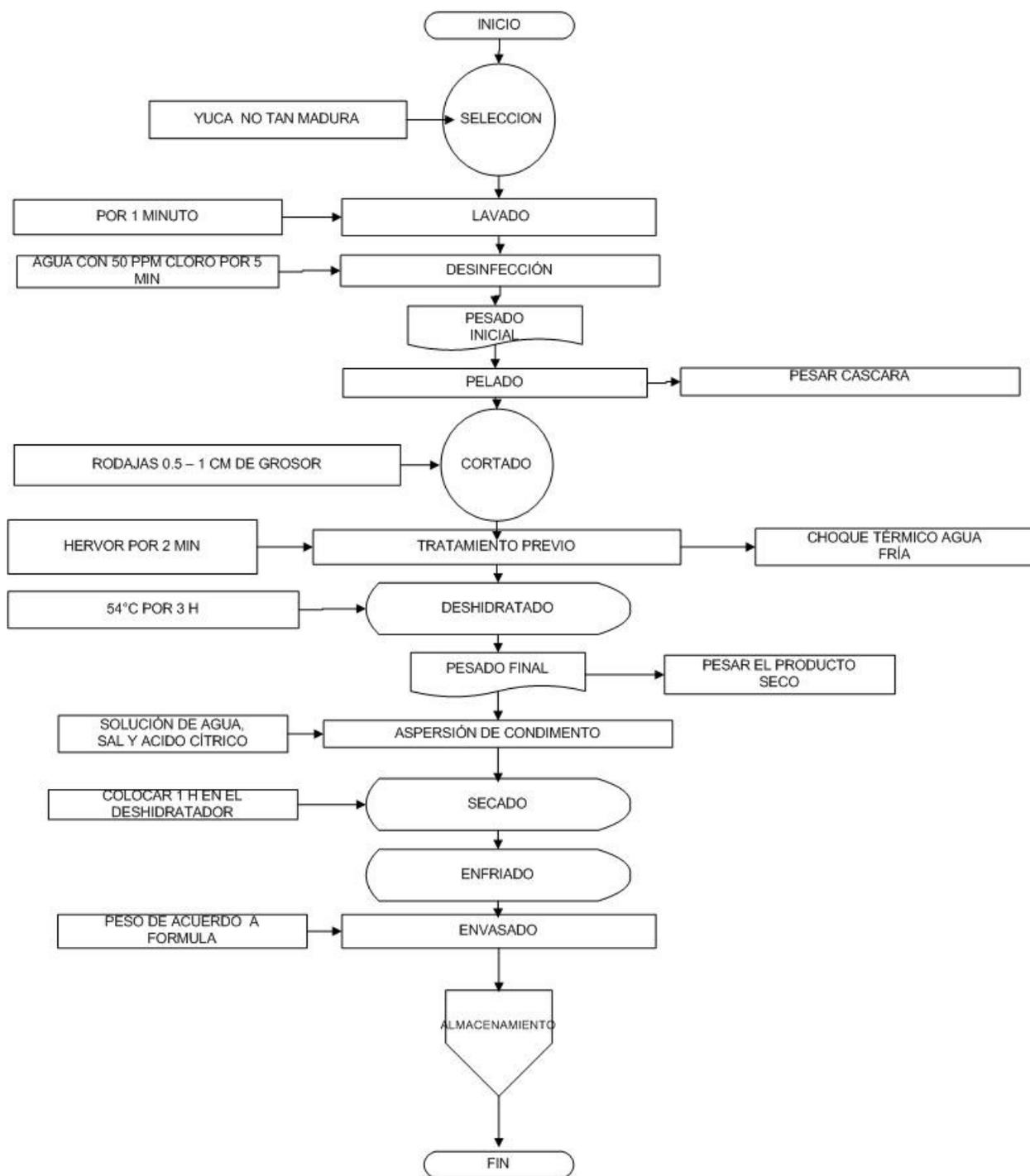


Figura 10. Diagrama de Flujo de Proceso de deshidratación de papa.

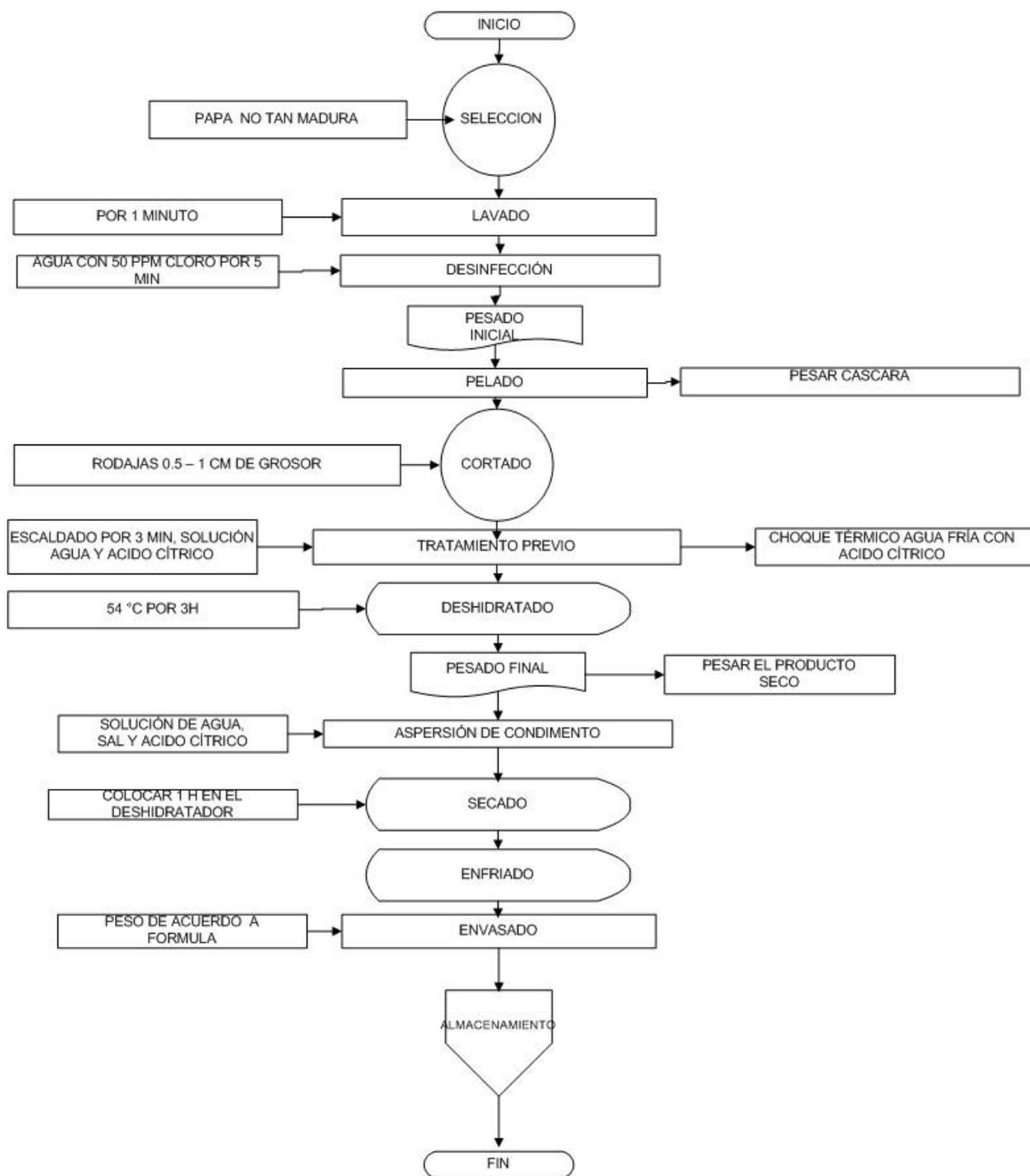


Figura 11. Diagrama de Flujo de Proceso de deshidratación de remolacha.

