

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

TEMA: “Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno”

Trabajo de Integración Curricular previa la obtención del
Título de Ingeniería en Alimentos.

AUTORAS: Narváez Enríquez María José

Salazar Rosero Karol Lizbeth

TUTORA: Ing. Chamorro Hernández Liliana Margoth MSc.

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Narváez Enríquez María José con el número de cédula 0402087431 ha elaborado el trabajo de titulación: “Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación responsabilidad.



f.....

Ing. Chamorro Hernández Liliana Margoth MSc.

TUTOR

Tulcán, marzo 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Salazar Rosero Karol Lizbeth con el número de cédula 0401739420 ha elaborado el trabajo de titulación: “Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



f.....

Ing. Chamorro Hernández Liliana Margoth MSc.

TUTOR

Tulcán, marzo 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Narváez Enríquez María José con cédula de identidad número 0402087431 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Narváez Enríquez María José

AUTORA

Tulcán, marzo de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Salazar Rosero Karol Lizbeth con cédula de identidad número 0401739420 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a hand-drawn oval. The signature reads "Karol L" on the top line and "S" on the bottom line.

f.....

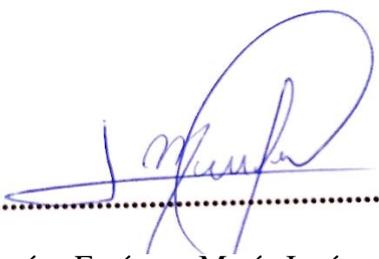
Salazar Rosero Karol Lizbeth

AUTORA

Tulcán, marzo de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Narváez Enríquez María José declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Narváez Enríquez María José

AUTORA

Tulcán, marzo de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Salazar Rosero Karol Lizbeth declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a hand-drawn oval. The signature reads "Karol L" on the top line and "S" on the bottom line.

f.....

Salazar Rosero Karol Lizbeth

AUTORA

Tulcán, marzo de 2022

AGRADECIMIENTO

Primero y, antes que nada, dar gracias a Dios, por estar con nosotras en cada paso que damos, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo nuestro periodo de estudio.

Agradecemos infinitamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a la carrera de Alimentos, por su esfuerzo constante, por formar profesionales con valores éticos y morales que aporten con ciencia y servicio para construir un país mejor.

A la MSc. Liliana Chamorro, docente de la carrera de alimentos, quien aparte de encaminarnos en la elaboración del presente trabajo, nos ha brindado su apoyo durante el transcurso de nuestra formación universitaria.

A los miembros del jurado examinador gracias por su tiempo, por su apoyo, por la sabiduría que nos lograron transmitir durante la realización de este trabajo.

Un agradecimiento caluroso y especial al MSc. Miguel Ángel Anchundia, quien nos impartió sus conocimientos y nos incentivó a seguirnos preparando en esta profesión, destacando por encima de todo, su disponibilidad y paciencia que hizo que nuestras discusiones redundaran benéficamente tanto a nivel científico como personal. No cabe duda que su participación ha enriquecido el trabajo realizado y, además, ha significado el surgimiento de una sólida amistad.

A nuestros queridos docentes por sus enseñanzas para nuestro desarrollo profesional y por habernos brindado todos sus conocimientos en especial: MSc. Carlos Paredes, PhD. Francisco Domínguez, MSc. Carlos Rivas, MSc. Ana Rodríguez, MSc. Vanessa Cadena, MSc. Freddy Torres, Dra. Jenny Yambay, MSc. Ana Cerón y PhD. Judith García.

Mil gracias sin su apoyo nada de esto hubiese sido posible.

María José Narváez Enríquez.

Karol Lizbeth Salazar Rosero.

DEDICATORIA

“Dentro de mi recorrido por la vida universitaria, encontré destrezas y habilidades que no hubiesen sido alcanzadas sin las personas que formaron parte de este logro... A Dios, mis padres y hermana Hernán, Ana Julia y Johanna quienes con su amor, paciencia, humildad y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi mejor amiga y compañera de tesis Karol, por su valiosa amistad durante mucho tiempo, por ser una persona comprensiva, respetuosa, paciente y carismática, por extender su mano en momentos difíciles, por todas las experiencias vividas alegrías y tristezas, gracias y por todo el trabajo arduo que realizamos para culminar con éxito este trabajo de investigación. A toda mi familia por su apoyo incondicional en cada momento. De manera especial a mi querida tía Albita porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A Andrés por su amor, cariño y apoyo incondicional, por su comprensión y paciencia absoluta durante todo este proceso, y sobre todo por estar conmigo en todo momento que lo necesite, mil gracias.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis inseparables amigos, Adrián, Cristian, y Anthony por todas las experiencias vividas, por su compañerismo y por la amistad que llegamos a establecer durante toda nuestra carrera, a todos gracias, siempre los llevo en mi corazón.”

Con mucho amor:

María José.

DEDICATORIA

Con cariño y regocijo la presente investigación quiero dedicarla a Dios por permitirme culminar mi carrera profesional, por cubrirme con su infinito amor y bondad, por guiarme hacia el éxito y por regalarme tantas bendiciones en esta etapa de mi vida.

Al tesoro de mi vida, mis padres David y Martha quienes son mi mayor motivación para seguir adelante, por cada cosa que sacrificaron para que todo esto sea posible, por ser mi fortaleza y mi gran ejemplo a seguir, por su apoyo incondicional sin importar la circunstancia, por inculcarme grandes virtudes, por su eterno amor y comprensión.

A mi hermano Kevin, quien a pesar de nuestras diferencias siempre creyó en mí, me apoyo y me alentó en este camino día a día.

Al resto de mi querida familia por su sabiduría, enseñanzas y sobre todo por sus bendiciones y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A mi compañero de vida y de metas, mi amado Brayan Alejandro, por ser un soporte en mi vida, por haber cruzado este camino juntos, por su apoyo incondicional, por su comprensión, por la felicidad que me ha brindado durante los años compartidos, especialmente por su amor absoluto, por los sueños cumplidos y los que aún quedan por realizar.

A mi querida amiga y compañera de tesis María José, por compartir tantas experiencias, por su amistad sincera, por todos los nuevos conocimientos adquiridos, por escucharme y darme sus consejos, por los buenos y malos momentos siempre con buen humor.

A mis amigos Adrián, Anthony y Cristian quienes me han brindado su amistad y apoyo durante mi formación académica y que hoy con orgullo los puedo llamar colegas.

A mis fieles amigos Sparky y Churis que siempre han estado conmigo en las largas veladas de estudio apoyándome, y a pesar de no hablar con sus nobles gestos sabía que me decían no te rindas y sigue adelante.

Esta obra se las dedico con todo mi amor.

Karol Lizbeth Salazar Rosero.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	21
I. PROBLEMA.....	22
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	24
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	26
1.4.1. Objetivo General.....	26
1.4.2. Objetivos Específicos.....	26
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	26
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	27
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	27
2.2 MARCO TEÓRICO.....	30
2.2.1. Plátano (<i>Musa Paradisiaca</i>).....	30
2.2.2. Historia del plátano.....	30
2.2.3. Generalidades.....	31
2.2.4. Taxonomía.....	32
2.2.5. Descripción botánica del plátano.....	32
2.2.5.1. Planta.....	32
2.2.5.2. Raíces.....	32
2.2.5.3. Hojas.....	32
2.2.5.4. Tallo.....	32
2.2.5.5. Flores.....	33
2.2.5.6. Fruto.....	33
2.2.6. Variedades de plátano.....	33
2.2.7. Composición química del plátano.....	34
2.2.8. Grados de maduración del plátano.....	35
2.8.1. Principales factores para un correcto control del proceso de maduración.....	36

2.8.1.1. Temperatura.....	36
2.8.1.2. CO ₂	36
2.8.1.3. Humedad relativa.....	36
2.2.9. Usos del plátano.....	36
2.2.10. Chips de plátano	37
2.2.11 Factores para considerar en la elaboración de chips de plátano	37
2.2.11.1. Condiciones de la materia prima	37
2.2.11.2. Calidad del aceite.....	38
2.2.11.3. Operaciones adecuadas en el proceso de fritura	38
2.2.11.4. Recarga y renovación de aceite	38
2.2.12. Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	39
2.2.13. Generalidades	39
2.2.13.1. Especie.....	39
2.2.13.3. Tallo.....	40
2.2.13.4. Flores	40
2.2.14. Variedades de yuca	40
2.2.15. Índice de maduración de la yuca	41
2.2.16. Composición química de la yuca	42
2.2.16.1. Proteína cruda	42
2.2.16.2. Almidón	42
2.2.16.3. Factores anti nutricionales	42
2.2.17. Uso de la yuca.....	43
2.2.18. Alteraciones del aceite durante la fritura	43
2.2.18.1. Formación de color	43
2.2.18.2. Oxidación.....	44
2.2.18.3. Polimerización	44
2.2.18.4. Hidrólisis	44
2.2.19. Chips de yuca.....	45
2.2.20. Pardeamiento enzimático plátano y yuca	46

2.2.21. Acrilamidas.....	47
2.2.22. Fundamento Fritura de inmersión.....	47
2.2.23. Fundamento de horneado.....	48
2.2.24. Fundamento de fritura por aire	49
2.2.25. Calidad nutricional	50
2.2.26. Influencia de la temperatura en las propiedades fisicoquímicas	51
III. METODOLOGÍA.....	52
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	52
3.1.1. Enfoque.....	52
3.1.2. Tipo de investigación.....	52
3.2. HIPÓTESIS	52
3.2.1. Hipótesis nula	52
3.2.2. Hipótesis afirmativa.....	52
3.3. DEFINICIÓN Y OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.....	53
3.3.1. Definición de variables	53
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	55
3.4.1. Métodos específicos de manejo de experimento	55
3.4.2. Información Bibliográfica	55
3.4.3. Información Procedimental	55
3.4.4. Proceso de obtención de chips de plátano y yuca.....	55
3.4.4.1. Descripción del proceso de obtención de Chips plátano fritos	56
3.4.4.2. Descripción del proceso de obtención de Chips de yuca fritos	57
3.4.4.3. Descripción del proceso de obtención de Chips de plátanos horneados	60
3.4.4.4. Descripción del proceso de obtención de Chips de Yuca Horneadas.....	61
3.4.4.5. Descripción del proceso de obtención de Chips de Plátano Frito por aire	64
3.4.4.6. Descripción del proceso de obtención de Chips de Yuca Frita por aire.....	65
3.4.4.7. Equipos y utensilios para la obtención de chips de plátano y yuca	67
3.4.5. Análisis microbiológicos	68
3.4.5.1. Análisis de aerobios mesófilos NTE INEN 1529-5:2006	68

3.4.5.2. Control microbiológico de mohos y levaduras viables.	69
3.4.5.3. Determinación de coliformes por la técnica de recuento de colonias.	69
3.4.6. Análisis sensorial.....	70
3.4.7. Metodología para determinación del análisis fisicoquímico	71
3.4.7.1. Determinación de pH INEN 526:2013	71
3.4.7.2. Determinación de °Brix INEN 273	71
3.4.7.3. Determinación de acidez titulable INEN 521	72
3.4.7.4. Determinación de % humedad INEN 518	73
3.4.7.5. Determinación % de grasas INEN 523.....	74
3.4.7.6. Determinación de índice de peróxido NTE INEN 277.....	74
3.4.7.7. Análisis de proteína (Método de Kjeldahl) NTE INEN 519	76
3.4.7.8. Análisis de fibra NTE INEN 522	77
3.4.7.9. Determinación % de almidón NTE INEN 524: 2013.....	78
3.4.7.10. Análisis de sodio NTE INEN 524: 2013	79
3.4.7.11. Análisis de cenizas NTE INEN-ISO 520	80
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	81
3.5.1. Población y muestra.....	81
3.5.2. Instrumentos de investigación	81
3.5.3. Procesamiento y análisis de datos	81
3.6. RECURSOS.....	85
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	86
4.1. RESULTADOS	86
4.1.1. Análisis fisicoquímicos de la materia prima.....	86
4.1.3. Análisis Sensorial	97
4.1.4. Resultados de los análisis fisicoquímicos de chips de plátano variedad: dominico y barraganete	106
4.1.5. Resultados Análisis de chips de yuca variedad: amarilla y blanca.....	114
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
5.1. Conclusiones.....	122

5.2. Recomendaciones	125
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS	126
VII. ANEXOS	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del plátano.	32
Tabla 2. Contenido de minerales	34
Tabla 3. Contenido de vitaminas	35
Tabla 4. Variables independientes	53
Tabla 5. Variables dependientes.	53
Tabla 6. Operacionalización de variables.	54
Tabla 7. Recursos de Materiales y equipos	67
Tabla 8. Puntuación de la escala de calificación de la ficha de catación sensorial	70
Tabla 9. Variables del diseño factorial de plátano dominico y barraganete	82
Tabla 10. Esquema del experimento estadístico para la elaboración de chips de plátano.	82
Tabla 11. Variables del diseño factorial de yuca amarilla y blanca	83
Tabla 12. Esquema del experimento para la elaboración de chips de yuca	84
Tabla 13. Valores medios del análisis de almidón de las dos variedades de plátano y yuca.	86
Tabla 14. Valores medios de los grados Brix de las dos variedades de plátano y yuca.	87
Tabla 15. Valores medios del análisis de humedad de las dos variedades de plátano y yuca.	88
Tabla 16. Valores medios del análisis de pH de las dos variedades de plátano y yuca.	89
Tabla 17. Valores medios del análisis de acidez de las dos variedades de plátano y yuca.	90
Tabla 18. Valores medios del análisis de cenizas de las dos variedades de plátano y yuca.	91
Tabla 19. Valores medios del análisis de grasa de las dos variedades de plátano y yuca.	92

Tabla 20. Valores medios del análisis de proteína de las dos variedades de plátano y yuca.	93
Tabla 21. Valores medios del análisis de fibra cruda de las dos variedades de plátano y yuca.....	94
Tabla 22. Valores medios del análisis microbiológico de chips de las dos variedades de plátano.	95
Tabla 23. Valores medios de los análisis microbiológicos de chips de las dos variedades de yuca.....	96
Tabla 24. Codificación de muestras del análisis sensorial	97
Tabla 25. Resultados análisis sensorial de olor de chips de plátano	98
Tabla 26. Resultados análisis sensorial de color de chips de plátano.....	99
Tabla 27. Resultados análisis sensorial de sabor de chips de plátano	100
Tabla 28. Resultados análisis sensorial de textura de chips de plátano.....	101
Tabla 29. Resultados análisis sensorial de olor de chips de yuca.....	102
Tabla 30. Resultados análisis sensorial de color de chips de yuca.....	103
Tabla 31. Resultados análisis sensorial de sabor de chips de yuca	104
Tabla 32. Resultados análisis sensorial de textura de chips de yuca	105
Tabla 33. Valores medios del análisis de humedad de chips de las dos variedades de plátano.	106
Tabla 34. Valores medios del análisis de grasa de chips de las dos variedades de plátano.	107
Tabla 35. Valores medios del análisis de índice de peróxidos de chips de las dos variedades de plátano.....	108
Tabla 36. Valores medios del análisis de proteína de chips de las dos variedades de plátano.	109
Tabla 37. Valores medios del análisis de fibra cruda de chips de las dos variedades de plátano.	110
Tabla 38. Valores medios del análisis de almidón de chips de las dos variedades de plátano.	111
Tabla 39. Valores medios del análisis de contenido de sodio chips de las dos variedades de plátano.....	112
Tabla 40. Valores medios del análisis de cenizas de chips de las dos variedades de	

plátano.	113
Tabla 41. Valores medios del análisis de humedad de chips de las dos variedades de yuca.	114
Tabla 42. Valores medios del análisis de grasa de chips de las dos variedades de yuca.	115
Tabla 43. Valores medios del análisis de índice de peróxidos de chips de las dos variedades de yuca.	116
Tabla 44. Valores medios del análisis de proteína de chips de las dos variedades de yuca.	117
Tabla 45. Valores medios del análisis de fibra cruda de chips de las dos variedades de yuca.	118
Tabla 46. Valores medios del análisis de almidón de chips de las dos variedades de yuca.	119
Tabla 47. Valores medios del análisis de sodio de chips de las dos variedades de yuca.	120
Tabla 48. Valores medios del análisis de cenizas de chips de las dos variedades de yuca.	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plátano verde (<i>Musa Paradisiaca</i>).....	30
Figura 2. Generalidades de la planta de plátano.....	31
Figura 3. Variedades de plátano (<i>Musa Paradisiaca</i>)	34
Figura 4. Grados de maduración del plátano verde	35
Figura 5. Yuca (<i>Manihot Esculenta</i>)	39
Figura 6. Variedades de yuca (<i>Manihot esculenta</i>).	40
Figura 7. Índice de maduración de la yuca.....	41
Figura 8. Chips de yuca.....	43
Figura 9. Pardeamiento enzimático en tubérculos.....	46
Figura 10. Fundamento de fritura de inmersión o profunda.....	48
Figura 11. Fundamento proceso de horneado.....	49

Figura 12. Fundamento de fritura por aire.....	50
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de la predefensa.	134
Anexo 2. Certificación de la validación Abstract CIDEN.	135
Anexo 3. Hoja de catación análisis sensorial de chips de Plátano (<i>Musa Paradisiaca</i>) y Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	137
Anexo 4. Norma técnica Ecuatoriana INEN 2561:2010	141
Anexo 5. Evidencias fotográficas.....	145

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar chips de plátano y yuca de dos variedades a partir de tres tratamientos de cocción para la reactivación económica post Covid del cantón Arajuno. Las técnicas de cocción fueron (horneado, fritura de aire y fritura de inmersión), a temperaturas establecidas mediante pruebas preliminares en donde se definieron 140°C horneado, 120°C fritura de aire y 180°C fritura de inmersión. Dentro del experimento se determinaron 6 tratamientos con 3 repeticiones respectivamente usando la prueba de Tukey. Se realizaron análisis fisicoquímicos de la materia prima donde se evaluaron los parámetros de (almidón, °Brix, humedad, pH, acidez, cenizas, grasa, proteína y fibra cruda) en el caso del plátano resalta la variedad dominica ya que presenta mejores características nutricionales, mientras que en la yuca se destaca la variedad amarilla. El análisis microbiológico realizado a los chips reportó valores <10 UFC/g en aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras. Se realizó un análisis sensorial con una escala hedónica de 5 puntos cuyos parámetros evaluados fueron olor, color, sabor, textura resultando como mejores tratamientos plátanos horneados y fritos por inmersión y yucas fritas por aire e inmersión. Los chips fueron sometidos a un análisis fisicoquímico donde se evaluó (humedad, grasa, índice de peróxidos, proteína, fibra cruda, almidón, sodio, cenizas) destacando los chips de plátano dominico y de yuca amarilla ya que presentaron mejores características nutricionales. Se concluye que se puede elaborar chips a partir de plátano y yuca del cantón Arajuno usando nuevas técnicas de cocción en el caso de los plátanos horneado con la variedad dominico y en las yucas la fritura de aire con la variedad amarilla, estas alternativas ayudan a la preservación de los nutrientes propios de la materia prima, además de ser una opción económica y saludable para los consumidores.