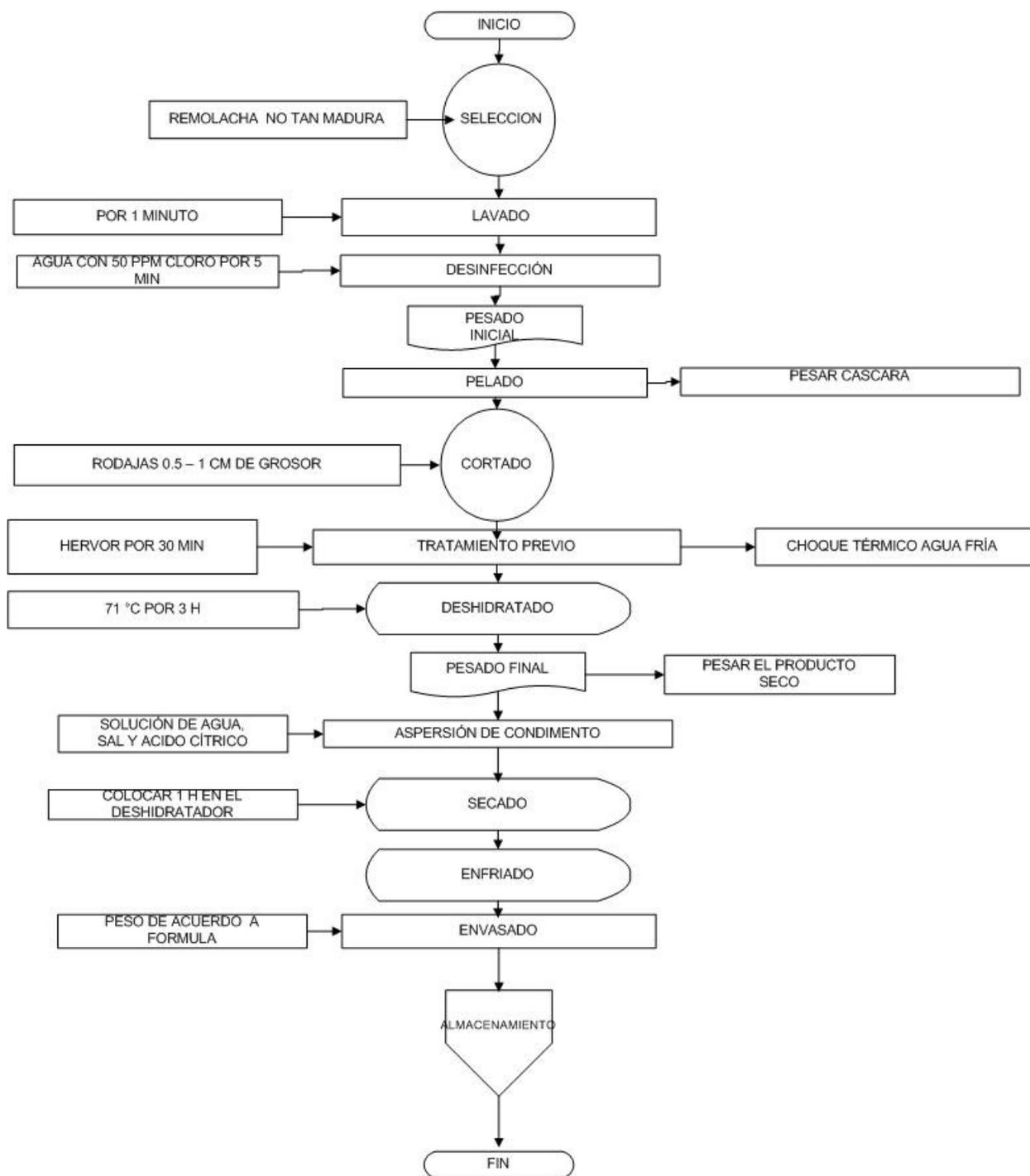


Figura 12. Diagrama de flujo de Proceso de deshidratación de zanahoria.

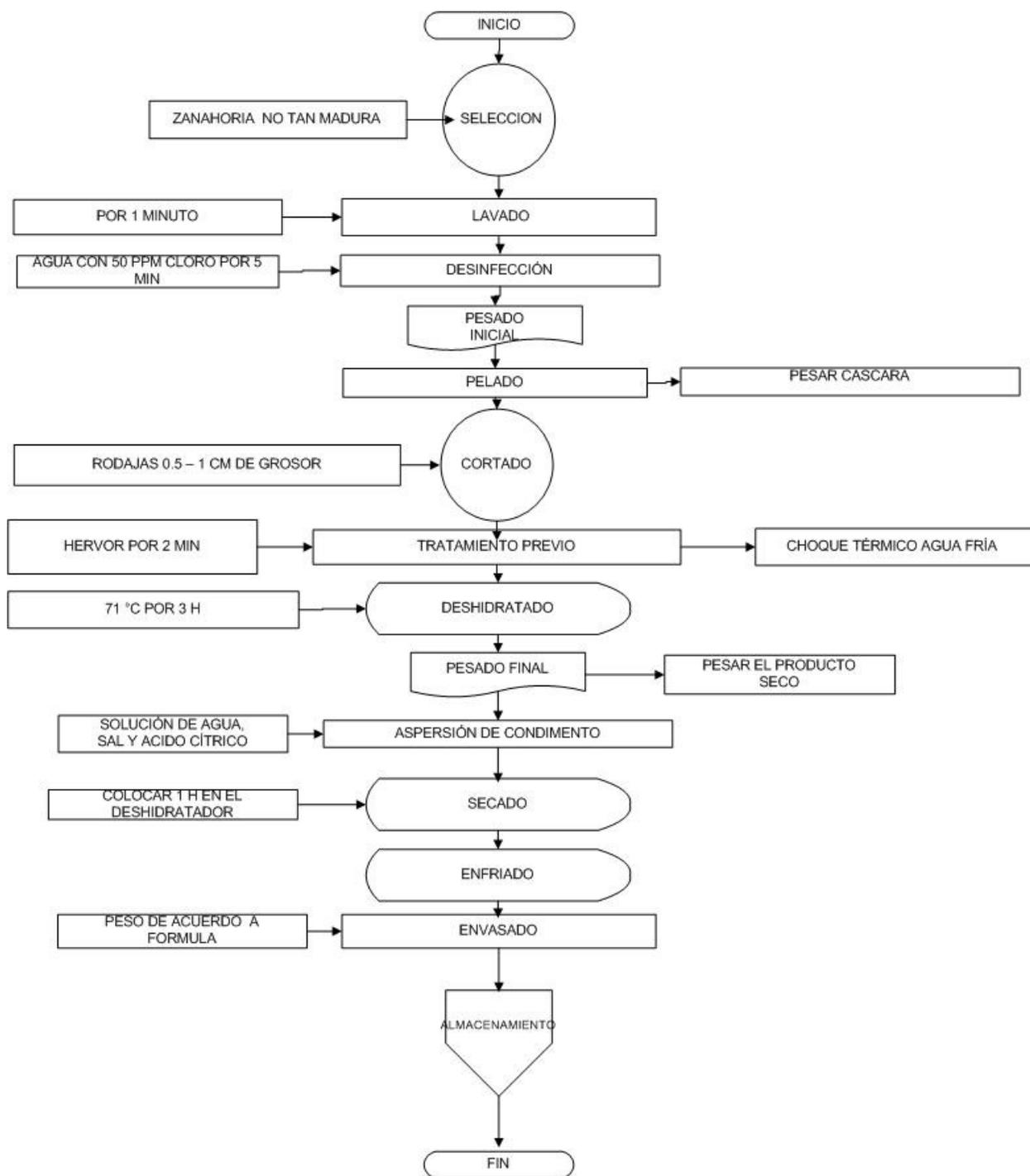
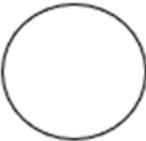
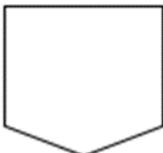
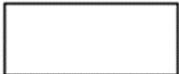


Figura 13. Símbolos estándares para los diagramas de flujo.

Símbolo	Significado
	Inspección: círculo grande. Utilice un círculo grande para indicar que el flujo del proceso se ha detenido, de manera que pueda evaluarse la calidad del output. Este círculo también puede representar el punto en el cual se requiere una firma de aprobación
	Documentación: rectángulo con la parte inferior en forma de onda. Utilice este símbolo para indicar que el output de una actividad incluye información registrada en papel
	Espera: rectángulo obtuso. Utilice este símbolo, algunas veces denominado bala, cuando un ítem o persona debe esperar o cuando un ítem se coloca en un almacenamiento provisional antes de que se realice la siguiente actividad programada (por ejemplo, esperar un avión, esperar una firma)
	Almacenamiento: triángulo. Utilice un triángulo cuando exista una condición de almacenamiento controlado y se requiera una orden para que el ítem pase a la siguiente actividad programada. En un proceso de la empresa, el triángulo se utilizaría para indicar la condición de una solicitud de compra retenida en el área de compras, esperando que el departamento de finanzas verifique que si el ítem se encontraba dentro del presupuesto aprobado.
	Limites: círculo alargado. Utilice un círculo alargado para indicar el inicio y el fin del proceso
	Operación: rectángulo. Utilice este símbolo cada vez que ocurra un cambio en un ítem. Se usa para denotar cualquier clase de actividad, normalmente se debe incluir en el rectángulo una breve descripción de la actividad

Descripción del Proceso de Deshidratación de Tubérculos y Hortalizas (Camote, Papa, Yuca, Remolacha y Zanahoria)

Los deshidratadores son herramientas con forma de horno que en su interior poseen uno o varios ventiladores y termómetros que, dependiendo de la complejidad del deshidratador pueden poseer un temporizador el cual ayuda a un proceso más automático. El funcionamiento del deshidratador consiste en recircular el aire caliente dentro de la cámara de secado permitiendo un entorno de aire seco caliente, eso es posible ya que el deshidratador posee orificios en los cuales

evacua el agua en forma de vapor para no llegar al punto de rocío en el proceso y así no estropee el producto terminado.

CAMOTE

El proceso que se llevó a cabo para esta investigación es la deshidratación eléctrica artificial con recirculación de aire caliente; se comenzó consiguiendo la materia prima tal como: camote; se procedió a seleccionarlas y se rectificó que no estuvieran maduras, luego a lavarlas durante un minuto y a desinfectarlas con una solución de agua con 50 ppm cloro por 5 minutos, posteriormente se pesó inicialmente.

Se continuó pelando y troceando la materia prima en pedazos mejor manejables de 0.5 - 1cm de grosor y pesando la cáscara, tomando en consideración la literatura por cada materia prima se realizó un proceso previo a su deshidratación que consiste en escaldar por 3 minutos, por cada litro de agua se coloca 1.5g de ácido cítrico para luego realizar un choque térmico en agua fría y ácido cítrico (por cada litro de agua 3g de ácido cítrico).

Al tener toda la materia prima lavada, desinfectada, cortada, rebanada y con el tratamiento previo se colocó en las bandejas de deshidratación ordenando de mayor a menor según su nivel de humedad por un tiempo de 4h30m a una temperatura constante de 71°C. Luego se pesó el producto en seco, se realizó una aspersion de condimento que lleva una solución de agua, sal y ácido cítrico, posteriormente se colocó en el deshidratador por 1h para secarlo, se enfrió, por último, se envaso y se almacenó según el peso de la fórmula.

YUCA

El proceso que se llevó a cabo para esta investigación es la deshidratación eléctrica artificial con recirculación de aire caliente; se comenzó consiguiendo la materia prima tal como: yuca; se procedió a seleccionarlas y se rectificó que no estuvieran maduras, luego a lavarlas durante un minuto y a desinfectarlas con una solución de agua con 50 ppm cloro por 5 minutos, posteriormente se pesó inicialmente.

Se continuó pelando y troceando la materia prima en pedazos mejor manejables de 0.5 - 1cm de grosor y pesando la cáscara, tomando en consideración la literatura por cada materia prima se realizó un proceso previo a su deshidratación que consiste en escaldar por 2 minutos para luego realizar un choque térmico en agua fría.

Al tener toda la materia prima lavada, desinfectada, cortada, rebanada y con el tratamiento previo se colocó en las bandejas de deshidratación ordenando de mayor a menor según su nivel de humedad por un tiempo de 3h a una temperatura de 54°C. Luego se pesó el producto en seco, se realizó una aspersion de condimento que lleva una solución de agua, sal y ácido cítrico, posteriormente se colocó en el deshidratador por 1h para sacarlo, se enfrió, por último, se envaso y se almacenó según el peso de la fórmula.

PAPA

El proceso que se llevó a cabo para esta investigación es la deshidratación eléctrica artificial con recirculación de aire caliente; se comenzó consiguiendo la materia prima tal como: papa; se procedió a seleccionarlas y se rectificó que no estuvieran maduras, luego a lavarlas durante un minuto y a desinfectarlas con una solución de agua con 50 ppm cloro por 5 minutos, posteriormente se pesó inicialmente.

Se continuó pelando y troceando la materia prima en pedazos mejor manejables de 0.5 - 1cm de grosor y pesando la cáscara, tomando en consideración la literatura por cada materia prima se realizó un proceso previo a su deshidratación que consiste en escaldar por 3 minutos, por cada litro de agua se coloca 1.5g de ácido cítrico para luego realizar un choque térmico en agua fría y ácido cítrico (por cada litro de agua 3g de ácido cítrico).

Al tener toda la materia prima lavada, desinfectada, cortada, rebanada y con el tratamiento previo se colocó en las bandejas de deshidratación ordenando de mayor a menor según su nivel de humedad por un tiempo de 3h a una temperatura constante de 54°C. Luego se pesó el producto en seco, se realizó una aspersion de condimento que lleva una solución de agua, sal y ácido cítrico, posteriormente se colocó en el deshidratador por 1h para secarlo, se enfrió, por último, se envaso y se almacenó según el peso de la fórmula.

REMOLACHA

El proceso que se llevó a cabo para esta investigación es la deshidratación eléctrica artificial con recirculación de aire caliente; se comenzó consiguiendo la materia prima tal como: remolacha; se procedió a seleccionarlas y se rectificó que no estuvieran maduras, luego a lavarlas durante un minuto y a desinfectarlas con una solución de agua con 50 ppm cloro por 5 minutos, posteriormente se pesó inicialmente.

Se continuó pelando y troceando la materia prima en pedazos mejor manejables de 0.5 - 1cm de grosor y pesando la cáscara, tomando en consideración la literatura por cada materia prima se realizó un proceso previo a su deshidratación que consiste en hervir por 30 minutos para luego realizar un choque térmico en agua fría.

Al tener toda la materia prima lavada, desinfectada, cortada, rebanada y con el tratamiento previo se colocó en las bandejas de deshidratación ordenando de mayor a menor según su nivel de humedad por un tiempo de 3h a una temperatura constante de 71°C. Luego se pesó el producto en seco, se realizó una aspersion de condimento que lleva una solución de agua, sal y ácido cítrico, posteriormente se colocó en el deshidratador por 1h para secarlo, se enfrió, por último, se envaso y se almacenó según el peso de la fórmula.

ZANAHORIA

El proceso que se llevó a cabo para esta investigación es la deshidratación eléctrica artificial con recirculación de aire caliente; se comenzó consiguiendo la materia prima tal como: zanahoria; se procedió a seleccionarlas y se rectificó que no estuvieran maduras, luego a lavarlas durante un minuto y a desinfectarlas con una solución de agua con 50 ppm cloro por 5 minutos, posteriormente se pesó inicialmente.

Se continuó pelando y troceando la materia prima en pedazos mejor manejables de 0.5 - 1cm de grosor y pesando la cáscara, tomando en consideración la literatura por cada materia prima se realizó un proceso previo a su deshidratación que consiste escaldar por 2 minutos luego realizar un choque térmico en agua fría.

Al tener toda la materia prima lavada, desinfectada, cortada, rebanada y con el tratamiento previo se colocó en las bandejas de deshidratación ordenando de mayor a menor según su nivel de humedad por un tiempo de 3h a una temperatura constante de 71°C. Luego se pesó el producto en seco, se realizó una aspersion de condimento que lleva una solución de agua, sal y ácido cítrico, posteriormente se colocó en el deshidratador por 1h para secarlo, se enfrió, por último, se envaso y se almacenó según el peso de la fórmula.

Formulación del Producto

Los porcentajes están dados por el sabor natural de los tubérculos dado que algunos tienen un sabor más fuerte que otros, al mismo tiempo nos guiamos por el peso adecuado según otros snacks similares.

Tabla 19. Formulación 1 (Sin sabor).

Sin sabor	
Ingredientes	%
Camote	15
Yuca	35
Papa	15
Remolacha	15
Zanahoria	20
Total	100
Rendimiento	16.54 %

Los porcentajes van de la mano con el sabor asignado en las especias, este sabor lo escogimos por la elección popular de los snacks tradicionales, al mismo tiempo nos guiamos por el peso adecuado según otros snacks similares.

Tabla 20. Formulación 2 (limón y sal).

Limón y sal	
Ingredientes	%
Camote	10
Yuca	40
Papa	35
Remolacha	5
Zanahoria	5
Sal	3

Ácido cítrico	2
Total	100
Rendimiento	17.66 %

Los porcentajes van de la mano con el sabor asignado en las especias, este sabor lo escogimos por elección popular de los snacks tradicionales, al mismo tiempo nos guiamos por el peso adecuado según otros snacks similares.

Tabla 21. Formulación 3 (Condimento Montreal).

Condimento Montreal	
Ingredientes	%
Camote	10
Yuca	45
Papa	10
Remolacha	12
Zanahoria	20
Condimento Montreal	3
Total	100
Rendimiento	16.90 %

Los porcentajes van de la mano con el sabor asignado en las especias, este sabor lo escogimos por elección popular de los snacks tradicionales, al mismo tiempo nos guiamos por el peso adecuado según otros snacks similares.

Tabla 22. Formulación 4 (Picante).

Picante	
Ingredientes	%
Camote	30
Yuca	40

Papa	20
Remolacha	2
Zanahoria	5
Condimento Tabasco Ahumado	2
Cayeno en polvo	1
Total	100
Rendimiento	19.56 %

Equipos, Insumos y Materiales

Tabla 23. Equipos, insumos y materiales para el proceso.

Cantidad	Materiales / Insumos / Equipo
5	Cuchillos
1	Machete para yuca
2	Peladores
5	Huacales o recipientes
3	Ralladores
2	Tablas para picar
1	Colador
1	Olla
3	Deshidratadores
1	Jabón líquido
1	Esponja de lavado
2	Redecillas

2	Pares de guantes
2	Gabachas
1	Calculadora
2	Balanzas/pesas
2	Bolsas para basura
1	Cuaderno
5	Empaques

Maquinaria

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron equipos, materiales e insumos de uso común y algunos equipos de laboratorio, sin embargo, para la elaboración industrializada del snack deshidratado a base de tubérculos y hortalizas se recomienda el uso de la maquinaria descrita a continuación.

La línea de producción de snacks es automatizada lo que disminuye significativamente la mano de obra, lo cual es fácil de operar y disminuye costos de mano de obra. El equipo está hecho de acero inoxidable, que es fácil de limpiar y cumple con los estándares de inocuidad.

Tabla 24. Cuadro de maquinaria industrial.