Palabras clave: Horneado, fritura de aire, fritura de inmersión, análisis fisicoquímico.

ABSTRACT

The aim of this research was to prepare plantain and cassava chips of two varieties by using three cooking treatments to support the post-Covid economic reactivation of the Arajuno canton. The cooking techniques used were baking, air frying and immersion frying at temperatures established through preliminary tests. 140°C were defined for baking, 120°C for air frying and 180°C for immersion frying all these applied to Dominican-Barraganete plantain and in yellow-white cassava. In the experiment, 6 treatments with 3 replicates were done by using Tukey's test. In addition, the methodology established in the INEN regulations was used. Physicochemical analyzes of the raw material were conducted and the parameters (starch, °Brix, humidity, pH, acidity, ashes, fat, protein and crude fiber) were evaluated. In the plantain, the Dominica variety stands out since it presents better nutritional characteristics while in cassava, the yellow variety. The microbiological analysis performed on the chips showed values within the ranges established in the INEN 2561 standard. The reported values were <10 CFU/g in mesophilic aerobes, total coliforms, molds and yeasts. A sensory analysis was done with a 5-point hedonic scale whose parameters evaluated were smell, color, taste and texture. The best treatment for plantains was baked and fried as well as by immersion, while the best treatment for cassava was air and immersion frying. The chips were subjected to a physicochemical analysis where moisture, fat, peroxide index, protein, crude fiber, starch, sodium and ash were evaluated, highlighting the Dominican plantain and yellow cassava chips as they presented better nutritional characteristics. Finally, it is concluded that chips can be made from plantain and cassava from the Arajuno canton using new cooking techniques as baked plantains with the Dominican variety and air frying with the yellow variety of cassava. These alternatives help preserve the nutrients of the raw material and are an economical and healthy option for consumers.

Keywords: Baking, air frying, immersion frying, physicochemical analysis.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola en la región amazónica es el sostén económico de las familias y comunidades de la Amazonía, ya que es la actividad tradicional que provee de alimentos, fibras, maderas y plantas medicinales a quienes se dedican netamente a esta labor (Ortega & Reyes, 2018).

Esta aporta productos propios para las necesidades familiares diarias, más no están presentes en la industrialización ya que su uso es culinario. La severa situación económica provocada por la pandemia ha derivado a la parálisis de procesos socioeconómicos, por ende, ha disminuido ingresos importantes al Estado, por ello, surgen nuevas directrices en cuanto a la práctica del cultivo y transformación de los alimentos como una de las opciones más eficaces para promover la reactivación económica en las comunidades y pueblos rurales de la región amazónica (Ruiz, 2009).

Los retos actuales de la producción local de alimentos en el cantón Arajuno, originalmente establecida como un sistema doméstico y familiar, son una alternativa de sostén económico, debido a la necesidad de las familias y comunidades de adaptarse responsablemente a la dinámica del mercado y al cambio climático. Y que ahora en la actualidad en el contexto de la pandemia del COVID 19, convertirse en una alternativa autosuficiente, brindando a los consumidores alimentos nutritivos y productos innovadores (MAG, 2020).

El propósito de este estudio es fortalecer la producción y el emprendimiento del Cantón Arajuno en la provincia de Pastaza y que a través de la carrera de Alimentos de la UPEC se le brinde valor agregado de diversos productos que se cultivan en la región como el plátano verde y la yuca, y de esta manera reforzar la cadena de producción agrícola de esta comunidad.

Por ello, el objetivo de esta investigación es elaborar chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) nutricionales a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno con técnicas de horneado, fritura de aire y fritura por inmersión, este trabajo se centrará en la determinación de los parámetros de calidad: Análisis microbiológico, análisis sensorial (color, olor, sabor, textura y aceptación general), análisis fisicoquímico (humedad, grasa, almidón, cenizas, fibra, proteínas, contenido de sodio, índice de peróxidos).

I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“El mundo en la actualidad enfrenta un hecho muy importante, la población está aumentando constantemente, por lo que los gobiernos han desarrollado nuevas fuentes alimenticias, a esto se suma los diferentes problemas como el hambre, la desnutrición, la destrucción de medio ambiente y las diferentes enfermedades desarrolladas por la escasez de alimentos en los diferentes países en subdesarrollo” (Elizalde & Pazmiño, 2015).

La región amazónica del Ecuador es la zona del país con los índices más bajos de desarrollo humano y los más difíciles en términos de pobreza multidimensional. Y dentro de las comunidades y pueblos de la región amazónica, alejados del sector rural, como el cantón Arajuno, se ubican en los niveles de mayor pobreza por causa de la insuficiente inversión en infraestructura y servicios.

Actualmente en términos de política económica, debido a la pandemia del COVID-19 se requiere superar la disyuntiva existente, la falta de trabajo y desempleo que conllevan a efectos económicos de la crisis. Algunos países en vía de desarrollo, donde se registra altos niveles de deficiencias nutricionales y el constante aumento de precio en los alimentos, insta a la búsqueda de alternativas que sean económicas y proporcionen una ingesta de productos innovadores y saludables (Elizalde & Pazmiño, 2015, p.7).

Según la FAO en la publicación estadística del (2019) menciona que, el Ecuador aporta con 6,2 millones de toneladas de plátano en un año de producción bruta sin afán ni reportes de productos industrializados. Así como, FAOSTAT, la base de datos de la FAO, estima que la producción de yuca en el Ecuador es de 273.000 toneladas en un año de producción sin datos relevantes de su industrialización.

A pesar de su potencial económico promisorio, debido a propiedades agroindustriales y adaptabilidad a condiciones ambientales difíciles, el plátano y la yuca son consideradas especies marginadas por factores como: dificultades en el mercadeo del producto, bajo prestigio social (constituyen un alimento básico para las comunidades), procesos de cocción y bajo retorno económico (Jiménez, Rossi, & Sammán, 2015, p.5).

Los snacks de origen vegetal son elaborados a partir del proceso de inmersión en aceite de palma, lo cual, según (Moreida, 2013), “el exceso de frituras es causante del sobrepeso

y las patologías cardiovasculares. Por su aporte de grasa, contribuyen al aumento del colesterol, triglicéridos y del porcentaje de grasa corporal”. Los chips artesanales de plátano y yuca no son la excepción, ya que la mayoría de las microempresas utilizan el método de fritura para su elaboración, perdiendo de esta manera los nutrientes propios del plátano y la yuca. Estas microempresas utilizan esta técnica con la finalidad de reducir costos ya que el aceite es más rentable y reutilizable.

Sin embargo, en el cantón Arajuno, el plátano y la yuca simplemente poseen fines culinarios dentro de la alimentación diaria de la población, dejando de lado la importancia nutricional que estos poseen y que pueden brindar a un producto industrializado. Por tal motivo, y frente a la necesidad de asegurar la continuidad de los procesos productivos, un plan clave es la de reforzar y manejar la agro diversidad y crear valor agregado local a los productos de las comunidades.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La elaboración de chips de dos variedades de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) obtenidos por fritura de inmersión, horneado y fritura de aire, tendrán propiedades fisicoquímicas y sensoriales óptimas de un producto terminado?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El cantón Arajuno cuenta con flora y fauna endémica además de un legado de saberes y tecnologías ancestrales en el cultivo, manejo y consumo de productos propios de esta región, los cuales poseen un elevado valor nutricional y aceptabilidad a comparación de otro tipo de alimentos (Ortega & Reyes, 2018).

En la actualidad, los consumidores no simplemente adquieren productos alimenticios por sus características sensoriales agradables incluso prefieren consumir productos con mejores características nutricionales las mismas que ayudan a prevenir algunas enfermedades provocadas por la mala alimentación y con esto preservar su salud lo que conlleva a nuevas opciones de consumo (Upaep, 2018).

La producción mundial de alimentos nutritivos ha aumentado un 30 % en los últimos años, pero el consumo de estos alimentos es limitado debido a las pocas opciones en el mercado.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2016) el Ecuador cuenta con aproximadamente 60.000 de plátano y 27.000 hectáreas de yuca. La yuca es un tubérculo que requiere pocos fertilizantes, plaguicidas y agua ya que es considerada como un producto limpio, siendo fuente de vitaminas, minerales y proteínas, al igual que el plátano su cultivo y su amplio valor nutricional (Ulloa, 2018).

La creación de una industria capaz de transformar materia prima (plátano y yuca) en productos de alto valor nutricional y nuevas tecnologías de cocción tales como horneado, fritura de aire y fritura de inmersión brindan productos competitivos en el mercado y de manera simultánea provee nuevas alternativas nutricionales y de elección al consumidor, además de ser una fuente de trabajo para pequeños y grandes productores de la zona amazónica, aprovechando así los valores nutricionales del plátano y yuca.

Es por esta razón que las investigaciones que enfatizan a los productos tradicionales como estos, dan a conocer la infinidad de alternativas que pueden tener, dentro de la industria alimentaria.

El explorar estas nuevas opciones que ayuden a extender la dieta diaria de los consumidores buscan ampliar alternativas de consumo de productos, los chips de plátano y yuca obtenidos por nuevas tecnologías de cocción resultan ser la diferencia ante los clásicos chips fritos o de bolsa que no tienen un aporte nutricional adecuado.

El horneado proporciona características sensoriales muy similares a las técnicas tradicionales de obtención de chips comerciales como la crujencia, color, y textura que se obtiene en un rango de tiempo relativamente bajo, por otro lado, la técnica de fritura de aire hace referencia a un proceso de cocción que se consigue a través de un sistema de circulación de aire, que distribuido a altas temperaturas y distintas velocidades logran obtener ese resultado dorado y crujiente parecido al de las comidas cocidas en aceite. Esta técnica tiene el objetivo de reducir hasta un 80% el consumo de aceite, de esta manera los alimentos son mucho más sanos y no pierden sus nutrientes (Lange y Santarius, 2020).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Elaborar chips de dos variedades de plátano y yuca en función del tratamiento de cocción, horneados, fritos con aire y por inmersión a partir de la materia prima proveniente del cantón Arajuno.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos de plátano y yuca de dos variedades provenientes del cantón Arajuno.
- Evaluar sensorialmente los chips de plátano y yuca obtenidos a partir de las tres técnicas de cocción (horneado, fritura de aire, fritura de inmersión).
- Determinar las características fisicoquímicas y calidad nutricional de los chips de plátano y yuca.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿La elaboración de chips de plátano y yuca le da un valor agregado a la materia prima que se obtiene del cantón Arajuno?
- ¿Cuáles son las alternativas para industrializar plátano y yuca?
- ¿Cuál es la diferencia fisicoquímica de las dos variedades de plátano y yuca en los diferentes tratamientos térmicos en la elaboración de chips?
- ¿Los tratamientos térmicos utilizados cumplen con la normativa ecuatoriana vigente para chips de plátano y yuca?
- ¿Qué tratamiento térmico (horneado, fritura de aire, fritura de inmersión) presenta mejores características físico- químicas y sensoriales en los chips de plátano y yuca?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Ammawath *et al.* (2001) en su investigación determinaron la calidad nutricional de chips de plátano obtenidos a partir de dos variedades diferentes de plátano verde dominico hartón y barraganete. Los frutos se pelaron, cortaron en rodajas y dependiendo de un grosor de 2 mm y se frieron en aceite de palma refinada, blanqueada y desodorizada a 180 ± 5 °C durante 3 min. Los resultados mostraron que la variedad dominica hartón tenía un mayor contenido de carbohidratos que el barraganete. Los parámetros de calidad determinados después de la fritura fueron el contenido de humedad, actividad del agua, absorción de aceite, textura crujiente y la evaluación sensorial, según la matriz de coeficientes de correlación, las dos variedades de plátanos frescos que poseen mayor firmeza de fruta y contenido de carbohidratos dan por resultado chips de plátano con mayor textura crujiente y absorción de aceite, con variaciones nutricionales siendo de mayor aporte la variedad dominico hartón.

Vitrac *et al.* (2000) en su estudio utilizaron cultivares de yuca (*Manihot esculenta*) para obtener chips mediante la fritura de rodajas de pulpa fresca de yuca por medio de la técnica de fritura en inmersión en aceite de palma. Se evaluaron los efectos de la composición de la materia prima y la edad del cultivo sobre la transferencia de masa (deshidratación y absorción de aceite), textura y color para hojuelas de 1,5 mm de espesor. Según sus resultados se reportó que el tiempo de fritura varió dependiendo a la variedad del tubérculo ya que existe un alto rendimiento de fritura al procesar yuca fresca, por otro lado, el contenido de grasa de los chips osciló entre 0,23 y 0,37 %, con estas características de materia prima se consigue un proceso con el mayor rendimiento de fritura y el menor contenido de grasa que se obtiene de las raíces con el menor contenido de agua y cianuro. La intensidad de las reacciones de oscurecimiento aumentó de acuerdo con el nivel de azúcares reductores, mientras que el módulo de rigidez de las hojuelas se correlacionó negativamente con el contenido de fibra. Los cianoglucósidos se eliminaron sólo parcialmente durante la fritura (más del 40% de retención), por lo que los cultivares con un alto contenido de cianuro dan por resultado chips amargos, esto podría atribuirse a un efecto estructural que caracteriza la edad del cultivo.

Grizzotto, R., & De Menezes, H. (2002) investigaron la tecnología para la producción de chips de yuca comestible utilizando pretratamientos de precocción y secado (agua hirviendo y vapor) parcial para mejorar la textura crujiente de chips en diferentes variedades de yuca amarga y dulce. Los efectos de dichos tratamientos se evaluaron en las propiedades fisicoquímicas de cada variedad que tendrán al ser procesadas, además de pruebas afectivas para la medición sensorial y aceptación de los consumidores.

Valdiviezo, N. (2014) menciona que la fritura por inmersión de algunos alimentos depende de una revisión particular en factores fundamentales como: la temperatura del aceite, tiempo de fritura y tipo de equipo de fritura, otro punto muy importante es la composición química del aceite, las variables físicas y fisicoquímicas, la presencia de aditivos y contaminantes. Estos dos últimos factores pueden tener un efecto marcado sobre la sensación de gusto, digestibilidad y manejo de un snack frito ya que la impregnación de aceite por parte del producto tiene importancia nutricional y económica. Los productos fritos (chips, snack o bocadillos) son consumidos en gran cantidad contribuyendo de manera significativa a la producción de ellos y sobre todo a la economía de quienes los procesan de manera industrial. Nutricionalmente el consumo de grasas es estimado un elemento clave en el sobrepeso, enfermedades coronarias y ciertos tipos de cáncer. Por lo que este autor recomienda innovar en las nuevas tecnologías de fritura de aire ya que a nivel nutricional y costos de producción resultar ser mucho más benéfico y acogido por los consumidores.

Elizalde, M., & Pazmiño, J. (2015) En su investigación incentiva el uso y consumo de la yuca (*Manihot esculenta*), ya que sus raíces a más de emplearse para el consumo humano y animal, ha sido utilizada como materia prima industrial. Este proyecto propuso nuevos usos de la yuca tales como snacks, almidones, sopas, bebidas entre otros. Para conocer la aceptabilidad en los diversos usos del tubérculo se realizó una Evaluación Sensorial a expertos en alimentos, donde fue evaluado el sabor de cada uno de los aperitivos, los resultados obtenidos aseguraron que el snack elaborado a base de yuca presenta las mejores características sensoriales.

Duarte, H., & García, G. (2005) En su estudio, “Determinación de los tiempos de cocción durante la fritura y horneado de tres alimentos a granel en Colombia”, planteó como objetivo general: determinar el tiempo y la temperatura para freír y hornear horneado de plátano hartón, yuca blanca y papa china. Los resultados de tiempo obtenidos son teóricamente comparables a los resultados experimentales, con tiempos de fritura de 5 a

50 minutos y tiempos de horneado de 20 a 60 minutos, dependiendo los intervalos de las propiedades termofísicas, tamaño y forma de cada alimento. Las propiedades físicas y sensoriales del producto terminado hacen que se distinga por su atractivo color, sabor y textura crujiente. En el caso de la yuca y el plátano hartón verde, la deshidratación y el calor extremo de la superficie del almidón en contacto con el líquido hacen que el alimento se endurezca en exceso, haciendo incómodo su consumo.

Garrido *et al.* (2015) En su “Estudio comparativo de las características de snacks de plátano producidas por fritura convencional y fritura de aire”. El objetivo de esta investigación es comparar: la dinámica del proceso de fritura al aire con la fritura profunda convencional en condiciones de operación similares, y los productos formados por los 2 procesos en términos de color, textura, microestructura, calorimétrico propiedades y características sensoriales Para esto se tomaron en cuenta tres temperaturas de cocción (160°C,180°C y 200°C), dando como resultado que freír al aire genera productos con un contenido de grasa más bajo y características de color similares, requirió mucho más tiempo de procesamiento, típicamente 21 min en relación a 9 min en el caso de fritura convencional.

Sansano *et al.* (2015) en su investigación “Efecto de los pretratamientos y la fritura al aire, una tecnología novedosa, en la generación de acrilamida en yucas” el cual tuvo como objetivo general: evaluar la eficacia de pretratamientos en la técnica de fritura de aire en yucas. Obteniendo así los resultados presentados a continuación: Los experimentos se realizaron a 180 °C mediante fritura al aire y fritura en aceite como tecnología de referencia. En base a la evolución del color de la corteza con el tiempo de fritura, se puede concluir que la fritura al aire redujo el contenido de acrilamida en aproximadamente 90% respecto a la fritura en aceite convencional sin ser necesaria la aplicación de un pretratamiento.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1. Plátano (*Musa Paradisiaca*)

“El plátano verde se encuentra entre las principales plantas que se cultivan en zonas tropicales y subtropicales de América Latina, Asia y África, donde predominan temperaturas y humedad relativas altas”. Este fruto es el que se incluye en la dieta diaria de las personas en la mayoría de esta zona tropical, por otro lado, el término plátano se usa para nombrar al fruto de la planta el cual se caracteriza por ser alargado y de coloración distinta hasta llegar a su estado de madurez (Ramos & Soto, 2014).