Nombres	Características	Datos técnicos	Precio aproximado
<p>Máquina de clasificado y selección</p> 	<p>-Máquina de clasificación</p>	<p>- La capacidad de 8-10 t/h -Dimensión: 7300*1200*1600 mm</p>	<p>\$1.000,00</p>
<p>Máquina de lavado y pelado</p> 	<p>-Equipado con tubería de agua -Equipado con un cepillo de nailon duro -Rodillo abrasivo.</p>	<p>-La capacidad de 500-1000 kg/h -Dimensión: 1950*818*940 mm</p>	<p>\$4.500,00</p>
<p>Báscula (Balanza)</p> 	<p>-Pantalla táctil -Pantalla del botón -Velocidad de la correa -Bascula</p>	<p>-La capacidad de 50 kg</p>	<p>\$4.020,00</p>
<p>Pelador</p> 	<p>-Transmisión parte -Salida de descarga automática -Schneider interruptor -Espiral dispositivo -Bandeja de agua -Cepillo de rodillo</p>	<p>-La capacidad de 2000 kg/h -Tamaño de la máquina: 2700*850*1300 mm</p>	<p>\$8.800,00</p>

<p style="text-align: center;">Cortador</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Rodaja: 2-10 mm -Cortar en cubitos: 2-1 mm -Desgarrar: 8-20 mm 	<ul style="list-style-type: none"> -La capacidad de 300-800kg/h -Dimensión de la máquina: 600*500*900 mm 	\$1.890.00
<p style="text-align: center;">Marmitas de escaldado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Calefacción eléctrica -Temperatura -Grosor de la capa 	<ul style="list-style-type: none"> -La capacidad de 100-300 Kg/h -Dimensión: 3500*1200*2400 mm 	\$4.000,00
<p style="text-align: center;">Deshidratador</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Bomba de calor -Estática de secado -Cambio de dirección regularmente -Temperatura ajustada -Secador de horno 	<ul style="list-style-type: none"> -La capacidad de 600-1000kg/T -Bandeja total: 60 bandejas -Dimensión es de la cámara: 5000*2300*2000 mm 	\$8.999,00
<p style="text-align: center;">Aspersor de condimentos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Descargar -Barril de mezcla -Motor de alimentación -Tolva de alimentación 	<ul style="list-style-type: none"> -La capacidad de 500 kg/h -Dimensión: 4300*600*1500 mm 	\$2.200,00

	<ul style="list-style-type: none"> -Base de tubería -Motor mezclador -Cabina de control 		
<p>Envasadora</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Control PLC con salida biaxial estable -Cajas de circuitos separadas -Doble correa con servomotor -El ajuste de la desviación de la Bolsa -Mecanismo de cierre 	<ul style="list-style-type: none"> -La capacidad de 50 bolsas/min -Dimensión de la máquina: 970*680*1960 mm 	\$14.000,00

Capítulo IV. Resultados de la Investigación

IV.1 Resultados

IV.1.1 Prueba no Paramétrica para Análisis Sensorial

Para el análisis de las características organolépticas se utilizará la prueba de Friedman que es la alternativa no paramétrica para diseño de bloques (jueces) y tratamientos (formulaciones).

Esta prueba se aplicará a continuación a las características organolépticas: sabor, color, apariencia, olor y textura.

La prueba de Friedman es una prueba no paramétrica desarrollada por el economista Milton Friedman, ganador del Premio Nobel de Economía en 1976. Esta prueba puede utilizarse en aquellas situaciones en las que se seleccionan “n” grupo de “k” elementos de forma que los elementos de cada grupo sean lo más parecido posible entre sí, el método consiste en ordenar los datos por filas o bloques, reemplazándolos por su respectivo orden.

Prueba de Friedman para Sabor

Hipótesis

H0: Los promedios de los resultados de la característica sensorial sabor para los cuatro tratamientos son iguales (no existen diferencias significativas en el sabor). $T_0=T_1=T_2=T_3=T_4$

H1: Para algún par de promedio existe una diferencia significativa (si hay diferencia en el sabor de las cuatro formulaciones) $T_i \neq 0$

Nivel de confianza: $1 - \alpha = 95\% = 0.95$

Nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

A continuación, se presenta en la siguiente tabla la calificación dada por los 15 jueces a las 4 formulaciones:

Tabla 25. Calificaciones de los jueces al sabor del snack nutritivo.

Juez	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
1	4	5	6	4
2	5	3	2	6
3	7	8	7	9
4	7	9	2	8
5	7	8	8	7
6	6	8	8	6
7	8	8	9	9
8	3	3	6	8
9	8	7	7	8
10	8	7	9	8
11	9	6	7	9
12	7	7	8	8
13	7	8	6	9
14	6	5	7	8
15	7	9	7	9

A continuación, se ordenan los rangos de las calificaciones dadas por los jueces siendo 1 el menor y 4 el mayor, en casos de empates, se promedian los rangos correspondientes:

Tabla 26. Orden de rangos.

Juez	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
1	1.5	3	4	1.5
2	3	2	1	4
3	1.5	3	1.5	4
4	2	4	1	3
5	1.5	3.5	3.5	1.5

6	1.5	3.5	3.5	1.5
7	1.5	1.5	3.5	3.5
8	1.5	1.5	3	4
9	3.5	1.5	1.5	3.5
10	2.5	1	4	2.5
11	3.5	1	2	3.5
12	1.5	1.5	3.5	3.5
13	2	3	1	4
14	2	1	3	4
15	1.5	3.5	1.5	3.5
Σ	30.5	34.5	37.5	47.5

Formula de Friedman

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k(k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{bk(k+1)^2}{4}}$$

Se determinan los valores de las constantes A y B

1) Determinación de la constante A:

$$A = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{10} [R(X)_{ij}]^2$$

$$\begin{aligned} A = & 1.5^2 + 3^2 + 4^2 + 1.5^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 4^2 + 1.5^2 + 3^2 + 1.5^2 + 4^2 + 2^2 + 4^2 + 1^2 + 3^2 + 1.5^2 + 3.5^2 + 3.5^2 + 1.5^2 \\ & + 1.5^2 + 3.5^2 + 3.5^2 + 1.5^2 + 1.5^2 + 1.5^2 + 3.5^2 + 3.5^2 + 1.5^2 + 1.5^2 + 3^2 + 4^2 + 3.5^2 + 1.5^2 + 1.5^2 + 3.5^2 + 2.5^2 + 1^2 + 4^2 \\ & + 2.5^2 + 3.5^2 + 1^2 + 2^2 + 3.5^2 + 1.5^2 + 1.5^2 + 3.5^2 + 3.5^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 4^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 4^2 + 1.5^2 + 3.5^2 + 1.5^2 + 3.5^2 \\ = & 441.5 \end{aligned}$$

2) Determinación de B:

$$B = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^3 R_i^2$$

$$\begin{aligned} B &= \left(\frac{1}{15}\right) (30.5^2 + 34.5^2 + 37.5^2 + 47.5^2) = \\ &= (0.067)(930.25 + 1190.25 + 1406.25 + 2256.25) = 385.533 \\ B &= 385.533 \end{aligned}$$

Sustituyendo los valores en el estadístico de Friedman se tiene:

$$A = 441.5; B = 385.533; b = 15; k = 4$$

$$T = \frac{(k-1) \left[bB - \frac{b^2 k (k+1)^2}{4} \right]}{A - \frac{bk(k+1)^2}{4}} = \frac{(4-1) \left[(15)(385.533) - \frac{(15^2)(4)(4+1)^2}{4} \right]}{441.5 - \frac{(15)(4)(4+1)^2}{4}} = 7.1276$$

Valor crítico del estadístico:

$$\alpha = 5\%; \gamma = k-1 = 4-1 = 3$$

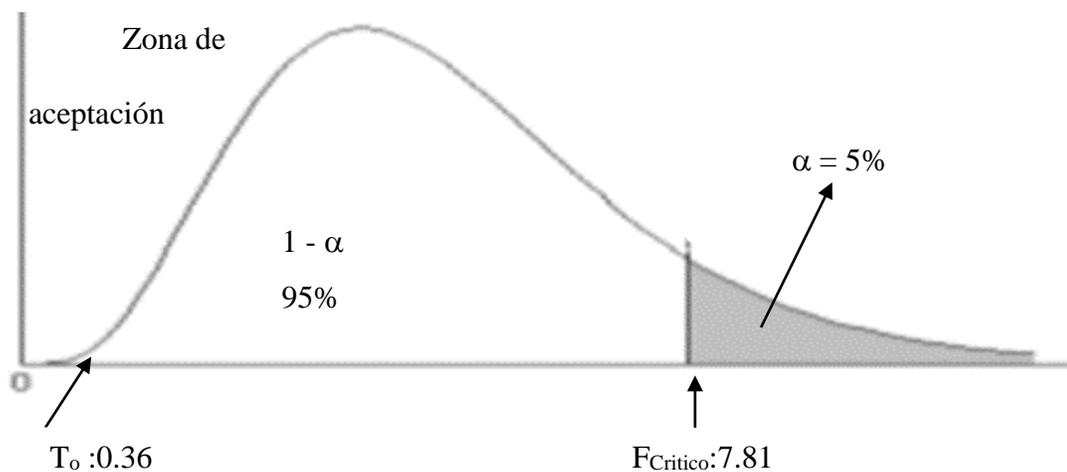
De tablas aparece lo siguiente: $\chi^2_{0.05, 3} = 7.81$

Figura 14. Distribución χ^2

α V	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.75	0.5	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	π ϕ
1	3.93E-05	1.57E-04	9.82E-04	3.93E-03	1.58E-02	0.102	0.455	1.323	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	1
2	1.00E-02	2.01E-02	5.06E-02	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60	2
3	7.17E-02	0.115	0.216	0.352	0.584	1.213	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84	3
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.923	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86	4
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75	5
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55	6
7	0.989	1.239	1.690	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.3	7
8	1.344	1.647	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.53	20.1	22.0	8
9	1.735	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.7	23.6	9
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.5	23.2	25.2	10
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.9	24.7	26.8	11
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.0	23.3	26.2	28.3	12
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.4	24.7	27.7	29.8	13
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	14
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	15
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	16
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	17
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	18
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	14.56	18.34	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	19
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	15.45	19.34	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	20
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	16.34	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	21
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	17.24	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	22
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	18.14	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	23
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	19.04	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	24
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	19.94	24.3	29.3	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	25
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	26
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	27
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	28
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	29
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	30
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	40
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.3	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	50
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.4	92.0	60
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100.4	104.2	70
80	51.2	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	101.9	106.6	112.3	116.3	80
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	80.6	89.3	98.6	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3	90
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109.1	118.5	124.3	129.6	135.8	140.2	100
Z_{α}	-2.58	-2.33	-1.96	-1.64	-1.28	-0.674	0.000	0.674	1.282	1.645	1.96	2.33	2.58	Z_{α}

Decisión:

Figura 15. Puntos de porcentaje de la distribución χ^2



Como $T_0 = 0.36 < F_{\text{crítico}} = 7.81$

Implica la aceptación de H_0 , Es decir no hay diferencia significativa de la característica sabor para las 4 formulaciones.

- Usando el software SPSS versión 22

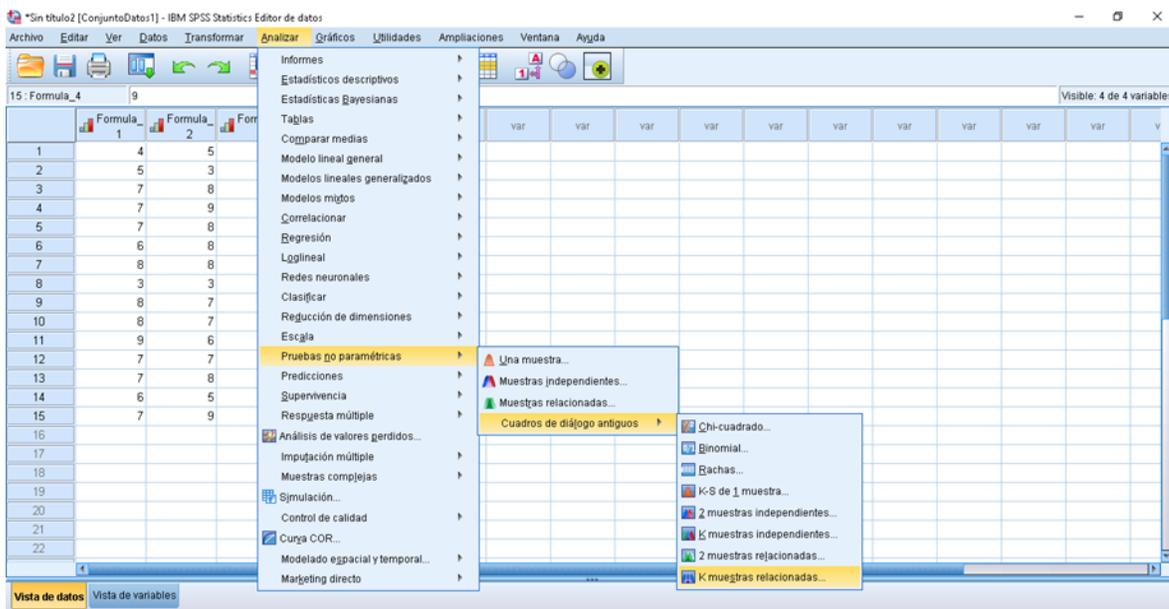
Los resultados anteriores se pueden obtener utilizando el software SPSS versión 22, para ello se debe crear la base de datos, la cual genera la vista de datos y vista de variables mostradas a continuación:

Figura 16. Base de Datos.

	Formula_1	Formula_2	Formula_3	Formula_4	var												
1	4	5	6	4													
2	5	3	2	6													
3	7	8	7	9													
4	7	9	2	8													
5	7	8	8	7													
6	6	8	8	6													
7	8	8	9	9													
8	3	3	6	8													
9	8	7	7	8													
10	8	7	9	8													
11	9	6	7	9													
12	7	7	8	8													
13	7	8	6	9													
14	6	5	7	8													
15	7	9	7	9													
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	

La prueba de Friedman en el software estadístico SPSS se encuentra en el menú Analizar/ Pruebas no paramétricas/ Cuadro de diálogo antiguos/ K muestras relacionadas.

Figura 17. Vista de variables.



Se seleccionan las cuatro mediciones, en el caso de la investigación serían los cuatro Grupos A, B, C y D se asegura que este seleccionada la casilla de la prueba de Friedman.

Figura 18. Rangos de las medias de cada Grupo.

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Editor de datos interface. The main window displays a data table with 22 rows and 17 columns. The first four columns are labeled 'Formula_1', 'Formula_2', 'Formula_3', and 'Formula_4'. The data values are as follows:

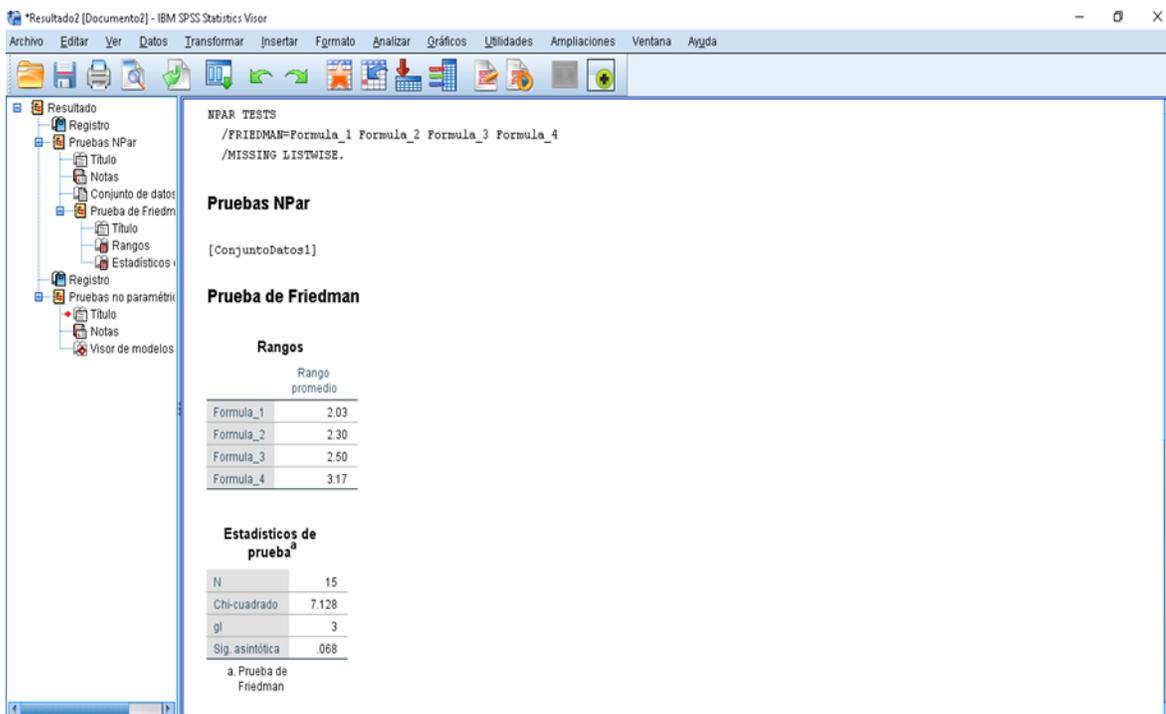
	Formula_1	Formula_2	Formula_3	Formula_4	var											
1	4	5	6	4												
2	5	3	2	6												
3	7	8	7	9												
4	7	9	2	8												
5	7	8	8	7												
6	6	8	8	6												
7	8	8	9	9												
8	3	3	6	8												
9	8	7	7	8												
10	8	7	9	8												
11	9	6	7	9												
12	7	7	8	8												
13	7	8	6	9												
14	6	5	7	8												
15	7	9	7	9												
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																

The dialog box 'Pruebas para varias muestras relacionadas' is open, showing 'Formulas_1' and 'Formulas_2' in the 'Variables de prueba' list. The 'Tipo de prueba' section has 'Friedman' selected. The dialog box also includes buttons for 'Aceptar', 'Pegar', 'Restablecer', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

En el primer cuadro se muestran los rangos de las medias de cada Grupo.

En el segundo cuadro se visualizan el valor de Chi cuadrado, los grados de libertad y el nivel de significancia de la prueba.

Figura 19. Valor de Chi cuadrado, grados de libertad y nivel de significancia de la prueba.



Resultados SPSS

Figura 20. Rangos y prueba de Freidman para sabor.

Rangos

	Rango promedio
Formula_1	2.03
Formula_2	2.30
Formula_3	2.50
Formula_4	3.17

Estadísticos de prueba^a

N	15
→ Chi-cuadrado	7.128
gl	3
Sig. asintótica	.068

a. Prueba de Friedman

Figura 21. Resultados de prueba no paramétrica para sabor.

➔ **Pruebas no paramétricas**

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Formula_1, Formula_2, Formula_3 and Formula_4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	.068	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.

Nótese que el valor del Chi-cuadrado Observado o de prueba es el mismo que el obtenido en el cálculo manual $T0 = 7.128$.

Conclusión:

La hipótesis nula “No existen diferencias en el Sabor de las cuatro formulaciones” se conserva ya que el valor de chi – cuadrado ($T0 = 7.128$), presenta un valor p de prueba $p = 0.068$, que es mayor que el valor de significancia del 0.05 Se Acepta $H0$.