En la Figura 1, se presenta la imagen del plátano verde en su estado de madurez óptimo.



Figura 1. Plátano verde (*Musa Paradisiaca*)

Fuente: Bienestar (2016).

2.2.2. Historia del plátano

Para (Benalcázar & Valencia 2011) el cultivo del plátano es de los más antiguos, ya que existen algunos registros de cultivos de este fruto desde el año 650 DC. Con respecto a su origen se menciona que apareció en el continente asiático, en países como Bután, India, Nepal, Bangladesh, Pakistán, Afganistán e Irán. Este se encuentra en las zonas tropicales del Sudeste de Asia en localidades como Indonesia y Filipinas, cerca de la Edad Media desplazaron la fruta a África, extendiéndose después por América Tropical a zonas como Panamá, Colombia y Ecuador.

En la actualidad el cultivo del plátano se extiende a muchas regiones cálidas del mundo. En sus inicios su cultivo solamente tenía el propósito de consumo, pero en el siglo XVI en las islas Canarias se incluyeron las actividades comerciales por medio de este fruto.

En lo que respecta al Ecuador y en general los países de América Latina producen un gran volumen de este cultivo que se exporta a mercados a nivel mundial, existe un cierto grupo de países que cubren la mayor demanda de los mercados, americanos, europeos, asiáticos y de medio oriente estos son: Ecuador, Costa Rica, Honduras, Colombia, Perú, Panamá, Belice, México, Guatemala, Guayanas, Nicaragua y Martinica (FAO, 2016).

2.2.3. Generalidades

La planta *Musa paradisiaca* es una herbácea perenne (continua) que hace referencia a híbridos obtenidos agriculturalmente y a especies silvestres nativas de cierto lugar. El pseudotallo del plátano mide entre 2 a 5 m, y su altura puede alcanzar los 8 m con las hojas. Los frutos son bayas falsas sin semillas, de forma por lo general y dependiendo de las distintas variedades son cilíndricos distribuidos en racimos de 30 a 70 plátanos, se define entonces que las partes de la platanera son: hojas, frutos, rachis, bellota y pseudotallo.

En la figura 2 se presentan las generalidades y partes de la planta del plátano:

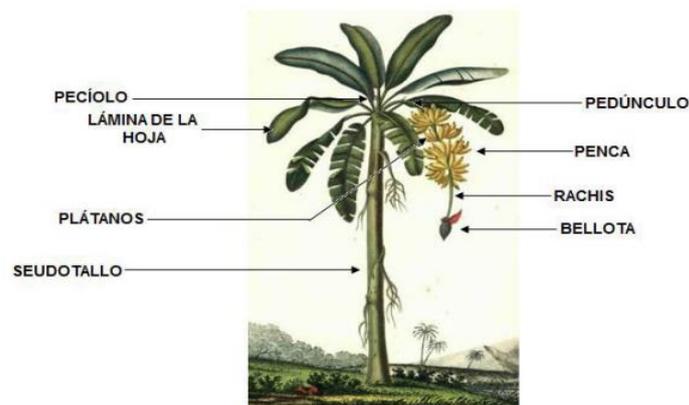


Figura 2. Generalidades de la planta de plátano.

Fuente: Álvarez, E. (2018)

2.2.4. Taxonomía

Según (Álvarez, 2018) el "plátano" tiene la siguiente clasificación taxonómica la cual se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1. Taxonomía del plátano.

Taxonomía del plátano	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Zingiberales</i>
Familia	<i>Musaceae</i>
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>Paradisiaca</i>

Fuente: Álvarez, (2018)

2.2.5. Descripción botánica del plátano

2.2.5.1. Planta

Es una hierba grande, el tallo es la parte de almacenamiento subterráneo llamado rizoma o corno y el tallo aparente es un pseudotallo, resultante de la unión de las vainas. Su altura puede variar de 3 metros a 6 metros.

2.2.5.2. Raíces

Se distribuyen superficialmente en capas de 30 a 40 cm. Estas son de color blanco y textura blanda al principio, luego se vuelven sólidas y de color amarillo pálido. Alcanzan 3 m de crecimiento lateral y 1,5 m de profundidad.

2.2.5.3. Hojas

Muy grandes, en forma de espiral, de 2-4 m de largo, hasta 0.50 m de ancho, pecíolos largos de 1 m o más de largo, ramas oblongas, ligeramente onduladas, pilosas.

2.2.5.4. Tallo

El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.

2.2.5.5. Flores

Las flores son amarillentas, anormales y con 5 verticilos productivos y 1 de ellos es estéril.

2.2.5.6. Fruto

El fruto es una baya prolongada de aproximadamente tres o seis lados, su grado de encorvamiento y extensión varía según la variedad del fruto además de la climatología donde se esté desarrollando, se forma a partir del ovario de una flor pistilada. Dicho fruto se lo puede consumir en sus diversos grados de maduración es decir cuando este fruto es verde o amarillo (Álvarez, Guía de Cultivo de Plátano (*Musa Paradisiaca*), 2018).

2.2.6. Variedades de plátano

El plátano pertenece a la familia *Musasea* estos son uno de los frutos tropicales más importantes, este tiene diferentes formas y colores según sus variedades (FAO, 2016).

Según (Navia 2008), existen dos grandes grupos de las variedades de plátano, los cuales se definen como diploides (AA y AB) y triploides (AAA, AAB y ABB). Exactamente se han catalogado 290 variedades, especialmente en el Sudeste Asiático.

Los grupos diploides AA y AB se ven representados en variedades como Sucrier o Domínico.

Por otro lado, existen tres grupos triploides donde se encuentran las siguientes divisiones:

- El grupo triploide AAA se constituye de variedades de plátano de valor agregado por lo general destinado a la exportación: Barraganete, Gros Michel, Morado, subgrupo Cavendish (más de 20 variedades), entre otros.
- El grupo triploide AAB está constituido de variedades con fin culinario, como el plátano macho (más de 150 variedades), y otras variedades para cocinar.
- El grupo triploide ABB está compuesto de variedades de plátanos rústicos y robustos que usan en la cocina tradicional: Chato o Bluggoe, Saba, Pisang Awak o Fougamou, Pelipita.

En la Figura 3, se presentan las variedades de plátano verde.



Figura 3. Variedades de plátano (*Musa Paradisiaca*)

Fuente: *FAO, (2016).*

2.2.7. Composición química del plátano

En la Tabla 2 se presenta la composición nutricional del plátano verde, mientras que en la Tabla 3 se detallan las vitaminas presentes en este fruto, dichos parámetros adjuntos del estudio realizado por SAGARPA.

Composición nutricional del plátano

Tabla 2. Contenido de minerales

Minerales	Cantidad
Potasio	370 miligramos
Calcio	8 miligramos
Fósforo	26 miligramos
Magnesio	33 miligramos
Sodio	1 miligramo
Hierro	0.7 miligramos
Cobre	0.11 miligramos
Manganeso	0.13 miligramos

Fuente: SAGARPA, (2005)

Tabla 3. Contenido de vitaminas

Vitaminas	Cantidad
Vitamina A	190 unidades
Vitamina C	10 miligramos
Vitamina E	0.45 unidades
Vitamina K	2 miligramos
Vitamina B6	0.6 miligramos
Tiamina	0.05 miligramos
Riboflavina	0.06 miligramos
Ac. Pantoténico	0.25 miligramos

Fuente: SAGARPA, (2005)

2.2.8. Grados de maduración del plátano

El grado de madurez de una fruta perecedera tiene un impacto significativo en la calidad y la vida útil durante el almacenamiento, así como en el manejo, transporte y comercialización poscosecha; además, el estado de maduración es fundamental en las técnicas poscosecha. Después de la cosecha, la fruta resiste muchos cambios físicos y químicos que determinan la calidad final cuando llega al consumidor. Los frutos climatéricos como el plátano, una vez cosechadas, pasan por cuatro etapas de desarrollo fisiológico: preclimatérico, climatérico, maduración de consumo y senescencia.

En la Figura 4, se muestra el grado de maduración del plátano verde.



Figura 4. Grados de maduración del plátano verde

Fuente: Cadena, (2016)

2.8.1. Principales factores para un correcto control del proceso de maduración

2.8.1.1. Temperatura

La rapidez de los procesos fisiológicos provocados por el etileno hace que la fruta produzca un calor significativo. Por lo tanto, se requiere un sistema de refrigeración adecuado para mantener la temperatura en un nivel determinado. Las caracterizaciones del etileno para unirse a sus receptores moleculares en células vegetales recomiendan usar temperaturas de 13°C y 30°C, ya que por debajo de dicha temperatura la unión es incompleta y los resultados son desiguales, por encima de 30°C no es efectivo.

2.8.1.2. CO₂

El proceso de respiración acelerado debido a la exhibición de la fruta al etileno hace que en la cámara de proceso el CO₂ tienda a aumentar y el O₂ tienda a disminuir, con consecuencias negativas tanto para la maduración como para la calidad final de la fruta.

2.8.1.3. Humedad relativa

La fruta pierde agua durante la maduración, por lo cual es necesario un sistema de humidificación artificial para limitar la pérdida de agua y así ayudar a reducir el peso.

Según Casilla (2015), la madurez del plátano (*Musa paradisiaca*) se clasifica en una escala de 1-7, la fruta verde tiene el valor más bajo y la fruta amarilla el valor más alto.

2.2.9. Usos del plátano

El plátano verde es utilizado para elaborar una variedad de productos, se puede generar jugos, alcohol, harina, almidón, jaleas, mermeladas y diversos productos como resultado de la deshidratación osmótica destinados para diferentes industrias como son las de productos lácteos, confiterías y cereales, estableciéndose como materia prima principal y de fácil obtención. En diferentes partes del mundo el plátano tiene una importancia trascendental ya que posee un interés considerable en la industria alimentaria, estableciéndose como fuente de abastecimiento mundial.

Otro producto es el almidón procedente de la pulpa, que tiene grandes propiedades, pero estas dependen del estado de maduración en la que se encuentre ya que el almidón es el carbohidrato predominante en el fruto verde, mientras que en estado maduro presenta mayor contenido de azúcares invertidos (Moreira, 2013).

Para la realización de bebidas no alcohólicas se emplea el almidón de plátano, que se

obtiene como resultado de la práctica convencional de secado de manera manual, en hornos o al sol. Pero la desventaja es que la pérdida de azúcares y vitaminas A y C es alta. Sus principales usos van enfocados a la industrialización a través de diferentes técnicas que permiten obtener productos como:

- Polvo de plátano.
- Harinas de plátano.

2.2.10. Chips de plátano

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2012) “los chips son un bocadillo que consiste en rodajas o lonjas fritas de plátano verde o inmaduro, sazonadas con sal al gusto y fritas. Según el tipo de plátano (maduro o verde) el sabor puede ser dulce o salado”

Las hojuelas de plátano verde poseen una gran popularidad, en la actualidad este producto tiene mayor acogida a nivel nacional e internacional, principalmente por el factor nutricional que aporta. Su preparación es fácil y rápida, se puede realizar de manera artesanal, estos se comen solos para un snack o con otras comidas como acompañamiento.

Para la elaboración de chips de sal se necesita primordialmente que los plátanos tengan un grado de maduración tipo 1, y para la obtención de chips dulces es necesario contar con plátanos que se encuentren en grado de maduración tipo 6 además de tener aceite y sal en su contenido.

En el análisis estadístico realizado por diario El Comercio, (2011) los plátanos verdes son ricos en fibra, proveen de energía, contienen vitaminas y minerales. Sin embargo, una de las características más importantes del plátano verde es que posee almidón que ayuda a controlar la glucemia, gestionar el peso y disminuir los niveles de colesterol en la sangre.

2.2.11 Factores para considerar en la elaboración de chips de plátano

Según el estudio realizado por Viera (2005), existen algunos factores a considerar tales como:

2.2.11.1. Condiciones de la materia prima

El alimento debe estar en condiciones apropiadas antes de ser sometido a los procesos de fritura. La parte superior de este debe encontrarse libre de humedad, debido a que por el contrario si la muestra posee humedad en exceso esto favorece los procesos de hidrólisis y la formación de espuma, lo que provoca la aceleración de la oxidación del aceite.

El manejo adecuado de la materia prima durante su cultivo conjuntamente con el manejo postcosecha, garantizan que el producto previo a ser procesado estará en condiciones óptimas (grado madurez, sin daños mecánicos), para su procesamiento y conservación (García, 2012).

2.2.11.2. Calidad del aceite

El aceite utilizado en el proceso de fritura es un factor determinante para la calidad y el rendimiento obtenido en el proceso. Por ello, es fundamental seleccionar el aceite que tenga mejores características fisicoquímicas en su composición, ya que no solo deben soportar las condiciones de trabajo sino también transmitir propiedades sensoriales agradables al consumidor. Los snacks por lo general son fritos principalmente en aceite ligeramente hidrogenado, lo que hace que el producto final sea más estable (Dávila, Cortés, & Gil, 2016).

2.2.11.3. Operaciones adecuadas en el proceso de fritura

El proceso de fritura comienza en la recepción de las materias primas, cortado, adecuación y al freír en la forma básica, durante este proceso los operarios deben ser conscientes de la implementación de las buenas prácticas en las operaciones de fritura, porque afectan a la vida del aceite, un mal control puede ocasionar deterioro o pérdida en todo el aceite de producción (Rodríguez, Zuluaga, Puerta, & Ruíz, 2013).

Para esto, se deben considerar las siguientes instrucciones:

- a) La temperatura del aceite debe ser la adecuada para el proceso
- b) Limpieza de los equipos
- c) No mezclar sal y otras fuentes de metales con aceite

2.2.11.4. Recarga y renovación de aceite

Durante el proceso de freír, el nivel y la calidad del aceite original disminuirán. Esto se debe a altas temperaturas y, de manera principal, debido a que los alimentos fritos absorben una cantidad considerable de aceite. Además, es importante saber si el aceite está en condiciones óptimas para recargar aceite, en caso contrario, se requiere un cambio total de aceite para evitar que el aceite nuevo reduzca la calidad del producto final (Viera, 2005).

2.2.12. Yuca (*Manihot esculenta*)

“La yuca -*Manihot esculenta* Crantz- pertenece a la familia de herbáceas *Euphorbiaceae*. Esta familia está constituida por 7 200 especies aproximadamente, que se caracterizan por el desarrollo de estructuras que secretan látex o galactocitos que producen una secreción lechosa” (FAO, 2008).

En la Figura 5 se muestra un ejemplo del tubérculo *Manihot Esculenta*.



Figura 5. Yuca (*Manihot Esculenta*)

Fuente: García (2019)

La yuca se clasifica en dos especies separadas: la yuca amarga *Manihot utilissima* (amarilla) y la yuca dulce *Manihot. aipi*. (blanca). En estudios previos se ha identificado alrededor de 98 especies del género *Manihot*, de las cuales solo la yuca es de importancia económica y cultivada. Las plantas de yuca crecen en diferentes condiciones tropicales, por lo general en los trópicos cálidos y húmedos de las tierras bajas, y en los trópicos centrales y subtropicales, con inviernos fríos y veranos lluviosos (Cock, 2012).

“Aunque la yuca prospera en suelos fértiles, su ventaja comparativa con otros cultivos más rentables es su capacidad para crecer en suelos ácidos, de escasa fertilidad, con precipitaciones esporádicas o largos períodos de sequía” (FAO, 2008).

2.2.13. Generalidades

2.2.13.1. Especie

Manihot esculenta. Ésta es la especie cultivada, aunque según estudios taxonómicos, son sinónimos de *Manihot esculenta* como: *M. utilisima*, *M. Aipi*, *M. Dulcis*, *M. Flexuosa*, *M. Flabellifolia*, *M. Difusa*, *M. Melanobasis*, *M. Digitiformis* y *M. Sprucei*.

2.2.13.2. Planta

La yuca es un arbusto perenne de tamaño variable, que puede alcanzar los 3 m de altura. Se pueden agrupar los cultivares en función de su altura en: bajos (hasta 1.50 m), intermedios (1.50-2.50 m) y altos (más de 2.5 m) (Suaréz & Mederos, 2011).

2.2.13.3. Tallo

El tallo de este tubérculo tiene posición erecta, decumbente y acostada. Según la variedad, el tallo podrá tener ninguna, dos, tres o más ramificaciones primarias, siendo el de tres ramificaciones el mayoritario en la yuca (Suaréz & Mederos, 2011).

2.2.13.4. Flores

Es una especie monoica por lo que la planta produce flores masculinas y femeninas. Las flores femeninas se ubican en la parte baja de la planta, y son menores en número que las masculinas, que se encuentran en la parte superior de la inflorescencia (Suaréz & Mederos, 2011).

2.2.14. Variedades de yuca

En la Figura 6 se presentan tres tipos de yuca (*Manihot esculenta*)



Figura 6. Variedades de yuca (*Manihot esculenta*).

Fuente: Rivera (2018)

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) mantiene en el banco de semillas in vitro que constituye la mejor colección de yuca, de las que 33 corresponden a especies silvestres. Los agricultores por lo general designan variedades con nombres sencillos que guardan analogía con características de la planta o con su procedencia (Brañas, *et al*, 2019).

Las especies más comunes son denominadas variedades dulces o de manera más sencilla se nombran blancas, otra de las variedades llamadas amargas o amarillas. Por lo tanto, una variedad de yuca puede ser catalogada como amarga en un sitio y como dulce en otro.

Dependiendo del uso final de consumo de la yuca, esta puede ser clasificada de calidad culinaria cuando se destina al consumo humano directo; así como industrial cuando se usa para la producción y formulación de alimentos como en harina, almidón, trozos secos, es decir, características e ideas que podrían ser útiles en su industrialización (FAO, 2008).

2.2.15. Índice de maduración de la yuca

Según Arismendi, (2011) el momento adecuado de cosecha depende de la madurez de los tubérculos, y en el caso de la yuca el tiempo de cosecha varía en cada variedad. La madurez de la yuca no se puede determinar fácilmente y puede existir una diferencia entre la madurez económica y la madurez fisiológica. A medida que los tubérculos crecen y maduran, el peso máximo se alcanza inmediatamente después de alcanzar el nivel mínimo de azúcar. El procesamiento requiere un alto contenido de materia seca y bajo contenido de azúcar, lo que se considera madurez fisiológica y puede indicar cuándo las hojas están secas y comienza la cosecha. Una de las señales de que una planta de yuca está a punto de madurar es el agrietamiento del suelo alrededor del cuello de la planta, que es de 7 a 10 meses dependiendo de la variedad.

InfoAgro, (2019) asegura que es importante no cosechar demasiado temprano porque la yuca contiene demasiado látex y no es apta para el consumo. La edad óptima para la cosecha del tubérculo es de 12-24 meses, ya que se utilizará en la industria del almidón, ya que el rendimiento de los tubérculos se maximiza durante este tiempo.

En la Figura 7 se presenta el esquema del índice de maduración de la yuca.

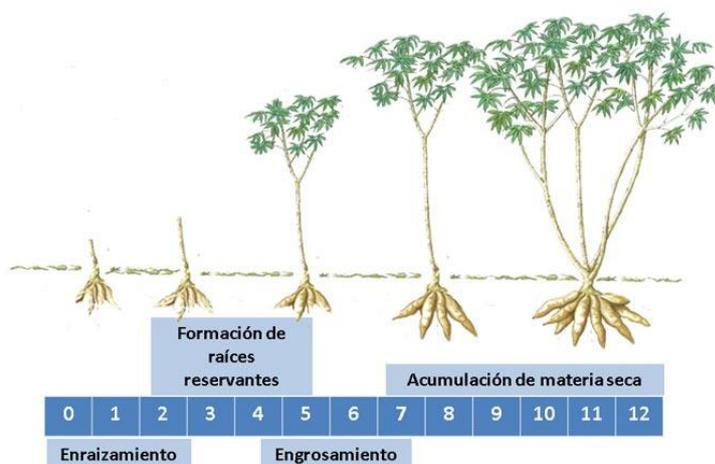


Figura 7. Índice de maduración de la yuca

Fuente: Montalvo, 2018

2.2.16. Composición química de la yuca

2.2.16.1. Proteína cruda

El contenido de proteína bruta (PB) de este tubérculo es relativamente bajo, sin embargo, existe una variación considerable entre variedades y especies. El contenido total de (PB) en alimentos como zanahoria blanca, achira, yuca y plátano es muy baja ya que poseen en su estructura (1.7-3.9%), mientras que el ñame y la papa tienen valores más altos (6-11%) (Knowles, Pabón, & Carulla, 2012).

2.2.16.2. Almidón

El contenido de almidón en materia seca (MS) de los tubérculos es similar al de algunos cereales. Para la yuca, se ha determinado que el contenido de almidón varía de 72.9% a 87.9% estos datos se cambian según la variedad analizada. El almidón de yuca tiene un contenido de amilosa del 14 % al 19 %, mientras que el almidón de plátano tiene un contenido de amilosa del 37 % (Knowles, Pabón, & Carulla, 2012).

2.2.16.3. Factores anti nutricionales

En algunos tubérculos tradicionales como la yuca y papa, se encuentran presentes algunos factores anti nutricionales que podrían restringir su uso en raciones para algunos animales.

“La planta de yuca produce dos glucósidos que se encuentran presentes en mayor proporción en la cáscara. El contenido de HCN (Cianuro de hidrógeno), este compuesto en la yuca, varía en función de algunos factores como: edad de la planta, variedad, etapa de crecimiento y parte de la planta” (Knowles, Pabón, & Carulla, 2012).

2.2.17. Uso de la yuca

En la Figura 8 se plantea un ejemplo de chips a base de yuca.

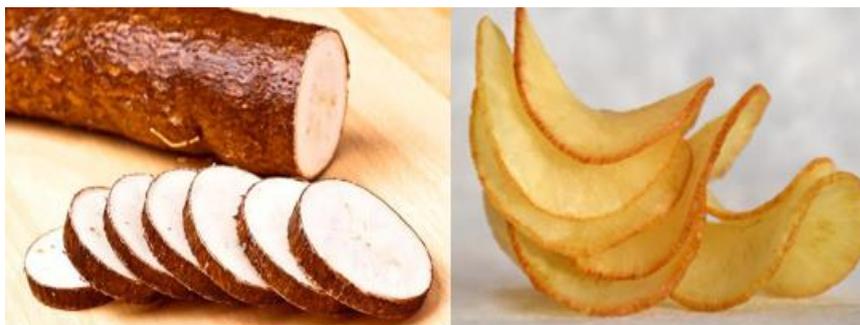


Figura 8. Chips de yuca.

Fuente: FAO (2008)

La yuca se usa principalmente como alimento humano, además es considerada el segundo tubérculo más consumido en la mayoría de las familias después de la papa, debido a la similitud en volumen de producción y perecibilidad del producto. La información proporcionada sobre el consumo de yuca es la proporcionada por la FAO. En dicho análisis estadístico se indica que, a mediados de los años 70, el 65% del total de la producción de yuca se usó únicamente como fuente básica de energía para dietas humanas, pero además de servir como alimento humano, la yuca se emplea para la alimentación animal y la extracción de almidones (Pabón, 2015).

La FAO considera que en los cultivos de yuca a nivel mundial sólo se pierde un 10% de la producción total; sin embargo, si se tienen presentes las pérdidas que ocurren durante el procesamiento, ese porcentaje es probablemente superior. En el caso de la yuca las tasas de extracción (cantidad de producto procesado que se obtiene por cada unidad de raíces frescas usadas) son mucho más bajas que las teóricamente posibles (Gallego, 2015).

2.2.18. Alteraciones del aceite durante la fritura

2.2.18.1. Formación de color

Cuando los alimentos se sumergen en aceite, se forman y acumulan sustancias como azúcares, almidones, proteínas, fosfatos, compuestos de azufre y metales traza durante la fritura. Estas sustancias se vuelven marrones y reaccionan con el aceite, oscureciéndolo. A medida que el aceite se oscurece, los alimentos fritos se oscurecerán más rápido y eventualmente llegarán al punto en que los alimentos fritos se oscurecerán y quedarán poco cocidos, dando la impresión de que han sido poco cocinados y presentando

características no deseadas: color gris, opaco, desigual, etc. La rapidez de formación de color en los aceites varía con el alimento y la calidad final del producto final se degradará por las razones mencionadas anteriormente (Viera, 2005).

2.2.18.2. Oxidación

Durante la fritura, la primera reacción que se observa es el deterioro del aceite, seguido de oxidación, también conocida como enranciamiento. La oxidación del aceite para freír puede crear un sabor extraño que hace que los consumidores rechacen los alimentos procesados.

Algunos de los olores y sabores desagradables son el resultado de la formación de sustancias químicas como hidrocarburos, cetonas, aldehídos y alcoholes, incluidos intermediarios inestables llamados peróxidos.

Del mismo modo, la oxidación del aceite muestra algunos cambios en las características sensoriales, de sabor y olor, oscurecimiento del aceite, cambios físicos, mayor viscosidad y cambios químicos, formación de polímeros, compuestos volátiles (Viera, 2005).

2.2.18.3. Polimerización

“Una oxidación excesiva suele ir acompañada de polimerización. Calentar en varias ocasiones el aceite provoca algunas reacciones desagradables en él”. Este proceso trata de una reacción química de los ácidos grasos insaturados presentes en el aceite de cocinar. Reaccionan para formar primero dímeros (dos moléculas grasas conectadas) y luego polímero (múltiples moléculas conectadas) triglicéridos. El aceite se vuelve más viscoso y es más difícil que se evapore el agua del aceite, y al igual que sucede con el aceite nuevo, el calor no accede al alimento de forma adecuada, no se produce la reacción de oscurecimiento y el alimento se apelmaza y se seca (Del Campo, 2006).

2.2.18.4. Hidrólisis

Es la reacción del agua del alimento con el aceite de freír formando ácidos grasos libres. Los triglicéridos cuando se colocan en un ambiente húmedo o al agua, se descomponen en diglicéridos y monoglicéridos, liberando una o dos cadenas de ácidos grasos. Los triglicéridos de ácidos grasos de cadena corta son más sensibles que los triglicéridos de ácidos grasos de cadena larga. A esto se le conoce como “saponificación” (Juárez & Sammán, 2007).

2.2.19. Chips de yuca

Algunos de los procesos de transformación de la yuca, según los resultados de la encuesta realizada a la población, afirma que la demanda en la industria de alimentos y snacks de Ecuador aumentó un 10% en 2013. Como resultado, la región tuvo que efectuar nuevas líneas de producción. Estas nuevas metodologías han elevado la capacidad de producción en promedio de un 40% por hora, como se ha podido evidenciar en la elaboración de snacks de yuca, que en la actualidad se ha incrementado no solo en la cocina sino también en el sector industrial (Higuera & Prado, 2013, p.15).

Los snacks se clasifican según el tratamiento de cocción al que son sometidos, por ejemplo, snacks fritos (chips de frutos y tubérculos), otros productos mediante proceso de extrusión (copos de maíz, cebada, quitina, etc.) (Higuera & Prado, 2013, p.16).

En algunos de los países industrializados y en países en vía de desarrollo como Ecuador, la demanda de snacks aumenta de manera significativa. Esto se debe a que las poblaciones de los países industrializados dedican menos tiempo a comer, especialmente al mediodía, y por ello tienen la costumbre de llevar snacks al trabajo (Alban & Araucano, 2019).

Como mencionan, (Burbano, García, & Martínez, 2017) es necesario en la yuca (*Manihot esculenta*) encontrar alternativas de postcosecha para incentivar su producción, procesamiento y comercialización ya que simplemente es usada en el campo culinario desperdiciando así los beneficios de este tubérculo y la generación de nuevas alternativas en el campo industrial. Es importante tener en conocimiento que las raíces tuberosas debido al contenido nutricional que posee son recomendadas para la alimentación de bebés por medio de la producción de papillas, sopas, elaboración de snacks, preparación de coladas, dulces y conservas.

2.2.20. Pardeamiento enzimático plátano y yuca

En la Figura 9 se presenta un ejemplo del pardeamiento enzimático típico en tubérculos al momento de un corte.

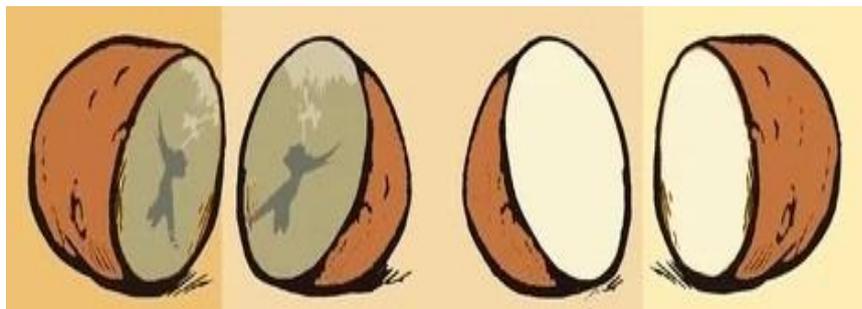


Figura 9. Pardeamiento enzimático en tubérculos

Fuente: Álvarez (2018)

El pardeamiento enzimático es una reacción de oxidación en la que interviene como sustrato el oxígeno molecular.

La yuca y el plátano son alimentos altamente perecederos que después de la cosecha se deterioran rápidamente sufriendo un pardeamiento enzimático es decir aparición de estrías de coloración de blanco a pardo que ocasiona pérdidas económicas y de calidad en los productos además son responsables el rechazo sensorial de los consumidores hacia estos productos.

Es importante mencionar que este factor no es únicamente por parte de la acción enzimática que realiza, otro motivo muy importante por lo que se presenta es por su poscosecha, en la agricultura tradicional de estas materias primas no se tiene tratamientos para evitar su aparición (Carulla, Knowles, & Pabón, 2012).

En el caso de la yuca son daños físicos y mecánicos, representado en golpes, abolladuras o cortes; en el caso del plátano que no es de exportación se presentan principalmente daños físicos en todo el racimo, es decir golpes.

Entre los métodos empleados para el control del pardeamiento enzimático son más comunes tratamientos físicos, tratamientos térmicos y radiación, que producen la inactivación de carácter irreversible de las enzimas responsables de los procesos.

Dentro de los compuestos que actúan a nivel de las enzimas aparecen los que modifican el pH y agentes reguladores, la acidificación del medio, a través de la utilización de ácidos orgánicos como cítrico, ascórbico, málico (Addosio, Páez, & Marín, 2005).

2.2.21. Acrilamidas

La acrilamida es un compuesto orgánico de amida, blanco, cristalino, inodoro, soluble en agua, pero insoluble en heptano, muy utilizado en la fabricación de papel, extracción de metales, textil y tintura.

De acuerdo con el informe de la Autoridad Nacional de Alimentos de Suecia en 2002, afirman que encontraron acrilamida en productos ricos en almidón como papas, cereales (arroz), palomitas de maíz, pizza, derivados del café, cereales para el desayuno (Kellogg), algunos productos de panadería (galletas, churros) y otros productos alimenticios, cuando se cocina a altas temperaturas es decir mayor de 120° C (Garzón, 2014).

Las altas temperaturas de cocción provocan cambios químicos debido a la reacción de Maillard o glicación de las proteínas presentes en alimentos, que comienza con la reacción del grupo amino de la proteína con el péptido o aminoácidos libres con el grupo carbonilo del azúcar reductor (fructosa, glucosa, entre otros), estos confieren al alimento sus propiedades caramelizantes. Esta reacción se ve afectada por varios factores como la temperatura de cocción, la presión, el tiempo de cocción, el pH, entre otros, lo cual protege por la presencia de metales de transición como el cobre y el hierro. Un cambio en cualquiera de estos factores cambia la velocidad de reacción y el producto final (Ronco, 2007).

2.2.22. Fundamento Fritura de inmersión

La fritura por inmersión, como tratamiento consecuente a la deshidratación osmótica, es un proceso que consiste en sumergir un alimento en un fluido de características comestibles y a temperatura mayor a la del punto de ebullición del agua (160-180°C) (Montes & Millar, 2016).

Durante el desarrollo se forman procesos de transferencia de calor y masa de manera conjunta, mientras el aceite transfiere calor por convección a la superficie de las rebanadas sometidas al tratamiento, esta energía es transferida al centro térmico del snack por mecanismos de conducción; congruente a ello, el agua contenida en el producto se vaporiza debido al cambio de energía con el medio, mientras este proceso se lleva a cabo el producto gana aceite generando un intercambio de masa por mecanismos de difusión, por medio de este tratamiento se forma una capa externa, que es de gran importancia durante el proceso de fritura por inmersión, por medio de dicha técnica el proceso provee características sensoriales sobre el snack; de manera

fundamental en el sabor y textura del mismo. (Montes & Millar, 2016).

A nivel mundial, la fritura es uno de los métodos de cocción que tiene mayor aceptabilidad, lo que se ve reflejado en la amplia oferta que existe en el mercado de productos fritos y pre-fritos (Acosta & Chávez, 2020) .

En la Figura 10 se presenta el proceso de fritura de inmersión de plátanos usando aceite de palma.



Figura 10. Fundamento de fritura de inmersión o profunda.

Fuente: Almeida. (2013)

2.2.23. Fundamento de horneado

El horneado o cocido al horno es un proceso de cocción que consiste en cocer un alimento sometiéndose a la acción indirecta del calor en un ambiente seco. Las temperaturas empleadas oscilan entre los 100 y 250°C, dependiendo del tamaño de la pieza y del tipo de alimento a hornear, este es un proceso similar al asado, solo que en el asado el calor se aplica de forma directa (García, Texturometría instrumental: puesta a punto y aplicación a la tecnología de horneado en alimentos, 2012).

Cuando cocemos al horno normalmente lo hacemos en una placa o bandejas, por esta razón es recomendable antes de usar las placas o bandejas, untar previamente con alguna grasa para que no se peguen los alimentos.

De acuerdo con el estudio realizado por (Aguilar, 2012) En el caso del horneado, la cocción es diferente a los métodos anteriormente mencionados ya que el alimento no se cuece por exponerlo al agua o al aceite, más bien el calor se distribuye por los límites del horno, esto permite que el calor sea uniforme y que el alimento mantenga una cocción equilibrada y constante. Una aplicación muy común de esta técnica culinaria es en carnes y repostería (pasteles, galletas). “La utilización del horno permite que la temperatura se

distribuya por convección, y en un segundo momento por conducción.

Este método implica colocar el alimento en el horno, en donde la humedad de la superficie se evapora y el aire caliente la succiona. El bajo contenido de humedad dentro del horno crea un gradiente de presión en donde el vapor que empuja el agua desde el interior hacia la superficie de los alimentos. La rapidez de evaporación de los alimentos depende de su naturaleza y de la velocidad de calentamiento del horno. A medida que el agua sale más rápido a la superficie, esta evaporación va migrando hacia el interior del alimento. Su superficie se seca y su temperatura eventualmente iguala la del horno, formando una costra (Castilla, 2017).

En la Figura 11 presentada a continuación se puede evidenciar el fundamento del horneado y un típico horno.



Figura 11. Fundamento proceso de horneado.

Fuente: Casilla (2015)

2.2.24. Fundamento de fritura por aire

“En los últimos años se han incrementado investigaciones acerca de nuevas alternativas tecnológicas en el procesamiento de alimentos que reduzcan el contenido de grasa manteniendo la calidad nutricional y sensorial de los mismos” (Chong, Mazzitelli, & Quintero, 2019). Su función se realiza en un pequeño horno de convección doméstico que simula la deshidratación y la construcción de una textura típica en la corteza de los alimentos fritos, es decir, imita la fritura profunda convencional sin sumergir los alimentos en aceite.

El sistema depende de un ventilador hace circular aire caliente a velocidad alta, el alimento frito se consigue por trato directo del producto y una emulsión externa de gotas

de aceite en aire caliente dentro del dispositivo que está en rotación constante, por medio de esta técnica se pueden disminuir las calorías hasta en un 70% u 80% del alimento (Teruel & Gordón, 2015). Numerosos estudios han reportado que el contenido de grasa total en los productos obtenidos por este método es más bajo, la formación de acrilamidas se comprime y los atributos sensoriales llegan a ser similares a los fritos por inmersión en aceite, es económico y se encuentra equipos de uso domésticos comercialmente disponibles a la venta a nivel mundial (Teruel & Gordón, 2015).