Sin embargo, al observar los rangos promedios se tiene que la prueba del Grupo D (Formulación 4) fue la de mayor valor de aceptación, por lo tanto, se decidió que esta formulación es la que se llevará a las pruebas bromatológicas.

NOTA: Las demás características organolépticas: Apariencia, Olor, Color y Textura y Sabor se analizarán directamente usando el Software SPSS versión 22.

Prueba de Friedman para Apariencia

Hipótesis

H0: Los promedios de los resultados de la característica sensorial color para los cuatro tratamientos son iguales (no existen diferencias significativas en la apariencia).

$$T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4.$$

H1: Para algún par de promedio existe una diferencia significativa (si hay diferencia en el sabor de las cuatro formulaciones) $T_i \neq 0$

Nivel de confianza: $1 - \alpha = 95\% = 0.95$

Nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

Tabla 27. Calificaciones de los jueces a la apariencia.

Juez	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
1	4	4	6	4
2	8	8	7	7
3	7	8	8	8
4	5	7	7	7
5	3	7	6	8
6	7	7	8	8
7	8	8	9	9
8	7	9	7	8
9	8	8	9	7
10	7	8	8	8
11	7	8	8	7
12	8	9	9	9
13	9	9	9	9
14	9	9	8	8
15	7	9	7	8

Resultados SPSS

Figura 22. Rango y prueba de Friedman para apariencia.

Rangos	
	Rango promedio
Formula_1	1.77
Formula_2	2.90
Formula_4	2.60
Formula_3	2.73

Estadísticos de prueba ^a	
N	15
Chi-cuadrado	9.617
gl	3
Sig. asintótica	.022

a. Prueba de Friedman

Figura 23. Resultados de prueba no paramétrica para apariencia.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Formula_1, Formula_2, Formula_3 and Formula_4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	.022	Rechazar la hipótesis nula.

Nota: Como el valor p de la prueba $p = 0.022 < \alpha = 0.05$, Se rechazará H_0 y sí hay diferencias significativas en por lo menos algún par de tratamientos, por lo que se hace necesario obtener las Comparaciones Múltiples de medias por pares de formulaciones, obteniendo el siguiente resultado:

Figura 24. Comparaciones por parejas para apariencia.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Formula_1-Formula_4	-.833	.471	-1.768	.077	.463
Formula_1-Formula_3	-.967	.471	-2.051	.040	.242
Formula_1-Formula_2	-1.133	.471	-2.404	.016	.097
Formula_4-Formula_3	.133	.471	.283	.777	1.000
Formula_4-Formula_2	.300	.471	.636	.525	1.000
Formula_3-Formula_2	.167	.471	.354	.724	1.000

Conclusión:

La hipótesis alternativa “existen diferencias significativas en el la Apariencia de alguna de las cuatro formulaciones” se conserva y la hipótesis nula “No existen diferencias en la apariencia de las cuatro formulaciones "se rechaza; además según la Tabla de las Comparaciones por parejas para Apariencia, la formulación 1 difiere significativamente de la 2 y 3, entonces la Mejor Fórmula en Apariencia es la Fórmula 2(la de mayor valor).

Prueba de Friedman para a el Olor**Hipótesis**

H0: Los promedios de los resultados de la característica sensorial apariencia para los cuatro tratamientos son iguales (no existen diferencias significativas en el olor).

$$T_0=T_1=T_2=T_3=T_4.$$

H1: Para algún par de promedio existe una diferencia significativa (si hay diferencia en el sabor de las cuatro formulaciones) $T_i \neq 0$

Nivel de confianza: $1 - \alpha = 95\% = 0.95$

Nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

Tabla 28. Calificaciones de los jueces a el olor.

Juez	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
1	5	6	7	6
2	7	7	6	6
3	5	7	5	6
4	6	9	7	7
5	5	8	6	8
6	7	9	9	7
7	8	8	9	9
8	6	8	8	6
9	7	9	9	6
10	5	6	7	6
11	6	7	8	8
12	6	8	9	9
13	9	9	8	9
14	7	6	8	7
15	6	8	6	9

Resultados SPSS

Figura 25. Rangos y prueba de Friedman para olor.

Rangos	
	Rango promedio
Formula_1	1.63
Formula_2	2.87
Formula_4	2.63
Formula_3	2.87

Estadísticos de prueba ^a	
N	15
Chi-cuadrado	10.945
gl	3
Sig. asintótica	.012

a. Prueba de Friedman

Figura 26. Resultados de prueba no paramétrica para olor.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Formula_1, Formula_2, Formula_3 and Formula_4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	.012	Rechazar la hipótesis nula.

Nota: Como el valor p de la prueba $p = 0.012 < \alpha = 0.05$, Se rechazará H_0 y sí hay diferencias significativas en por lo menos algún par de tratamientos, por lo que se hace necesario obtener las Comparaciones Múltiples de medias por pares de formulaciones, obteniendo el siguiente resultado.

Figura 27. Comparaciones por parejas para olor.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Formula_1-Formula_4	-1.000	.471	-2.121	.034	.203
Formula_1-Formula_2	-1.233	.471	-2.616	.009	.053
Formula_1-Formula_3	-1.233	.471	-2.616	.009	.053
Formula_4-Formula_2	.233	.471	.495	.621	1.000
Formula_4-Formula_3	.233	.471	.495	.621	1.000
Formula_2-Formula_3	.000	.471	.000	1.000	1.000

Conclusión:

La hipótesis alternativa “existen diferencias significativas apariencia de alguna de las cuatro formulaciones” se conserva y la hipótesis nula “No existen diferencias en la apariencia de las cuatro formulaciones "se rechaza, además según la Tabla de las comparaciones por parejas para Apariencia, la Formulación 1 es la que difiere con respecto a las otras formulaciones; siendo las Formulaciones 2 y 3 las de Mayor aceptación.

Prueba de Friedman para Color**Hipótesis**

H0: Los promedios de los resultados de la característica sensorial olor para los cuatro tratamientos son iguales (no existen diferencias significativas en el color). $T_0=T_1=T_2=T_3=T_4$.

H1: Para algún par de promedio existe una diferencia significativa (si hay diferencia en el sabor de las cuatro formulaciones) $T_i \neq 0$

Nivel de confianza: $1 - \alpha = 95\% = 0.95$

Nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

Tabla 29. Calificaciones de los jueces al olor.

Juez	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
1	6	5	6	5
2	8	6	7	7
3	9	8	5	6
4	5	8	7	7
5	4	7	4	6
6	7	8	8	7
7	9	8	9	9
8	7	7	6	6
9	8	8	8	8
10	8	8	8	8
11	7	8	7	7
12	8	8	9	9
13	9	9	9	9
14	8	8	8	8
15	9	9	8	8

Resultados SPSS

Figura 28. Rangos y prueba de Friedman para color.

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Formula_1	2.60
Formula_2	2.70
Formula_4	2.30
Formula_3	2.40

Estadísticos de prueba^a

N	15
Chi-cuadrado	1.517
gl	3
Sig. asintótica	.678

a. Prueba de Friedman

Figura 29. Resultados de prueba no paramétrica para color.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Formulacion_1, Formulacion_2, Formulacion_3 and Formulacion_4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	.678	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.

Conclusión:

La hipótesis nula “No existen diferencias en el Color de las cuatro formulaciones” se conserva, ya que el valor p de la prueba $p = 0.678 > \alpha = 0.05$, Se aceptará H_0 y no hay diferencias significativas entre las Formulaciones; siendo sin embargo la Formulación 2 la Mejor evaluada.

Prueba de Friedman para Textura

Hipótesis

H_0 : Los promedios de los resultados de la característica sensorial textura para los cuatro tratamientos son iguales (no existen diferencias significativas en la textura). $T_0=T_1=T_2=T_3=T_4$

H_1 : Para algún par de promedio existe una diferencia significativa (si hay diferencia en el sabor de las cuatro formulaciones) $T_i \neq 0$

Nivel de confianza: $1 - \alpha = 95\% = 0.95$

Nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

Tabla 30. Calificaciones de los jueces a la textura.

Juez	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
1	5	4	7	5
2	6	6	5	6
3	6	7	5	6
4	8	9	5	9
5	6	7	7	7
6	7	8	7	7
7	7	8	8	9
8	9	6	5	6
9	6	8	9	7
10	4	7	8	7
11	8	8	9	6

12	9	9	8	9
13	3	7	8	8
14	4	6	5	4
15	8	8	6	9

Resultados SPSS

Figura 30. Comparaciones por parejas para textura.

Rangos

	Rango promedio
Formula_1	2.03
Formula_2	2.87
Formula_4	2.70
Formula_3	2.40

Estadísticos de prueba^a

N	15
Chi-cuadrado	4.379
gl	3
Sig. asintótica	.223

a. Prueba de Friedman

Figura 31. Rangos y prueba de Friedman para textura.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de Formulación_1, Formulación_2, Formulación_3 and Formulación_4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	.223	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05.

Conclusión:

La hipótesis nula “No existen diferencias en la textura de las cuatro formulaciones” se conserva, ya que el valor p de la prueba $p = 0.223 > \alpha = 0.05$, Se aceptará H_0 y no hay diferencias significativas entre las Formulaciones; siendo sin embargo la Formulación 2 la Mejor Evaluada.