En la Figura 12 presentada a continuación se presenta una freidora de aire.



Figura 12. Fundamento de fritura por aire.

Fuente: Casilla (2015)

2.2.25. Calidad nutricional

La calidad de un alimento comprende atributos propios que el consumidor evalúa previo a su adquisición, siendo la inocuidad el atributo implícito del que no se puede prescindir. Este término engloba características nutricionales, sensoriales, métodos de producción y elaboración, origen, aptitud funcional y tecnológica (Benedetto, 2019).

Por lo general estos atributos hacen énfasis a las características sensoriales de sabor, aroma, color, textura y a los aspectos nutricionales tal como el contenido general de proteína, grasas, humedad, cenizas (Locaze, 2016). Este término posee un concepto complejo ya que puede variar según los factores culturales y algunas estrategias comerciales. Por lo tanto, se concepto susceptible de ser analizado según tres aspectos:

- Respaldao la inocuidad del producto final, la cual garantiza la seguridad de adquirir el producto.
- Logrando satisfacer necesidades nutricionales, tanto a nivel individual de los consumidores que, por ejemplo, pueden prestar atención al potencial preventivo

de una dieta saludable como a nivel gubernamental, mediante la implementación de políticas públicas que proveen de alimentos enriquecidos a segmentos poblacionales con deficiencias nutricionales específicas.

- Inclusión de nuevas características las cuales permiten la diferenciación del producto final.

En la actualidad, numerosos estudios reflejan que esta tendencia del término “calidad nutricional” es protagonizada por consumidores que buscan alimentos saludables, y hallan en algunos productos generalmente de origen vegetal una alternativa atractiva.

2.2.26. Influencia de la temperatura en las propiedades fisicoquímicas

La temperatura del baño de aceite, tratamientos térmicos, grosor y tiempo de residencia son las principales variables de operación de transferencia de masa en la fritura de snacks. Factores como la textura, el color y el sabor desarrollados en el producto, limitan el rango de temperatura que se utiliza en el proceso de la obtención de estos ya que incide de manera primordial en características nutricionales de la materia prima que se procesa (Álvarez, 2003). En la yuca diferentes factores que pueden incidir sobre los parámetros fisicoquímicos presentes en ella como la variedad, edad de la planta, temperatura de tratamientos asociados, entre otros.

Dado es el caso de la amilosa que es un polímero lineal constituido de moléculas de glucosa, forma cristalizada (que se rompen a temperatura elevada) en los gránulos de almidón; de la adsorción de agua y de la formación de geles, en el curso de la retrogradación, además de la proporción de la pérdida de humedad incrementa a medida que incrementa la temperatura (Rojas, 2012).

El plátano por su parte ha sido estudiado por sus contenidos fenólicos, actividad de la PFO, pH, temperatura e índice de pardeamiento han sido estudiadas por varios autores en diferentes frutas. Varias estrategias se han empleado para el control del pardeamiento enzimático en este fruto que resulta ser mínimamente procesado, entre ellas se encuentran: tratamientos térmicos, luz ultravioleta, recubrimientos comestibles y agentes químicos como ácidos carboxílicos y fenólicos, compuestos azufrados (tioles y sulfitos) y resorcinoles entre otros que al tener contacto con elevadas temperaturas son significativamente volátiles, es importante determinar temperaturas que mantengan la esencia de este fruto que posee valor nutricional alto (Dávila, Cortés, & Gil, 2016).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Esta investigación se enfoca a un análisis cuali-cuantitativo, debido a que se obtuvieron datos realizando un análisis causa-efecto entre las variables evaluadas, además del desarrollo de un diseño estadístico y de manera cualitativa se empleó el análisis de las características sensoriales de chips industrializados de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) con distintos métodos de cocción, que permiten aprobar o refutar la hipótesis planteada en esta investigación, reportando así resultados experimentales reales.

3.1.2. Tipo de investigación

La presente investigación se caracteriza por ser descriptiva, exploratoria y experimental, ya que se la realizó en un determinado periodo de tiempo, con la ayuda de un diseño experimental que permitirá la combinación de tratamientos en donde presentará nuevas alternativas para la industrialización de plátano y yuca del cantón Arajuno e identificar los cambios físico- químicos y sensoriales a través de una experimentación con el fin obtener una estandarización de procesos para la obtención de chips.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis nula

El tratamiento de cocción (horneado, fritura de aire, fritura de inmersión), no influyen en las características fisicoquímicas y sensoriales en chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) de dos variedades.

3.2.2. Hipótesis afirmativa

El tratamiento de cocción (horneado, fritura de aire, fritura de inmersión), influyen en las características fisicoquímicas y sensoriales en chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) de dos variedades.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Definición de variables

Variable independiente (VI):

En la Tabla 4 se evidencian las variables independientes de este estudio las cuales se basan en las variedades de plátano y yuca, además de los tratamientos de cocción empleados para la obtención de chips.

Tabla 4. Variables independientes

Producto	Variedades	Tratamiento de cocción
Yuca	amarilla/ blanca	Horneado 140°C
		Fritura por inmersión 180°C
		Fritura de aire 120°C
Plátano	dominico/ barraganete	Horneado 140°C
		Fritura por inmersión 180°C
		Fritura de aire 120°C

Variable dependiente (VD):

En la Tabla 5 se presentan las variables dependientes determinadas en este estudio.

Tabla 5. Variables dependientes.

Producto	Características fisicoquímico y sensorial
Yuca amarilla/blanca	Análisis fisicoquímico (proteína, almidón, grasa, sodio, cenizas, humedad, microbiológicos, índice de peróxidos) Sensorial (olor, color, sabor, textura)
Plátano dominico/barraganete	Análisis nutricional (proteína, almidón, grasa, sodio, cenizas, humedad, microbiológicos, índice de peróxidos) Sensorial (olor, color, sabor, textura)

En la Tabla 6 se presenta la tabla de operacionalización de variables, donde se detallan todos los factores a analizar en esta investigación.

Tabla 6. Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variedad Yuca Blanca o Dulce Amarilla o Amarga Plátano Dominicano Barraganete	Análisis fisicoquímicos de la materia prima	● % Proteína	Metodología Kjeldahl	NTE INEN- 519
		● % Cenizas	Determinación gravimétrica	NTE INEN - 520
		● % Fibra cruda	Metodología acido-base y calcinación	NTE INEN- 522
		● % Humedad	Metodología de desecación por estufa	NTE INEN- 518
		● % Grasas	Metodología extracción de reflujo Soxhlet	NTE INEN- 523
		● % Almidón	Análisis comparativo de sólidos solubles	NTE INEN- 524
		● °Brix	Metodología Dornic	NTE INEN- 273
		● Acidez	Metodología potenciométrica	NTE INEN-521
		● pH		NTE INEN- 1842
		Variable Dependiente		
Análisis Sensorial	Calidad sensorial	● Olor	Prueba de escala hedónica (afectiva)	Ficha de cata para prueba hedónica
		● Color		
Análisis Fisicoquímico	Calidad fisicoquímica de chips de plátano y yuca	● Sabor	NTE INEN-1529	
		● Textura		
		● Análisis Microbiológico (UFC)		
		● % Proteína	Metodología Kjeldahl	NTE INEN- 519
		● % Cenizas	Determinación gravimétrica	NTE INEN - 520
		● % Fibra cruda	Metodología acido base y calcinación	NTE INEN- 522
		● % Humedad	Metodología de desecación por estufa	NTE INEN- 518
		● % Grasas	Metodología extracción Soxhlet	NTE INEN- 523
		● % Almidón	Metodología sacarimétrica	NTE INEN- 524
		● % Índice de Peróxidos	Metodología química oxido-reducción	NTE INEN- 277
● % Sodio	Metodología de Morh	NTE INEN- 2236		

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos específicos de manejo de experimento

En la presente investigación se usó el método experimental a través de múltiples ensayos como deshidratación osmótica, horneado, fritura de aire y fritura de inmersión con distintas temperaturas y tiempos con lo cual se definen los tratamientos de cocción, las temperaturas, tiempos y variedades, definidos en este estudio.

3.4.2. Información Bibliográfica

La información utilizada para la elaboración de este trabajo de investigación se obtuvo por medio de indagación en libros, artículos científicos, periódicos, revistas, normativa nacional e internacional, investigaciones previas y páginas web. Dicha información se recaudó referente al tema y bases estadísticas de datos reales, tales como, definiciones, características de las materias primas y de los productos, metodología y análisis (físicoquímicos y sensoriales).

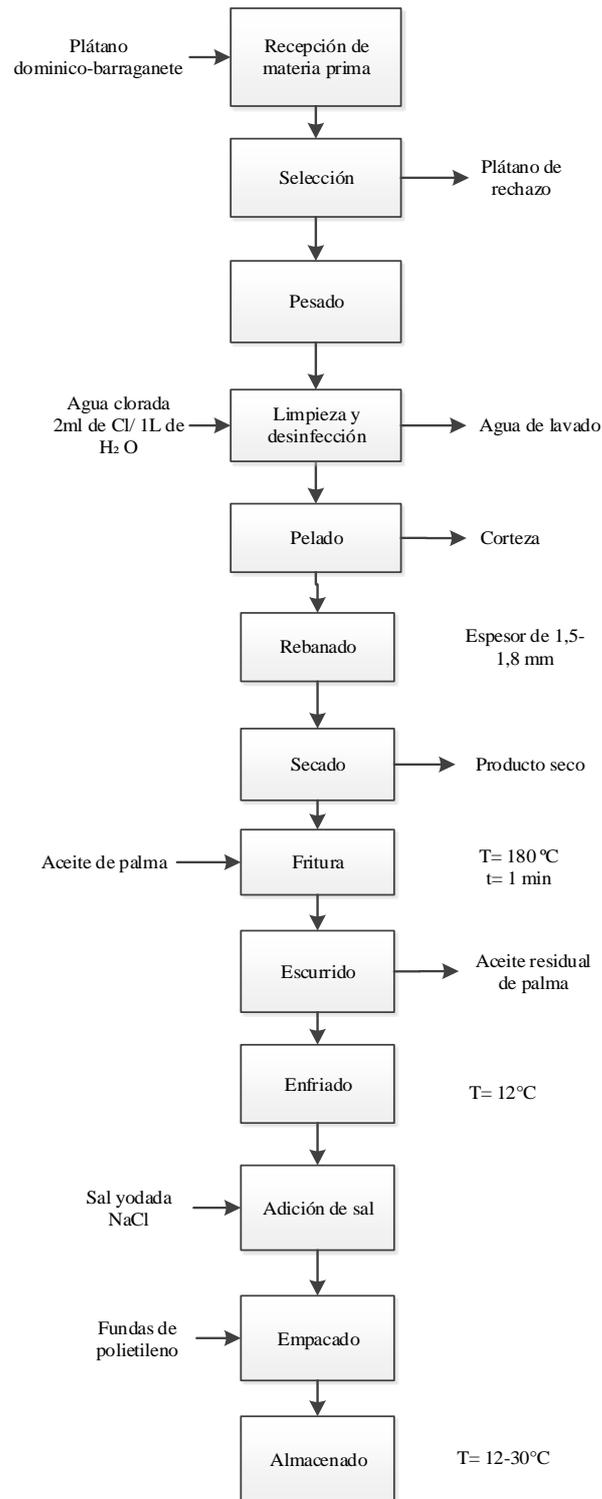
3.4.3. Información Procedimental

La materia prima usada en la presente investigación es recolectada de las chakras del cantón Arajuno provincia de Pastaza. La cantidad usada es de 5 kg de dos variedades de plátano y yuca. De tal modo, se obtuvo datos referenciales los cuales se registran para el desarrollo de la investigación donde abarcan materia prima e insumos, control y flujograma de procesos.

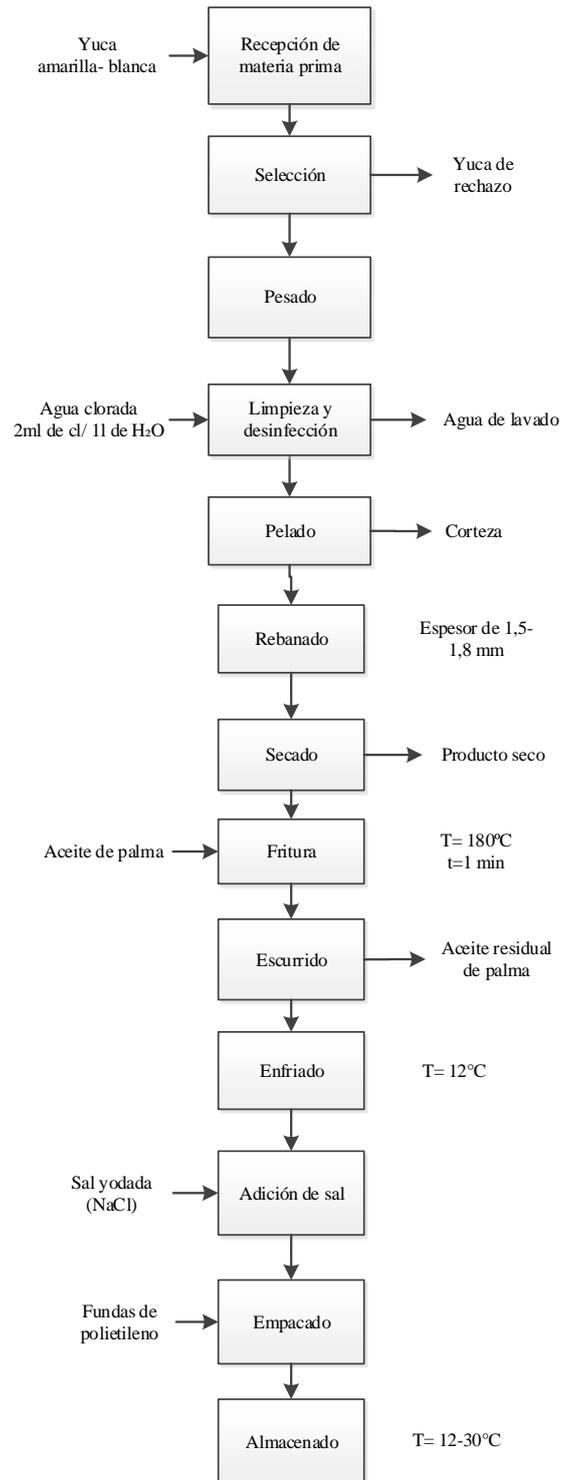
3.4.4. Proceso de obtención de chips de plátano y yuca.

Para la obtención de chips a partir de plátano y yuca se tomó como base la metodología propuesta por: (Elizalde & Pazmiño, 2015).

3.4.4.1. Descripción del proceso de obtención de Chips plátano fritos



3.4.4.2. Descripción del proceso de obtención de Chips de yuca fritos



Recepción de materia prima: El plátano y yuca usados para esta investigación proviene del cantón Arajuno provincia de Pastaza.

Selección: Seleccionar el plátano y yuca frescos de grado de maduración aptos, libres de golpes, podredumbre o cualquier tipo de anomalía, causado por daño mecánico o a su vez por daño microbiológico.

Limpieza y desinfección: Lavar con agua hasta eliminar por completo residuos de tierra, hierbas, ramas, raíces, entre otras materias extrañas que puedan encontrarse presente. Posterior a la selección y limpieza, proceder a desinfectar la materia prima con una solución de agua clorada a 2 ml/ 1 L de H₂O.

Pelado: Esta operación se realiza de manera manual en ambos casos, se empieza cortando las puntas de ambos extremos de la materia prima 2 cm (³/₄) aproximadamente.

Realizar una incisión en la cáscara a lo largo con un cuchillo de cocina, pero sin entrar en la "masa", en el caso de la yuca debe ser troceada para cortar de manera más sencilla.

Por último, separar la cáscara de la masa empujando desde los cortes, hasta retirar toda la piel de los productos y lavar con abundante agua.

Rebanado: Rebanar el plátano y la yuca empleando una cortadora de cuchillas rotatorias industrial, la cual debe proporcionar un corte liso y espesor de 1.5-1.8 mm aproximadamente.

Secado: Las láminas de plátano y yuca esparcidas eliminan el agua restante mediante una un secado al ambiente durante 5 min, esta operación se realiza con el fin de que el proceso de fritura sea mucho más efectivo.

Fritura: Adicionar las láminas de plátano y yuca a las freidoras, de la siguiente manera: para plátano 180°C durante 45 segundos y para yuca de 180°C durante 1 minuto.

Escurrido: Eliminar el excedente de aceite de palma de los chips, con la ayuda de papel absorbente y rejillas metálicas para la separación del aceite.

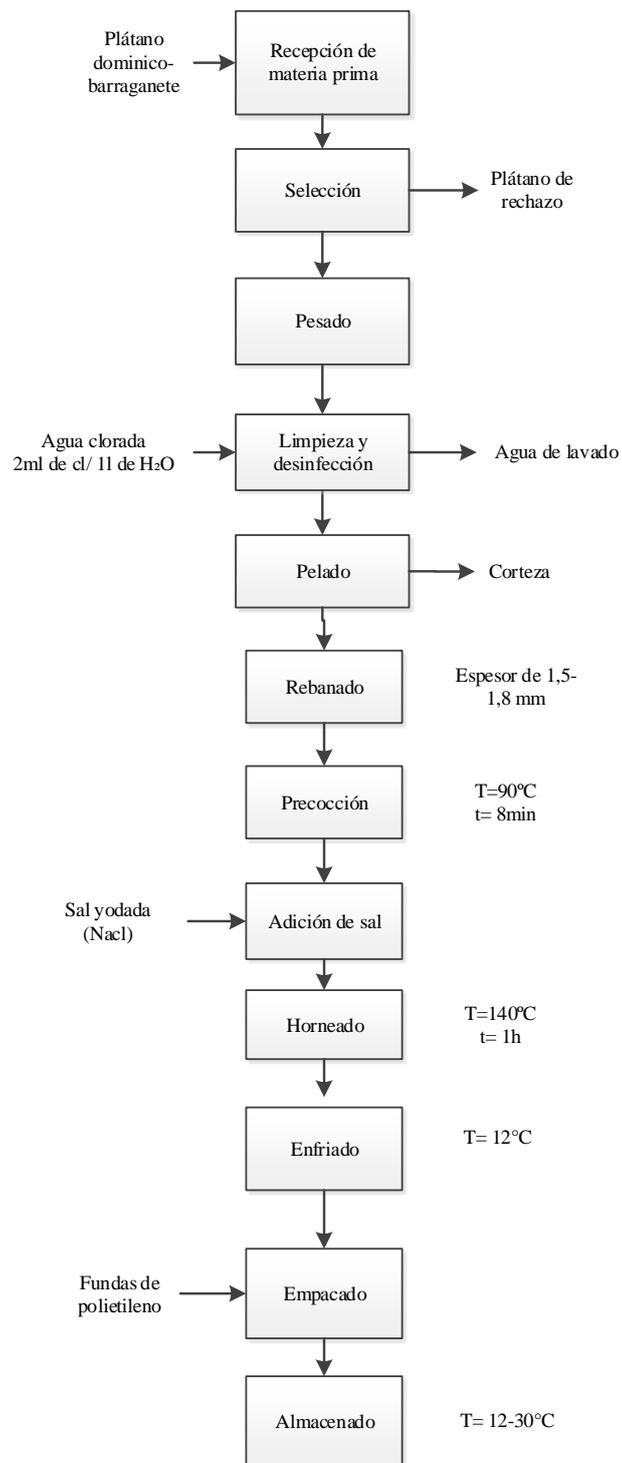
Enfriado: Reducir la temperatura de chips hasta que se encuentren aproximadamente a 12°C, esta operación se realiza con el fin de que los chips no presenten enranciamiento o cambios de textura una vez empacados.

Adición de sal: Añadir sal a los chips de plátano y yuca, agitar suavemente y distribuir la sal de manera uniforme por toda la superficie.

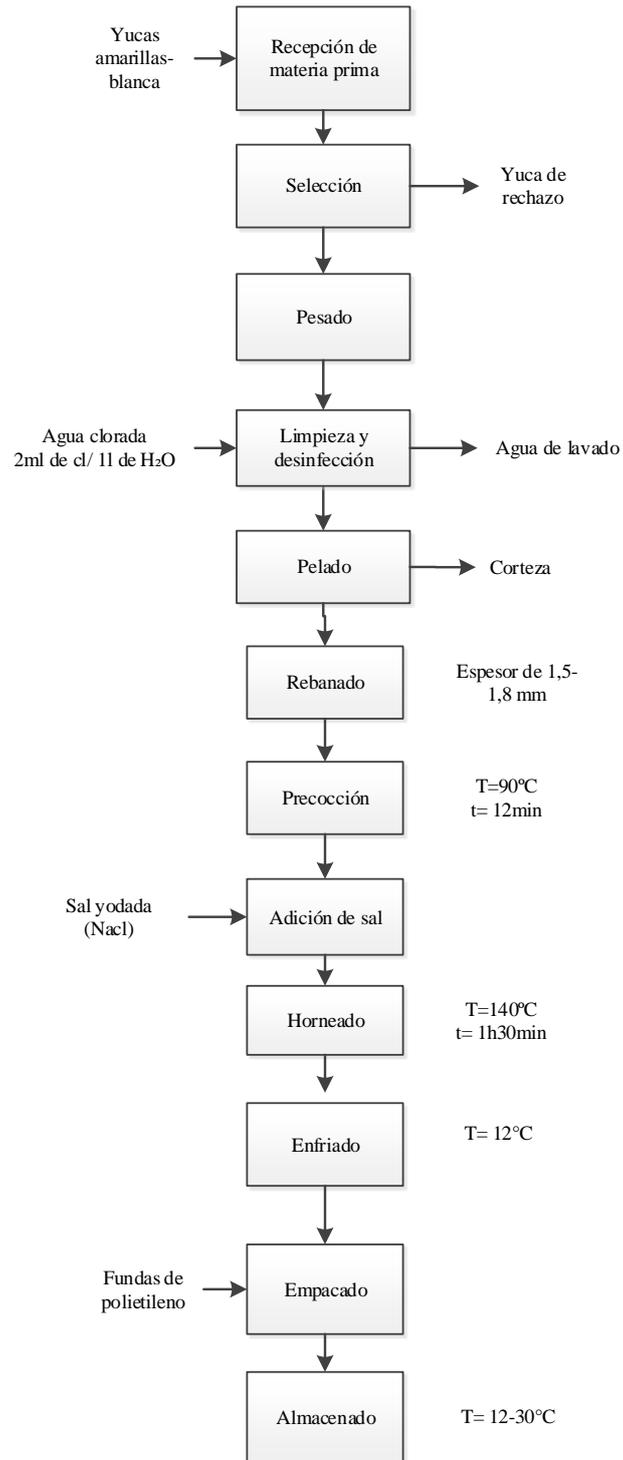
Empacado: Empacar los chips de plátano y yuca en fundas de polietileno, las cuales ayudarán a preservar sus características sensoriales, alargar el tiempo de vida útil y evitar el enranciamiento de la grasa.

Almacenado: Almacenar los chips a una temperatura entre a 12-30°C para preservar sus características propias y que no sufra ningún tipo de adulteración.

3.4.4.3. Descripción del proceso de obtención de Chips de plátanos horneados



3.4.4.4. Descripción del proceso de obtención de Chips de Yuca Horneadas



Recepción de materia prima: El plátano y yuca usados para esta investigación proviene del cantón Arajuno provincia de Pastaza.

Selección: Seleccionar el plátano y yuca frescos de grado de maduración aptos, libres de golpes, podredumbre o cualquier tipo de anomalía, causado por daño mecánico o a su vez por daño microbiológico.

Limpieza y desinfección: Lavar con agua hasta eliminar por completo residuos de tierra, hierbas, ramas, raíces, entre otras materias extrañas que puedan encontrarse presente. Posterior a la selección y limpieza, proceder a desinfectar la materia prima con una solución de agua clorada a 2 ml/ 1 L de H₂O.

Pelado: Esta operación se realiza de manera manual en ambos casos, se empieza cortando las puntas de ambos extremos de la materia prima 2 cm ($\frac{3}{4}$) aproximadamente.

Realizar una incisión en la cáscara a lo largo con un cuchillo de cocina, pero sin entrar en la "masa", en el caso de la yuca debe ser troceada para cortar de manera más sencilla.

Por último, separar la cáscara de la masa empujando desde los cortes, hasta retirar toda la piel de los productos y lavar con abundante agua.

Rebanado: Rebanar el plátano y la yuca empleando una cortadora de cuchillas rotatorias industrial, la cual debe proporcionar un corte liso y espesor de 1.5-1.8 mm aproximadamente.

Precocción: Las láminas de plátano y yuca necesitan de una primera cocción rápida en el caso del plátano necesitamos una temperatura de 90°C durante 8 minutos, a diferencia de la yuca que necesita una temperatura de 90°C durante 12 minutos. Este tratamiento térmico es de vital importancia antes del horneado ya que modifica su aspecto, impidiendo la oxidación enzimática y brindando características sensoriales finales similares a un chip comercial.

Adición de sal: Añadir sal a las rebanadas de plátano y yuca, una vez ubicadas en las bandejas de horneado, distribuir de forma homogénea sobre la superficie.

Horneado: Este método se basa en ubicar las láminas de plátano y yuca en bandejas y generar su cocción mediante aire caliente, engrasar las bandejas con una mínima cantidad de margarina para evitar que las rebanadas de plátano y yuca se adhieran a estas los chips. Este tratamiento térmico se aplica de manera directa a las rebanadas de plátano a

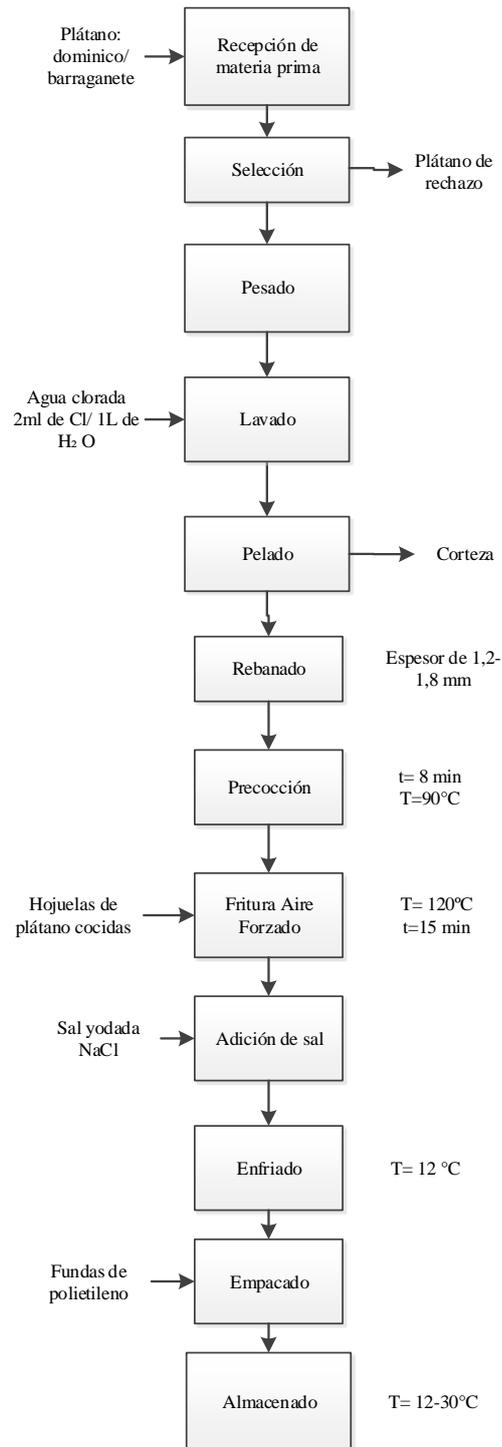
temperatura de 140°C durante 1 hora mientras que para los chips de yuca se necesita una temperatura de 140°C durante 1 hora y 30 minutos.

Enfriado: Reducir la temperatura de chips hasta que se encuentren aproximadamente a 12°C, esta operación se realiza con el fin de que los chips no presenten enranciamiento o cambios de textura una vez empacados.

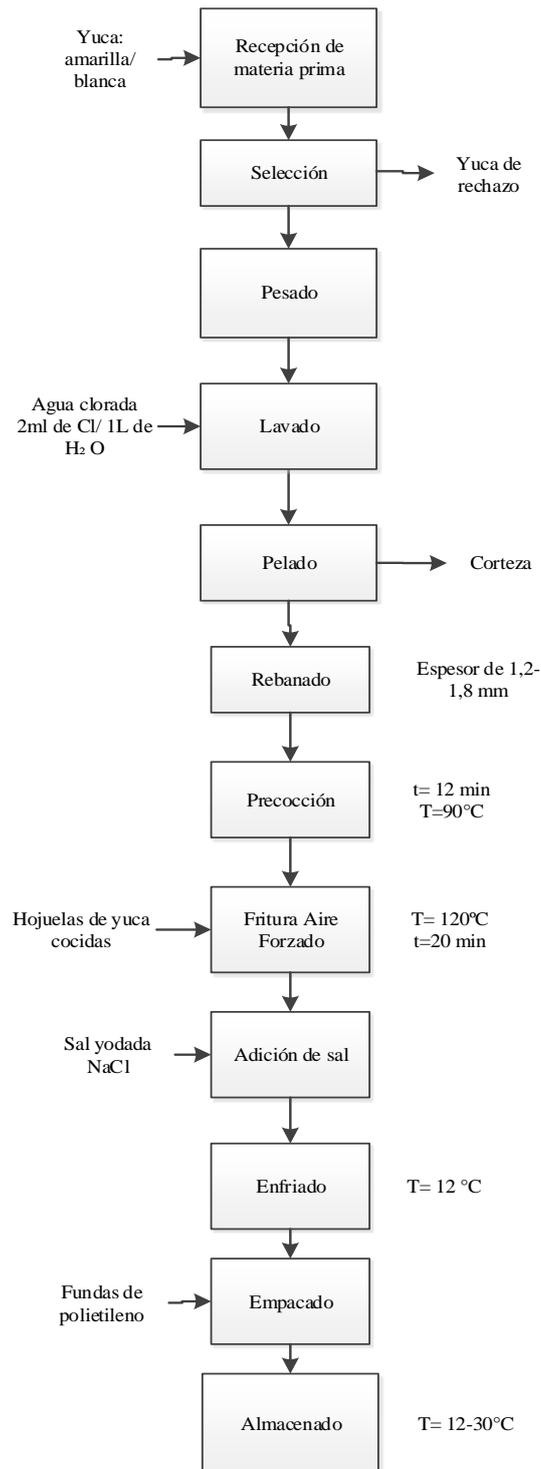
Empacado: Empacar los chips de plátano y yuca en fundas de polietileno, las cuales ayudarán a preservar sus características sensoriales, alargar el tiempo de vida útil y evitar el enranciamiento de la grasa.

Almacenado: Almacenar los chips a una temperatura entre a 12-30°C para preservar sus características propias y que no sufra ningún tipo de adulteración.

3.4.4.5. Descripción del proceso de obtención de Chips de Plátano Frito por aire



3.4.4.6. Descripción del proceso de obtención de Chips de Yuca Frita por aire



Recepción de materia prima: El plátano y yuca usada para esta investigación proviene del cantón Arajuno provincia de Pastaza.

Selección: Seleccionar el plátano y yuca frescos de grado de maduración aptos, libres de golpes, podredumbre o cualquier tipo de anomalía, causado por daño mecánico o a su vez por daño microbiológico.

Limpieza y desinfección: Lavar con agua hasta eliminar por completo residuos de tierra, hierbas, ramas, raíces, entre otras materias extrañas que puedan encontrarse presente. Posterior a la selección y limpieza, proceder a desinfectar la materia prima con una solución de agua clorada a 2 ml/ 1 L de H₂O.

Pelado: Esta operación se realiza de manera manual en ambos casos, se empieza cortando las puntas de ambos extremos de la materia prima 2 cm (³/₄) aproximadamente.

Realizar una incisión en la cáscara a lo largo con un cuchillo de cocina, pero sin entrar en la "masa", en el caso de la yuca debe ser troceada para cortar de manera más sencilla.

Por último, separar la cáscara de la masa empujando desde los cortes, hasta retirar toda la piel de los productos y lavar con abundante agua.

Rebanado: Rebanar el plátano y la yuca empleando una cortadora de cuchillas rotatorias industrial, la cual debe proporcionar un corte liso y espesor de 1.5-1.8 mm aproximadamente.

Precocción: Las láminas de plátano y yuca necesitan de una primera cocción rápida en el caso del plátano necesitamos una temperatura de 90°C durante 8 minutos, a diferencia de la yuca que necesita una temperatura de 90°C durante 12 minutos. Este tratamiento térmico es de vital importancia antes del horneado ya que modifica su aspecto, impidiendo la oxidación enzimática y brindando características sensoriales finales similares a un chip comercial.

Adición de sal: Añadir sal a los chips de plátano y yuca antes de someterse a la fritura por aire, y distribuir la sal uniformemente por toda su superficie dentro de la bandeja del equipo.

Fritura por aire forzado: Regular la freidora de aire con el tiempo y la temperatura señaladas para iniciar el proceso: plátano 120°C durante 15 minutos y yuca 120°C durante 20 min, las rebanadas de plátano y yuca deben recibir el mismo tratamiento térmico con agitaciones intermedias durante el proceso, esto con el objetivo de una fritura uniforme.

Enfriado: Reducir la temperatura de chips hasta que se encuentren aproximadamente a 12°C, esta operación se realiza con el fin de que los chips no presenten enranciamiento o cambios de textura una vez empacados.

Empacado: Empacar los chips de plátano y yuca en fundas de polietileno, las cuales ayudarán a preservar sus características sensoriales, alargar el tiempo de vida útil y evitar el enranciamiento de la grasa.

Almacenado: Almacenar los chips a una temperatura entre a 12-30°C para preservar sus características propias y que no sufra ningún tipo de adulteración.

3.4.4.7. Equipos y utensilios para la obtención de chips de plátano y yuca

Equipos

En la Tabla 7 se enlistan los materiales y equipos empleados para la obtención de chips de plátano y yuca.

Tabla 7. Recursos de Materiales y equipos

Materiales	Equipos
● Plátanos	● Cocina industrial
● Yucas	● Recipientes plásticos
● Sal	● Cucharas
● Aceite de palma	● Balanzas
● Agua	● Cuchillos
● Cloro	● Freidoras
● Margarina	● Gavetas
	● Fundas polietileno
	● Selladora
	● Freidora de aire
	● Horno semi industrial
	● Rebanadora
	● Papel absorbente

3.4.5. Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos tienen una gran importancia en los alimentos ya que, con su aporte se llega a determinar la vida útil de los mismos. “Los métodos para determinar inocuidad del alimento o la aptitud de consumo corresponden a los de detección de microorganismos patógenos” ISPCH, (2011).

3.4.5.1. Análisis de aerobios mesófilos NTE INEN 1529-5:2006

Este método radica en la garantía de que los microorganismos importantes presentes en la muestra de alimentos se multiplican para formar colonias individuales que son visibles cuando se cultivan en medios sólidos. Para contar las colonias, realice una dilución decimal de la suspensión de la muestra inicial e inocule el medio. El inóculo se incubó a 30 °C durante 72 h y se contó el número de colonias formadas. Este número se utiliza para calcular el número de microorganismos por gramo o centímetro cúbico de alimento (INEN 1529-5, 2006).

Equipos

- Stomacher
- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora regulable, rango de temperatura de (25-70) °C ± 1°C
- Balanza gramera
- Contador de colonias

Materiales

- Tubos de ensayo con tapa
- Gradillas
- Placas Petri film
- Agua peptona
- Micropipetas
- Puntas para micropipetas
- Lámpara de alcohol

3.4.5.2. Control microbiológico de mohos y levaduras viables.

Este método se basa en el cultivo entre 22°C y 25°C de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales (NTE-INEN 1529-10, 2013).

Equipos

- Stomacher
- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora regulable, rango de temperatura de (25-70) °C ± 1°C
- Balanza gramera
- Contador de colonias

Materiales

- Tubos de ensayo con tapa
- Gradillas
- Placas Petri film
- Agua peptona
- Micropipetas
- Puntas para micropipetas
- Lámpara de alcohol

3.4.5.3. Determinación de coliformes por la técnica de recuento de colonias.

Este método utiliza la técnica del recuento en placa por siembra en profundidad en agar Cristal Violeta-rojo neutro bilis (V R B) o similar y una temperatura de incubación de 30 ± 1°C para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por 24 ± 2h (NTE-INEN 1529-5, 2013).