Discusión de resultados

1. Sabor: La hipótesis nula H_0 : “No existen diferencias en el Sabor de las cuatro formulaciones”, Se Acepta; sin embargo, la Formulación 4 fue la Mejor evaluada en Sabor, siendo esta la Formulación que se llevó a las pruebas bromatológicas.

2. Apariencia: La hipótesis Nula H_0 : “No existen diferencias significativas en el la Apariencia de las cuatro formulaciones” Se Rechaza y Si hay diferencias significativas en por lo menos algún par de tratamientos; al realizar las comparaciones por parejas para Apariencia, la formulación 1 difiere significativamente de la 2 y 3, siendo la Mejor evaluada la Formulación 2.

3. Olor: La hipótesis Nula H_0 : “No existen diferencias significativas apariencia de alguna de las cuatro formulaciones” Se Rechaza y Si hay diferencias significativas en algún par de tratamientos; al realizar las comparaciones por parejas para Apariencia, la

Formulación 1 es la que difiere con respecto a las otras formulaciones; siendo las Formulaciones 2 y 3 las de Mejor evaluadas.

4. Color: La hipótesis nula H0: “No existen diferencias en el Color de las cuatro formulaciones” Se Acepta; siendo sin embargo la Formulación 2 la Mejor evaluada.

5. Textura: La hipótesis nula H0: “No existen diferencias significativas en la textura de las cuatro formulaciones” Se Acepta; siendo sin embargo la Formulación 2 la Mejor evaluada.

Resultado de Análisis Bromatológico

Figura 32. Resultado de análisis bromatológico.

ANÁLISIS					
DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia	
C003 Proteína	3.18	g/100 g muestra	Kjeldahl Modificado	AOAC, 16 Ed. 1995	
C004 Grasa muestra húmeda	0.42	g/100g muestra	Soxhlet	AOAC Int, 16 Ed. 1995	
C005 Fibra cruda	1.08	g/100 g muestra	Gravimétrico	AOAC, 16 Ed. 1995	
C006 Ceniza	4.09	%	Gravimétrico	AOAC, 16 Ed. 1995	
C019 Carbohidratos	87.38	%	Cálculo por diferencia	Menchú, MT INCAP 2006	
C046 Humedad	4.93	%	Analizador Halógeno HR73	Mettler Toledo, 02/2001	

Luego de determinar la fórmula con más aceptación se realizó un análisis bromatológico que muestra la composición nutricional del snack, al analizar los resultados y basándose en las recomendaciones por la FAO/OMS para el consumo de macronutrientes y micronutrientes, se determinó que el producto final cumple con el propósito de ser consumido como un complemento y que aporta nutrientes que otros snacks no poseen.

Conclusiones

- La técnica de deshidratación fue un éxito en la elaboración del snack, ya que cumplió con los procedimientos esperados en el alimento, y, así se obtuvo un producto más saludable y natural.
- Se logró desarrollar con ayuda de un deshidratador El Flujoograma de Proceso práctico para obtener un producto final con las características olor, color, sabor, textura y apariencia adecuada a los parámetros establecidos.
- El análisis sensorial realizado de las 4 formulaciones producidas reveló que la más aceptada por los jueces fue la Formulación 2, en 4 de las 5 características organolépticas siendo su sabor de limón y sal.
- En el análisis bromatológico realizado en FUSADES a la Formulación 2 (Limón y Sal) demostró que el nivel de grasa en muestra húmeda es de 0.42 gr por 100 g de muestra esto nos indica que el porcentaje de grasa en nuestra porción del snack es significativamente menor que los escenarios tradicionales y convencionales.
- Se demostró también en el análisis bromatológico realizado en FUSADES que el nivel de proteína y de fibra dietética en una muestra de 100 g es significativamente mayor que un snack tradicional lo que nos indica que aporta más macronutrientes y micronutrientes que los snacks tradicionales comerciales.

Recomendaciones

- En la deshidratación al momento de rebanar y cortar los tubérculos procurar tener el diámetro y el grosor correcto para que el producto final sea adecuado, ya que esto favorece a la deshidratación.
- Al momento de ingresar las materias primas en el deshidratador colocar los condimentos antes de deshidratar para así tener una mejor absorción de sus sabores y olores en el producto final, ya que si se agrega después no logra absorber el 100% del sabor del ingrediente o del condimento que se le agregue.

Bibliografía

- AXTELL, Barrie. y ADAMS, Linda. 1998. *Procesamiento de tubérculos*. [en línea]. Intermediate Technology Development Group. Lima: s.n. [Consulta: 17 septiembre 2021]. ISBN 9972-47-038-5. Disponible en: <http://funsepa.net/soluciones/pubs/NjY=.pdf>.
- BEJO, 2018. Manolo F1. *Bejo Guatemala*. [en línea]. [Consulta: 20 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.bejogt.com/remolacha/manolo-f1-conventional>.
- BRENES, Laura., GAMBOA, Marianella y SEGREDÁ, Ana. 2018. *Deshidratación de tomate (Solanum Lycopersicum): revisión de elementos técnicos y proceso*. [en línea]. Cartago: s.n. [Consulta: 18 septiembre 2021]. ISBN 978-9930-541-21-2. Disponible en: https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/manual_para_deshidratacion_de_tomate_tec-inta-fittacori-ilovepdf-compressed.pdf.
- CAMPOS, José., RODRIGUEZ, Hugo y SALINAS, Ricardo., 2005. *Caracterización y evaluación de la sostenibilidad de la producción orgánica de acopo de R.L. en Los Planes, Chalatenango*. [en línea]. [Tesis de Ingeniería Agronómica]. San Salvador: Universidad de El Salvador. [Consulta: 24 septiembre 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1557/1/13100346.pdf>.
- CENTA, 2018. Yuca CENTA Quezaltepeque. [en línea]. Informe Científico. San Andrés: CENTA. [Consulta: 19 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.centa.gob.sv/2021/wp-content/plugins/download-manager/viewer/viewer.php?dl=https://www.centa.gob.sv/2021/wp-content/uploads/download-manager-files/Guia%20Centa_yuca.pdf.
- CENTA, 2019. Camote Biofortificado CENTA-San Pedro. [en línea]. Boletín informativo. Ciudad Arce: CENTA. [Consulta: 19 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.centa.gob.sv/2021/wp-content/plugins/download-manager/viewer/viewer.php?dl=https://www.centa.gob.sv/2021/wp-content/uploads/download-manager-files/Boletin%20Centa_camote%20san%20pedro%20.pdf.
- FAO-WHO, 1969. Principios generales de higiene de los alimentos cxc 1-1969. En: *Codex Alimentarius*. [en línea]. 1969. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf. Nota: Revisados en 1997, 2013, 2020. Correcciones editoriales en 2011.
- FAO-WHO, 1971. Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas deshidratadas incluidos los hongos comestibles (CAC/RCP 5-1971). En: *Codex Alimentarius*. [en línea]. 1971. S.l.: s.n. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en:

https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B5-1971%252FCXP_005s.pdf.

FAO-WHO, 2003a. Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas (CXC 53-2003). En: *Codex Alimentarius*. [en línea]. 2003. S.l.: s.n. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B53-2003%252FCXC_053s.pdf. Nota: Revisado en 2010 (nuevo Anexo III para las hortalizas de hoja verde frescas), 2012 (nuevo Anexo IV para los melones), 2013 (nuevo Anexo para las bayas), 2017.

FAO-WHO, 2003b. Norma para la yuca (Mandioca) dulce (CODEX STAN 238-2003). En: *Codex Alimentarius*. [en línea]. 2003. S.l.: s.n. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B238-2003%252FCXS_238s.pdf.

FAO-WHO, 2015. Código de prácticas de higiene para alimentos con bajo contenido de humedad (CXC 75-2015). En: *Codex Alimentarius*. [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B75-2015%252FCXC_075s.pdf. Nota: Revisado en 2016. Enmendado en 2018.

FAO-WHO, 2020. Norma para la patata (papa) de consumo. En: *Codex Alimentarius*. [en línea]. 2020. S.l.: s.n. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B339-2020%252FCXS_339s.pdf.

FAO-WHO, sin fecha. Acerca del Codex. En: *Codex Alimentarius*. [en línea]. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/es/>.

CONABIO, [sin fecha]. *Solanum tuberosum*. [en línea]. Informe Científico. S.l.: CONAIBO. [Consulta: 20 septiembre 2021]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/biosecuridad/pdf/20914_sg7.pdf.

CRUZ, Mario., GARCÍA, Carlos y GARCÍA, Ricardo. 2016. *Desarrollo y formulación de un snack nutritivo libre de gluten*. [en línea]. [Tesis de Ingeniería en Alimentos]. San Salvador: Universidad de El Salvador. [Consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9583/1/Desarrollo%20y%20formulaci%C3%B3n%20de%20un%20snack%20nutritivo%20libre%20de%20gluten.pdf>.

Daucus carota. En: Page Versión ID: 139794356, Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea], 2021. [Consulta: 20 septiembre 2021]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Daucus_carota&oldid=139794356.

DE MICHELIS, Antonio y OHACO, Elizabeth. 2015. *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala*. [en línea]. S.l.: INTA Ediciones. [Consulta: 15 septiembre 2021]. ISBN 1667-4014. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf.

DUEÑAS, Joana., sin fecha. Deshidratación. La forma más antigua y sana de conservar alimentos. *Infoalimentacion.com* [en línea]. [Consulta: 13 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.infoalimentacion.com/documentos/deshidratacion_la_forma_mas_antigua_sana_de_conservar_alimentos.htm.