Equipos

- Stomacher
- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora regulable, rango de temperatura de (25-70) °C ± 1°C
- Balanza gramera
- Contador de colonias

Materiales

- Tubos de ensayo con tapa
- Gradillas
- Placas Petri film
- Agua peptona
- Micropipetas
- Puntas para micropipetas
- Lámpara de alcohol

3.4.6. Análisis sensorial

Para Osorio, (2020) este análisis es uno de los más importantes para evaluar el índice de aceptación del producto final el cual se lo realiza con los sentidos. La evaluación sensorial para la industria de alimentos es una actividad clave en el desarrollo de productos que permite conocer expectativas y necesidades de los consumidores, por ello, aplicar pruebas sensoriales permite construir un perfil de aceptabilidad.

Una vez que obtenidos los chips de plátano y yuca mediante los procesos de cocción (horneado, fritura de aire y fritura de inmersión) se procedió a realizar el análisis sensorial para lo cual se nombró a cada una de las muestras mediante un código referencial, de tal manera se procede a evaluar parámetros básicos tales como: olor, color, sabor, y textura por medio de una ficha de cata que se aplicó utilizando un sistema de puntuación en una escala hedónica de 5 puntos calificativos.

En la Tabla 8 se presenta la escala hedónica usada en el análisis sensorial de chips de plátano y yuca.

Tabla 8. Puntuación de la escala de calificación de la ficha de catación sensorial

RELACIÓN	PUNTUACIÓN
Me disgusta mucho	1
Me disgusta poco	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta poco	4
Me gusta mucho	5

3.4.7. Metodología para determinación del análisis fisicoquímico

Los métodos detallados a continuación, fueron empleados para la caracterización fisicoquímica de la materia prima de dos variedades de plátano y yuca. De manera similar fueron utilizadas para la determinación fisicoquímica en los chips.

3.4.7.1. Determinación de pH INEN 526:2013

El pH se determina midiendo la diferencia de potencial entre un par de electrodos adecuados sumergidos en la misma solución. Uno es un electrodo indicador sensible a la actividad del ion hidronio, como un electrodo de vidrio, y el otro es un electrodo de comparación fuerte estático.

Materiales y equipos

- Potenciómetro, con electrodos de vidrio.
- Vaso de precipitación de 250 ml.
- Piseta
- Balanza analítica.

Procedimiento

1. La determinación debe efectuarse por triplicado sobre la misma muestra preparada.
2. Comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro, mediante el uso de las soluciones estándar.
3. Pesar, con aproximación al 0.1 mg, 10 g de muestra preparada y colocar en el vaso de precipitación, añadir 100 cm³ de agua destilada, recientemente hervida y enfriada, y agitar suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas.
4. Determinar el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con el líquido sobrenadante, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

3.4.7.2. Determinación de °Brix INEN 273

Los grados Brix se miden con un refractómetro. El principio de medición se basa en la refracción de la luz creada por la naturaleza y la concentración de los solutos. Es por esto que un refractómetro mide indirectamente la densidad de los líquidos. La unidad de medida °Bx (grados Brix). Para efectuar una medición se agrega al prisma una pequeña gota de zumo utilizando una pipeta. Observando a través de ocular del dispositivo se

puede leer los grados Brix. Al comienzo de cada serie de mediciones, se recomienda realizar una medición de control con agua (Jiménez, 2016).

Materiales y equipos

- Refractómetro de precisión
- Embudo de filtración
- Vidrio de reloj
- Vaso de precipitación 100 ml
- Matraz Erlenmeyer 250 ml
- Papel filtro
- Balanza de precisión

Procedimiento

1. Transferir aproximadamente 100 ml de solución estándar preparada al matraz Erlenmeyer de 250 ml y mezclar bien.
2. Filtrar a través del papel filtro previamente acanalado mientras cubre el embudo de vidrio.
3. Descartar los primeros 10 ml filtrados para evitar una lectura incorrecta.
4. Cuando tenga suficiente cantidad de filtrado determinar el grado brix mediante el refractómetro a 20 °C

3.4.7.3. Determinación de acidez titulable INEN 521

En el procedimiento para la determinación de la concentración total de ácidos, una alícuota de la solución que contiene el ácido se titula con una solución estándar hasta el punto en el cual una cantidad equivalente de la base ha sido añadida. Este punto final puede detectarse mediante indicadores (cambio de color), electrométricamente (pHmetro) (Centeno, 2013).

Materiales y equipos

- Matraz Erlenmeyer de 50 y 100 ml
- Pipetas, de 10 y de 25 ml
- Bureta de 25 ml
- Solución 0.1 N de hidróxido de sodio
- Solución indicadora de fenolftaleína
- Alcohol etílico de 90% (V/V)

Procedimiento

1. Tomar 10 ml de muestra a un vaso de precipitación de 250 ml con 50 ml de agua destilada.
2. Medir el pH
3. Añadir 1 ml de solución estándar de NaOH 0.1 N y mida el pH nuevamente.
4. Seguir agregando 1 ml de NaOH 0.1 N y mida el pH después de cada adición.
5. Cuando el pH esté cerca de 5, agregue 0.5 ml de solución de NaOH a diferencia de 1 ml.
6. Continúe midiendo el pH hasta que este no varíe.

3.4.7.4. Determinación de % humedad INEN 518

Procedimiento determinación de humedad

Según lo determinado en la norma INEN- ISO 712, (2013) indica que la determinación debe realizarse por triplicado, consecutivamente se procede a establecer el peso constante de las cápsulas de la determinación calentando durante 30 minutos en la estufa a $103 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Posterior se procede a enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente, pesar y anotar su peso respectivo, esto con el objetivo de obtener el resultado por diferencia en el método.

A continuación, pesar aproximadamente de 0.1 g a 5 g de muestra preparada y transferirla a la cápsula previamente enfriada es importante distribuir la muestra de manera uniforme en el fondo. Inmediatamente se procede a colocar la muestra en la estufa durante una hora. Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos operaciones de pesaje no exceda de 0.1 mg.

Equipos

- Balanza analítica.
- Cápsulas.
- Estufa, con regulador de temperatura.
- Desecador

El contenido de humedad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100$$

En donde representa:

m₁=Masa del crisol vacío con tapa, en g.

m₂= Masa del crisol y tapa sin secar, en g.

m₃= Masa del crisol y tapa, con la muestra seca en g.

3.4.7.5. Determinación % de grasas INEN 523

Según INEN 523, (2009) este análisis se lo debe de realizar por triplicado la grasa se extrae utilizando éter de petróleo como disolvente. En el dedal de extracción pesar con aproximación 0.1 mg a 2.35 g de muestra, colocar algodón en la superficie, agregar suficiente cantidad éter de petróleo y extraer por un lapso aproximado de 2 horas, terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los restos de disolvente en baño maría.

Después colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 minutos, en la estufa calentada a $103 \pm 5^\circ\text{C}$, enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar.

El contenido de grasa se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{(m_2 - m_1)}{m(m_2 - m_1)} \times 100$$

Donde:

m= Masa de la muestra, en g.

m₁= Masa del balón vacío, en g.

m₂= Masa del balón con grasa, en g.

H= Porcentaje de humedad en la muestra.

3.4.7.6. Determinación de índice de peróxido NTE INEN 277

Según la norma INEN 277, el principio general de la mayoría de los métodos es la liberación de yodo a partir de yoduro de potasio en un medio ácido (INEN, 2013). El procedimiento que se describe es válido para el caso más habitual, en el que el índice de peróxidos está comprendido entre 0 y 20 meq de O₂ activo por kilogramo de grasa.

Materiales y equipos

- Balanza analítica
- Bureta
- Matraces de Erlenmeyer de 250 ml
- Pipetas
- Plancha de calentamiento

Reactivos

- Cloroformo
- Ácido acético glacial
- Solución saturada de yoduro potásico
- Solución indicadora de almidón al 1%
- Solución de tiosulfato sódico 0.1 N
- Dicromato potásico
- Solución de yoduro potásico al 15%
- HgI₂

Desarrollo experimental

1. Pesar entre 0.2 g y 2 g de muestra, con una precisión de 0.001 g. Introducir la muestra en el matraz de Erlenmeyer, resbalando por la pared para no salpicar con la muestra el cuello.
2. Agregar 10 ml de cloroformo, disolver rápidamente la muestra por agitación.
3. Agregar 15 ml de ácido acético glacial y 1 ml de solución saturada de yoduro potásico.
4. Cerrar el matraz y agitar durante 1 minuto, levantando un poco el tapón al final para que salgan los vapores.
5. Dejar reposar en la oscuridad durante 5 minutos a una temperatura comprendida entre 5°C y 25°C. Adicionar 75 ml de agua destilada para parar la reacción y agitar vigorosamente para que el yodo liberado pase a la fase acuosa.
6. Adicionar gotas de la solución de almidón como indicador y valorar el yodo liberado con la solución de tiosulfato sódico 0.1 N agitando con fuerza hasta que el color cambie de violeta a blanco sucio.
7. Se debe realizar una prueba en blanco (igual, pero sin aceite), también por triplicado, para conocer el estado de los reactivos. Si en este ensayo se gastan más de 0.25 mL de disolución de tiosulfato 0.1 N, deben sustituirse los reactivos.

3.4.7.7. Análisis de proteína (Método de Kjeldahl) NTE INEN 519

El método Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno de una muestra. El contenido en proteína se puede calcular seguidamente, suponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizado.

Reactivos y Materiales

- Ácido Sulfúrico 95-98% y NaOH, solución 35%
- Indicador mixto, especial para titulaciones de amoníaco
- Catalizador Kjeldahl
- Ácido bórico, solución al 4%
- HCl 0.31 N
- Unidad digestora
- Colector/Extractor de humos
- Destilador
- Bureta para valoración

Desarrollo experimental

Digestión-mineralización

1. Los tubos de digestión deben estar limpios y secos antes de usarlos. Pesar 1 g de la muestra e introducirla en el tubo de digestión.
2. Añadir 2 pastillas catalizadoras, y 12 ml de ácido sulfúrico; conectar los tubos en el digestor, siguiendo las instrucciones del equipo (420°C durante 1 hora).
3. Después de 15 minutos aproximadamente, añadir 80 ml de agua destilada en el tubo de digestión agitando bien con la mano. Dejar enfriar y llevar al equipo de destilación.

Destilación

1. Conectar el tubo al destilador y añadir 50 ml de NaOH al 40 % desde el dosificador del equipo.
2. Conectar el equipo de destilación, según las instrucciones del equipo, recogiendo el destilado en un Erlenmeyer que contenga 30 ml de la solución de ácido bórico al 4%, incluyendo gotas de indicador Tashiro.
3. Interrumpir la destilación cuando se haya destilado un volumen total de 150 ml.

Valoración

1. Valorar con HCl 0.1 N hasta la primera aparición de color violeta original.
2. Reemplazar los valores obtenidos para la determinación aplicando la siguiente fórmula:

$$\%Nitrógeno = \frac{1.4 \times (V_1 - V_0) \times N}{P}$$

$$\%Proteína = \%Nitrógeno \times F$$

Donde:

P= peso en g de la muestra

V₁= volumen de HCl consumido en la valoración
(ml)

N = normalidad del HCl

V₀= volumen de HCl consumido en la valoración de un blanco (ml)

F= Factor de conversión para pasar de contenido en nitrógeno a contenido en proteínas.

La mayoría de las proteínas contienen un 16% de N₂, de modo que el factor de conversión es 6.25(100/16 = 6.25), pero se han obtenido empíricamente otros factores de conversión en función de la materia prima utilizada.

3.4.7.8. Análisis de fibra NTE INEN 522

La fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana y no debería usarse para informar del contenido de fibra de los alimentos. Este método consiste en someter la muestra a ebullición en medio ácido y posterior filtración y lavado del residuo.

Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

Reactivos

- Solución de ácido sulfúrico 0.255N.
- Solución de hidróxido de sodio 0.313N.
- Antiespumante (silicona).
- Alcohol etílico al 95% (V/V).
- Éter de anhidro.
- Solución de ácido clorhídrico al 1% (V/V).

Materiales y equipo.

- Matraz de bola fondo plano, 600 ml.
- Unidad de condensación para el matraz.
- Matraz Kitasato de un litro.
- Embudo Buchner.
- Crisol de filtración.
- Papel filtro
- Piseta de 500 ml.
- Desecador.
- Mufla.

El contenido de fibra cruda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{(m_2 - m_1) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$$

Siendo:

F = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra desengrasada y seca, en g.

m₁ = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g.

m₂ = masa de crisol contiendo asbesto después de ser incinerado, en g.

m₃ = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g. **m₄** = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto, después de ser incinerado, en g

3.4.7.9. Determinación % de almidón NTE INEN 524: 2013

Este método cuantifica el contenido de almidón de una muestra de origen vegetal por lavado con agua y cloruro de calcio, una ebullición durante 17 minutos, finalmente hacer las lecturas correspondientes usando el polarímetro o sacarímetro.

La relación de los grados sacarímetros, la masa de la muestra en gramos, la humedad de la misma y un factor constante determina el porcentaje de almidón en la muestra analizada.

Reactivos

- Solución de cloruro de calcio 33%
- Solución al 0.8% de ácido acético
- Alcohol etílico al 65%
- Éter anhidro

Materiales y Equipos

- Mortero de porcelana.
- Tubos de centrífuga.
- Centrífuga.
- Probeta graduada
- Matraz Erlenmeyer.
- Plancha de calentamiento.
- Matraz aforado
- Embudo Buchner.
- Brixómetro o sacarímetro.
- Balanza analítica.

El contenido de almidón se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Almidón (\%)} = \frac{^{\circ}\text{S} \times 4.2586}{m(100 - H)}$$

Donde:

$^{\circ}\text{S}$ = Grados Sacarímetros.

m = Masa de la muestra.

4.2586= Factor para esta determinación.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

3.4.7.10. Análisis de sodio NTE INEN 524: 2013

La adición de sal o cloruro de sodio ayuda de manera significativa a mejorar el sabor del producto final ya que esta se esparce de manera homogénea por la superficie del alimento. Este método se basa en la precipitación del ion cloruro, como cloruro de plata, para esto empleamos cromato de potasio y nitrato de plata en la titulación.

Reactivos

- Solución 0.1N de nitrato de plata
- Solución al 5% de cromato de potasio

Materiales y Equipos

- Balanza analítica.
- Matraces volumétricos.
- Matraces Erlenmeyer.
- Bureta

El contenido de cloruro de sodio se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$C = 5.8545 \frac{VN}{m}$$

Donde:

V= Volumen de la solución de nitrato de plata empleado en la titulación, en cm³.

N= Normalidad de la solución de nitrato de plata

5.845= Factor para esta determinación.

m= Masa de la muestra contenida en la alícuota ensayada, deducida del contenido de humedad

3.4.7.11. Análisis de cenizas NTE INEN-ISO 520

El análisis del contenido de cenizas en los alimentos es un indicador del contenido total de minerales y materia orgánica, micro elementos que cumplen funciones metabólicas importantes en el organismo (Marquéz, 2014).

Este método tiene como principio incinerar una porción para análisis hasta la completa combustión de la materia orgánica y se pesa el residuo obtenido.

El residuo obtenido es escamoso y totalmente blanco tras la incineración a 550 °C en la mufla.

Materiales y Equipos

- Balanza analítica.
- Crisoles de porcelana.
- Pinzas para crisoles.

- Desecador de silicagel.
- Calculadora

El contenido de cenizas se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Siendo:

C= contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m₁= masa del crisol vacío, en g.

m₂= masa del crisol con la muestra, en g.

m₃= masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Población y muestra

Población: La población en esta investigación son los métodos de cocción horneado, fritura de aire y fritura de inmersión.

Muestras: Láminas de chips de plátano y yuca de dos variedades distintas respectivamente.

3.5.2. Instrumentos de investigación

- Observación científica.
- Bibliografía (libros, artículos científicos, páginas web, revistas, entre otras).
- Testeo previo en todas las muestras y tratamientos.
- Análisis microbiológico de chips.
- Ficha de evaluación sensorial.
- Metodologías de análisis de caracterización fisicoquímica.

3.5.3. Procesamiento y análisis de datos

Se aplicó un diseño factorial y una prueba de diferencia estadística de los tratamientos, esta prueba realizó mediante la prueba de rangos de Tukey al 5% (95% de confiabilidad y 5 % como margen de error), mediante una ficha de catación con escala hedónica presentada en el Anexo 3.

Previo a la aplicación del análisis sensorial con 80 catadores, se realizó el estudio microbiológico de todas las muestras para garantizar la inocuidad del producto.

Las variables son las siguientes:

Variabes para plátano (*Musa paradisiaca*)

En la Tabla 9, se detallan las variables para la combinación en el diseño estadístico.

Tabla 9. Variables del diseño factorial de plátano dominico y barraganete

A: Variedades	B: Tratamiento de cocción
Plátano dominico	1. Horneado
	2. Fritura inmersión
	3. Fritura aire
Plátano barraganete	1. Horneado
	2. Fritura inmersión
	3. Fritura aire

En la Tabla 10, se detalla el diseño estadístico (Prueba de Tukey) y las combinaciones respectivas para la realización de los chips de plátano a partir de tres tratamientos diferentes de cocción (horneado, fritura de aire y fritura de inmersión).

Tabla 10. Esquema del experimento estadístico para la elaboración de chips de plátano.

Esquema del experimento			
	R	TUE	UE
T1. A1 B1: Dominico, Horneado.	3	1	3
T2. A1 B2: Dominico, Fritura inmersión	3	1	3
T3. A1 B3: Dominico, Fritura aire.	3	1	3
T4. A2 B1: Barraganete, Horneado.	3	1	3
T5. A2 B2: Barraganete, Fritura inmersión.	3	1	3
T6. A2 B3: Barraganete, Fritura aire.	3	1	3

TUE: Tamaño de unidad experimental

UE: Unidad experimental

Para llevar a cabo la investigación, el arreglo factorial A*B depende de lo siguiente:

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 18

Yuca (*Manihot esculenta*)

En la Tabla 11, se detallan las variables para la combinación en el diseño estadístico.