FAO, 2011. *Producción de Hortalizas* [en línea]. PROYECTO: Ayuda Humanitaria de Asistencia y Recuperación para Comunidades Afectadas por la Sequía en el Chaco. Bolivia: FAO [Consulta: 13 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/as972s/as972s.pdf>

FAO, C., 2021. *Frutas y hortalizas: Oportunidades y desafíos para la agricultura sostenible a pequeña escala* [en línea]. Roma, Italia: FAO, CIRAD. [Consulta: 18 septiembre 2021]. ISBN 978-92-5-134891-8. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CB4173ES/>.

FITO MAUPOEY, Pedro., ANDRÉS GRAU, Ana María., BARAT BAVIERA, José Manuel y ALBORS SORALLA, Ana María. 2020. *Capítulo 1. Deshidratación de alimentos: Generalidades. Introducción al secado de alimentos por aire caliente* [en línea]. S.l.: Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 5-16. [Consulta: 13 septiembre 2021]. ISBN 978-84-9048-896-6. Disponible en: https://www.lalibreria.upv.es/portalEd/UpvGESTore/products/p_6610-1-1.

GUALLICHICO, José. 2018. *Beneficios del camote Juan Guallichico*. [en línea]. S.l. [Consulta: 30 junio 2022]. Disponible en: <https://pt.slideshare.net/JuanGuallichicoCaden/beneficios-del-camote-juan-guallichico>.

HENDLEY, Alice. 2016. *Drying Foods*. [en línea]. Guía informativa. Las Cruces: New México State University. [Consulta: 15 septiembre 2021]. E-322. Disponible en: https://aces.nmsu.edu/pubs/_e/E322.pdf.

SILVA, Veymar Maecelo. 2017. *El Cultivo de las Hortalizas* [en línea]. 2017. S.l.: s.n. [Consulta: 18 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf.

VALDÉS MARÍN, Patricio. 2008. *Manual de deshidratación I: Frutas y hortalizas. Manual de deshidratación I*. [Publicación en blog]. [Consulta: 15 septiembre 2021].

Disponible en: <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.html>.

FUENTES MAZARIEGOS, Luis Fernando. 2017. *Facultad de ciencias ambientales y agrícolas licenciatura en ciencias agrícolas con énfasis en cultivos tropicales*. [en línea]. [Tesis de grado]. Coatepeque: Universidad Rafael Landívar. [Consulta: 19 septiembre 2021]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/17/Fuentes-Luis.pdf>.

MENCHÚ, María Teresa y MÉNDEZ, Humberto. 2012. *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica* [en línea]. 2ed, Guatemala: INCAP. [Consulta: 25 septiembre 2021]. ISBN 99922-880-2-7. Disponible en: <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/tablacalimentos.pdf>.

MERCER, Donald G. 2014. *An Introduction to the Dehydration and Drying of Fruits and Vegetables* [en línea]. Ontario: s.n. [Consulta: 13 septiembre 2021]. ISBN 978-0-88955-621-8. Disponible en: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/sites/default/files/Drying-Part%201.pdf>.

MIRA, Beatriz., sin fecha. *Deshidratados y Germinados. Para cuidar su salud y peso* [en línea]. sin fecha. S.l.: Umbral Comunicación Participativa AC. [Consulta: 13 septiembre 2021]. Disponible en: <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Alimentaci%C3%B3n%20y%20Nutrici%C3%B3n/Deshidratados%20y%20Germinados.pdf>.

PROCHILE, 2011. *Estudio de Mercado Snacks de Fruta Deshidratada EE.UU.* [en línea]. Informe Comercial. Chile: Ministerio de Relaciones Exteriores. [Consulta: 15 septiembre 2021]. Disponible en: https://acceso.prochile.cl/wp-content/files_mf/documento_08_12_11174052.pdf.

REMOLACHA (*Beta vulgaris*). Sin fecha. *NaturaLista Colombia*. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 20 septiembre 2021]. Disponible en: <https://colombia.inaturalist.org/taxa/54498-Beta-vulgaris>.

ROMÁN, Miguel y HURTADO, Guillermo. 2002. *Cultivo de la papa*. [en línea]. Informe Científico. Ciudad Arce: CENTA. [Consulta: 20 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.centa.gob.sv/2021/wp-content/plugins/download-manager/viewer/viewer.php?dl=https://www.centa.gob.sv/2021/wp-content/uploads/download-manager-files/Guia%20Centa_papa.pdf.

ROMERO, Indira., DÍAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Junio 2016. *Fortalecimiento de la Cadena de Valor de los Snacks Nutritivos con Base en Fruta Deshidratada en El Salvador* [en línea]. Ciudad de México: CEPAL, Naciones Unidas. [Consulta: 15 septiembre 2021]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/S1600668_es.pdf.

SALAZAR, Laura. 2018. *Desarrollo de un snack saludable para la población senior joven*. [en línea]. [Tesis de maestría en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos]. Palencia: Universidad de Valladolid. [Consulta: 15 septiembre 2021]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38197/TFM-L480.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SEIDEL, Karl. 2020. The Evolution of the Snack Foods Industry. *Cablevey® Conveyors* [en línea]. [Consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: <https://cablevey.com/the-evolution-of-the-snack-foods-industry/>.

SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 2015. Productos deshidratados. zanahoria, zapallo, uvilla. Requisitos. En: *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2996 2015-XX*. [en línea]. Quito, Ecuador: s.n. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2996.pdf.

SEVERINI, Carla., BAIANO, Antonietta., DE PILLI, Teresa., CARBONE, Bárbara y DEROSI, A., 2005. Combined treatments of blanching and dehydration: study on potato cubes. *Journal of Food Engineering*, 68(3), pp. 289-296. ISSN 0260-8774. DOI 10.1016/2004.05.045.

Taxonomia [en línea], [Sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 30 junio 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/botanica-sistemica-i/taxonomia/3446754>.

VEGA-MERCADO, Humberto., GO, Marcela. y BARBOSA-C, Gustavo, 2001. Advances in dehydration of foods. *Journal of Food Engineering*, vol. 49, pp. 271-289. DOI S0260-8774(00)00224-7.

Glosario

1. Glutamato monosódico: es la sal de sodio del ácido glutámico, un aminoácido que se encuentra de forma natural en la mayoría de los alimentos.
2. Sabor umami: armoniza y realza los sabores de los alimentos. El 5to sabor básico (Dulces, salado, ácido, amargo y umami) viene de dos vocablos japoneses: umai que significa sabroso o delicioso y Mi que significa sabor.
3. Actividad enzimática: Es el número de moles de sustrato que reaccionan para formar producto, por mol de enzima y por unidad de tiempo. Esto supone que a enzima está plenamente saturada con sustrato y por tanto que la reacción se efectúa con su máxima rapidez.
4. Humedad relativa: es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.
5. Cutícula cerosa: cutícula de las plantas terrestres es una capa cerosa externa a la planta que la protege de la desecación a la que es expuesta en la atmósfera terrestre, además de proveer una barrera para la entrada de bacterias y hongos.
6. Test de Friedman: es la alternativa no paramétrica a la prueba ANOVA de una vía cuando los datos son dependientes (pareados).
7. Escala hedónica: consiste en una lista ordenada de posibles respuestas correspondientes a distintos grados de satisfacción equilibradas alrededor de un punto neutro.
8. Bromatológico: se llama bromatología a la disciplina científica dedicada al análisis de los alimentos. Es una especialidad que analiza en profundidad las sustancias que ingiere en ser humano para sobrevivir.
9. Edáfico: Pertenece o relativo al suelo; resultante de o influido por factores del suelo o de otros sustratos en lugar de por factores climáticos. Una necesidad edáfica del cultivo en lo que respecta a un estado o serie de estados del entorno del suelo.

10. Tratamiento previo: Los procesos físicos, térmicos, químicos o biológicos, incluida la clasificación, que cambian las características de los residuos para reducir su volumen o su peligrosidad, facilitar su manipulación o incrementar su valorización.

Anexos

Encuestas

Figura 33. Encuestas en Google Forms.



Galería Fotografía del Procesamiento

Figura 34. Materia prima.



Figura 35. Pelado de tubérculo y hortaliza.



Figura 36. Condimento utilizado en el proceso.



Figura 37. Producto terminado.



Galería Fotografía del Análisis Sensorial.

Figura 38. Muestra.



Figura 40. Análisis Sensorial muestra 3.



Figura 39. Análisis Sensorial.



Figura 41. Investigadores.



Figura 42. Panel de jueces.



Resultado de Análisis Bromatológico

Figura 43. Resultado de Análisis Bromatológico.

ANÁLISIS					
DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia	
C003 Proteína	3.18	g/100 g muestra	Kjeldahl Modificado	AOAC, 16 Ed. 1995	
C004 Grasa muestra húmeda	0.42	g/100g muestra	Soxhlet	AOAC Int, 16 Ed. 1995	
C005 Fibra cruda	1.08	g/100 g muestra	Gravimétrico	AOAC, 16 Ed. 1995	
C006 Ceniza	4.09	%	Gravimétrico	AOAC, 16 Ed. 1995	
C019 Carbohidratos	87.38	%	Cálculo por diferencia	Menchú, MT INCAP 2006	
C046 Humedad	4.93	%	Analizador Halógeno HR73	Mettler Toledo, 02/2001	