Tabla 11. Variables del diseño factorial de yuca amarilla y blanca

A: Variedades	B: Tratamiento de cocción
1. Yuca amarilla o amarga	1. Horneado
	2. Fritura inmersión
	3. Fritura aire
2. Yuca blanca o dulce	1. Horneado
	2. Fritura inmersión
	3. Fritura Aire

La Tabla 12 representa el esquema del experimento estadístico usado para la presente investigación, en donde se muestran las combinaciones que se realizaron en los chips de yuca.

Tabla 12. Esquema del experimento para la elaboración de chips de yuca

Esquema del experimento			
	R	TUE	UE
T1. A1 B1: Amarilla, Horneado.	3	1	3
T2. A1 B2: Amarilla, Fritura inmersión.	3	1	3
T3. A1 B3: Amarilla, Fritura aire.	3	1	3
T4. A2 B1: Blanca, Horneado.	3	1	3
T5. A2 B2: Blanca, Fritura inmersión.	3	1	3
T6. A2 B3: Blanca, Fritura aire.	3	1	3

TUE: Tamaño de unidad experimental

UE: Unidad experimental

Para llevar a cabo la investigación, el arreglo factorial A*B depende de lo siguiente:

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 18

3.6. RECURSOS

Para la realización de la presente investigación se utilizaron los siguientes recursos:

Institucionales: Los recursos utilizados son los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en los cuales se logró elaborar los chips de plátano y yuca además de un análisis sensorial y análisis fisicoquímicos.

Económicos: Para la realización de la presente investigación se cuenta con una financiación solventada por parte de la Fundación Pachamama en la provincia de Pastaza y la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Tecnológicos: Para la realización de este trabajo experimental fue fundamental el uso de un computador en el cual se registraron los datos obtenidos, una freidora de aire, un horno semindustrial y múltiples equipos durante el proceso y análisis de la elaboración de los chips.

Humanos: Los recursos humanos empleados en esta investigación fueron: las estudiantes como autoras de dicho trabajo experimental, docentes los cuales ayudaron en la orientación para llegar al término de dicho trabajo y el panel de catadores no entrenados que colaboraron en el análisis sensorial para determinar cuál de los tratamientos fue el mejor.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Los análisis fisicoquímicos realizados a la materia prima y a los chips a partir de plátano y yuca fueron: humedad, proteínas, cenizas, grasas, almidón, contenido de sodio, índice de peróxidos, fibra y previo a la aplicación del análisis sensorial se realizó una determinación microbiológica de acuerdo a la normativa vigente donde se evaluó mohos y levaduras, aerobios mesófilos y coliformes totales, mientras que, el análisis sensorial fue conformado por los parámetros de: color, olor, sabor y textura, cabe destacar que todos los análisis anteriormente mencionados se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

4.1.1. Análisis fisicoquímicos de la materia prima

4.1.1.1. Resultados de los análisis de materia prima del plátano y yuca de dos variedades.

El plátano y la yuca en esta investigación son provenientes del cantón Arajuno, provincia de Pastaza con índices de maduración 1 en plátano y periodo de cosecha grado 11 en la yuca.

4.1.1.2. Análisis de almidón

Tabla 13. Valores medios del análisis de almidón de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Dominico	79.151 \pm 0.174	A
Barraganete	76.701 \pm 0.185	B

YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Amarilla	88.845 \pm 0.11	A
Blanca	86.492 \pm 0.29	B

En la Tabla 13 se muestran los valores medios obtenidos, en donde existe una diferencia significativa en las dos variedades de plátano y yuca analizados con un contenido de almidón de plátano dominico con una media máxima de 79.151 \pm 0.174 % y la yuca amarilla de 88.8451 \pm 0.11 %.

Los valores obtenidos son similares a los reportados por (Contreras, Hernández, Martínez, & Pérez, 2017) ya que para plátano verde posee en su composición alrededor del 80% de almidón, lo que concuerda con los datos obtenidos experimentalmente del plátano dominico y barraganete con un índice de maduración grado 1, donde se obtuvo un porcentaje final de almidón de 79.151% y 76.701% respectivamente, por lo que el contenido de almidón varía de manera significativa según la variedad del fruto.

Según (Carulla, Knowles, & Pabón, 2012), la yuca posee un alto contenido de almidón, el cual oscila entre concentraciones de 72.9 y 89.9%, relacionándose con los datos presentados en la presente tabla donde la yuca amarilla posee mayor media de 88.845 ± 0.11 y la yuca blanca con una media de 86.492 ± 0.29 , por lo que el contenido de almidón varía de manera significativa según la variedad del tubérculo.

4.1.1.3. Grados Brix

Tabla 14. Valores medios de los grados Brix de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Dominico	8.000 ± 0.111	A
Barraganete	7.666 ± 0.577	A
YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Amarilla	5.000 ± 0.111	A
Blanca	6.333 ± 0.577	B

En la Tabla 14 se presentan los valores medios obtenidos de la lectura de °Brix del plátano y la yuca, demostrando que este parámetro no posee diferencias significativas en cuanto a las dos variedades de plátano ya que el plátano dominico tiene una media máxima de 8.000 ± 0.111 y el plátano barraganete con una media de 7.666 ± 0.577 . Por el contrario, en el caso de las yucas si existen diferencias significativas siendo la media máxima la obtenida en la yuca blanca de 6.333 ± 0.577 y en la yuca amarilla de 5.000 ± 0.111 .

El valor medio de °Brix de plátanos obtenidos en esta investigación es similar con el rango establecido por (Quiceno, Giraldo, & Villamizar, 2014) donde el plátano verde presenta un rango de 5 a 8 °Brix lo cual afirma que estos son los valores óptimos de la materia prima para obtener un producto con mejores características sensoriales.

La cantidad de °Brix en la yuca indican la cantidad de sólidos solubles en la muestra vegetal y ayuda a la identificación de la variedad, como lo afirma (Martínez & Velázquez, 2013) ya que en su investigación determinó valores de 4.5°Brix en la yuca amarga y 7.5°Brix en la yuca dulce. En esta investigación la lectura de °Brix de yuca amarilla o amarga fue de 5.000 ± 0.111 y de yuca blanca o dulce 6.333 ± 0.577 lo que concuerda con lo mencionado en el estudio de (Martínez & Velázquez, 2013).

4.1.1.4. Análisis de humedad

Tabla 15. Valores medios del análisis de humedad de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media % ± DS	Rangos
Dominico	67.785 ± 0.923	A
Barraganete	67.902 ± 0.803	A
YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Amarilla	66.511 ± 0.807	A
Blanca	63.511 ± 0.263	A

En la Tabla 15 se muestran los resultados referentes al análisis de humedad donde se obtienen sin ninguna diferencia estadísticamente significativa en las dos materias primas analizadas, en el caso del plátano se obtienen valores de 67.785 ± 0.923 en variedad dominico y 67.902 ± 0.803 en variedad barraganete. En el análisis de yuca se obtienen valores muy similares, 66.511 ± 0.807 en yuca amarilla y 63.511 ± 0.263 en yuca blanca. Este parámetro se calculó con el objetivo de conocer el contenido de humedad que afecta principalmente a la capacidad de procesamiento, al período de conservación y a la calidad que le debe proveer al producto final.

Para (Cardozo, Cayón, & Ligarreto, 2016) el contenido de humedad del plátano es del 65%, después de la cosecha el almidón presente se hidroliza, lo cual está relacionado con el aumento en el contenido de humedad en la pulpa. Los datos obtenidos en esta investigación son superiores a lo propuesto por este autor ya que la condición climática de origen, análisis y almacenamiento de la materia prima es diferente por lo que incide de manera significativa con el porcentaje de humedad, en el plátano dominico se obtuvo 67.785 ± 0.923 mientras que en el plátano barraganete es de 67.902 ± 0.803 .

La yuca, según (Mendoza, Mercado, Vanegas, Fernández, & Vértel, 2014) posee un contenido de humedad entre 60 y 65%, ya que a valores superiores puede provocar pérdidas poscosecha. En este estudio se determinó que el valor medio de humedad en la yuca amarilla es de 66.511 ± 0.807 y en la yuca blanca es de 63.511 ± 0.263 . Esto tiene relación por el avance del proceso de maduración del tubérculo originario del cantón Arajuno, donde existe humedad relativa superior.

4.1.1.5. Análisis de pH

Tabla 16. Valores medios del análisis de pH de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media% \pm DS	Rangos
Dominico	5.880 ± 0.035	A
Barraganete	5.818 ± 0.078	A
YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Amarilla	6.348 ± 0.013	A
Blanca	6.185 ± 0.074	B

En la Tabla 16 se muestran los valores de pH, en este trabajo de investigación se obtiene un valor de 5.880 ± 0.035 en plátano dominico y 5.818 ± 0.078 en plátano barraganete demostrando que no existen diferencias significativas y en cuanto a la yuca se puede evidenciar que poseen diferencias significativas, obteniendo resultados un valor de 6.348 ± 0.013 para yuca amarilla y 6.185 ± 0.074 para yuca blanca.

Según (Quiceno, Giraldo, & Villamizar, 2014), en su investigación, afirman que los valores de pH para plátano verde presentan una disminución progresiva desde un rango de 6.8 a 4.4 cuando este está maduro (amarillo) debido al incremento de ácido málico. Por lo que cabe destacar que la materia prima de esta investigación proviene de clima cálido y para su procesamiento se transportó hasta un clima frío, por lo que su madurez aceleró de manera significativa siendo similares a los obtenidos en plátano dominico y barraganete.

Por otro lado (Rojas, 2012), menciona que el parámetro de pH para tubérculos como la yuca, pueden influir en la formación de pigmentos castaños durante su procesamiento. Los resultados de pH de su investigación presentan diferencias desde el primer día, hasta

el sexto día donde se observa el inicio de la caída del pH. Estos resultados oscilan entre 6.0 y 6.5. Con referencia a lo anteriormente mencionado y analizado, se puede afirmar que la materia prima posee rangos de pH de 6.19-6.35 que están dentro de valores establecidos.

4.1.1.6. Análisis de acidez

Tabla 17. Valores medios del análisis de acidez de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media % ± DS	Rangos
Dominico	0.166 ± 0.111	A
Barraganete	0.140 ± 0.111	B
YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Amarilla	0.055 ± 0.057	A
Blanca	0.046 ± 0.577	A

Los resultados obtenidos de la acidez se muestran en la Tabla 17. Para el plátano dominico se obtuvo valores entre 0.166 ± 0.111 , mientras que para el plátano barraganete valores de 0.140 ± 0.111 , en donde se presentan diferencias significativas entre sí y para la yuca amarilla se consiguió un valor medio de 0.055 ± 0.057 y para la yuca blanca un valor medio de 0.046 ± 0.577 demostrando que no existen diferencias significativas entre las dos variedades.

Según (Wills, Lee, Glasson, Hall, & Graham, 2016) la acidez titulable en el plátano incrementa los niveles de ácidos orgánicos durante la maduración, lo que coincide con lo reportado por (Quiceno, Giraldo, & Villamizar, 2014) quienes también afirman que el incremento de este ácido ocurre aceleradamente en el cambio de verde claro a amarillo intenso en los rangos de 0.1-0.3.

En cuanto a la yuca la acidez titulable aumenta el contenido de azúcares en el tubérculo, la concentración de almidones disminuye debido a la hidrólisis que sufren estos en el proceso de maduración, por lo que la acidez titulable establecida por (Chen, 2002) es de 0.02-0.08.

4.1.1.7. Análisis de cenizas

Tabla 18. Valores medios del análisis de cenizas de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media% ± DS	Rangos
Dominico	0.769 ± 0.110	A
Barraganete	0.805 ± 0.013	B

YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Variedad	Media% ± DS	Rangos
Amarilla	0.841 ± 0.037	A
Blanca	0.7497 ± 0.109	A

En la Tabla 18 se presentan los resultados del análisis de ceniza realizado a dos variedades de plátano en donde se evidencia que el plátano dominico contiene una media de 0.769 ± 0.110 siendo inferior a la obtenida en plátano barraganete 0.805 ± 0.013 , por cual se presentan diferencias significativas entre las dos variedades. A diferencia de la yuca que no presenta diferencias estadísticas ya que la media máxima obtenida en yuca amarilla es de 0.841 ± 0.037 y en yuca blanca de 0.497 ± 0.109 .

(Cassallas, 2018) en su estudio observó que el plátano verde fresco tiene un alto contenido de minerales con un valor de cenizas de 0.95 g por 100 g pertenecientes a minerales como el potasio, magnesio y fósforo. Con lo anteriormente mencionado se puede evidenciar que coincide de manera significativa con los resultados obtenidos en esta investigación donde el plátano verde presenta un porcentaje de ceniza de 0.805 ± 0.013 en la variedad barraganete y 0.7497 ± 0.109 en la variedad dominico.

Según (Coral, 2014) menciona que en el caso de los tubérculos el contenido de cenizas es similar entre sí. Las pequeñas diferencias se muestran dependiendo del lugar en el que se adquirieron. En esta investigación se presentan los resultados del contenido de cenizas final de la yuca en la cual se estima que su porcentaje final oscila entre 0.62- 0.84. Es importante aclarar que, aunque existen diferencias estas se ubican dentro de los rangos observados en la bibliografía y los obtenidos en esta investigación.

4.1.1.8. Análisis de grasa

Tabla 19. Valores medios del análisis de grasa de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media% ± DS	Rangos
Dominico	0.408 ± 0.025	A
Barraganete	0.364 ± 0.049	A

YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Variedad	Media% ± DS	Rangos
Amarilla	0.310 ± 0.008	A
Blanca	0.349 ± 0.020	B

En la Tabla 19 se detallan los valores de grasa de las materias primas usadas en esta investigación de la siguiente manera; 0.408 ± 0.025 en plátano dominico y 0.364 ± 0.049 en plátano barraganete sin ninguna diferencia estadísticamente significativa, y en yuca se obtuvieron los siguientes resultados, presentando diferencias significativas de 0.310 ± 0.008 para yuca amarilla y 0.349 ± 0.020 en yuca blanca

Según (Quiceno, Giraldo, & Villamizar, 2014), el estado de desarrollo de los frutos afecta los contenidos de proteína, fibra cruda y ceniza, pero no los porcentajes de grasa. La composición fisicoquímica del plátano verde al momento de la cosecha presenta el 0.3% grasas, por su estado de maduración, lo que concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación en las dos variedades de plátano analizadas.

Por otro lado, el contenido de grasa en la yuca es superior ya que (Rojas, 2012) en su estudio identificó casos que exceden el rango de variación de contenido de grasa 0.5-0.1%, por lo que los resultados obtenidos se encuentran entre el rango establecido por este autor.

4.1.1.9. Análisis de proteína

Tabla 20. Valores medios del análisis de proteína de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media % ± DS	Rangos
Dominico	1.127 ± 0.026	A
Barraganete	1.017 ± 0.019	B

YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Variedad	Media % ± DS	Rangos
Amarilla	0.908 ± 0.008	A
Blanca	0.774 ± 0.025	B

En la Tabla 20 se muestran los valores medios obtenidos de proteínas en donde se evidencia que tanto para plátanos y yucas existen diferencias significativas, siendo la media máxima en los plátanos la de la variedad dominico 1.127 ± 0.026 , superior a la de la variedad barraganete 1.017 ± 0.019 , en cambio la media máxima en yuca es la variedad amarilla 0.908 ± 0.008 superior a la variedad blanca 0.774 ± 0.025 .

(Cassallas, 2018) observó un mayor contenido de proteína bruta en el plátano verde dominico con un porcentaje promedio de 1.4 g en 100 g en comparación con el promedio obtenido del plátano verde barraganete de 1.1 g en 100 g. En cuanto al contenido de proteína obtenido en la fase experimental de esta investigación se logró determinar que el plátano dominico presenta un contenido de proteína bruta de 1.127 ± 0.026 a diferencia del plátano barraganete que presentó 1.017 ± 0.019 de proteína. Lo cual difiere mínimamente con los datos bibliográficos analizados anteriormente.

Con respecto a la yuca en la investigación estadística realizada por (Chong, Mazzitelli, & Quintero, 2019) menciona que los tubérculos presentan valores bajos. La yuca presentó 1.2 % de proteína bruta en cada 100g. Con lo anteriormente mencionado se puede relacionar de manera significativa los datos de proteína de yuca de dos variedades procedentes del cantón Arajuno en la cual la variedad que presentó mayor índice proteico fue la amarilla con una media de 0.908 ± 0.008 y la blanca con una media de 0.774 ± 0.025 .

4.1.1.10. Análisis de fibra cruda

Tabla 21. Valores medios del análisis de fibra cruda de las dos variedades de plátano y yuca.

PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE		
Variedad	Media % ± DS	Rangos
Dominico	0.838 ± 0.016	A
Barraganete	0.780 ± 0.014	B

YUCA AMARILLA Y BLANCA		
Variedad	Media % ± DS	Rangos
Amarilla	0.933 ± 0.005	A
Blanca	1.085 ± 0.021	B

En la Tabla 21 se encuentran los valores medios de fibra cruda de dos variedades de plátano y yuca, en donde existen diferencias significativas entre sí, siendo la variedad de plátano dominico la que presenta la media más alta 0.838 ± 0.016 , de igual manera en el caso de la yuca la variedad que presenta la media más alta es la variedad de yuca blanca 1.085 ± 0.021 .

(Arias & López, 2019), en su investigación determinaron valores del porcentaje de fibra cruda de 0.5 g en 100 g de plátano verde grado de maduración 1, dichos resultados coinciden con los datos extraídos experimentalmente en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en donde el valor del porcentaje total de fibra para el plátano fueron los siguientes: 0.838 ± 0.016 en plátano variedad dominico y 0.780 ± 0.014 en plátano variedad barraganete presentando diferencias estadísticamente significativas entre sí, demostrando que la variedad dominico contienen mayor porcentaje de fibra cruda en su estructura.

Según (Rojas, 2012) en su estudio menciona que, la variación de fibra cruda en yuca es significativa ya que, se encuentra en un rango de 0.5-1 dependiendo de la edad de la yuca, en este estudio la yuca analizada presento un índice de maduración tipo 11 meses donde los resultados fueron 0.933 ± 0.005 para yuca blanca y 1.085 ± 0.021 para yuca amarilla.

4.1.2. Resultados de los análisis microbiológicos de chips de plátano y yuca

4.1.2.1 Análisis microbiológico chips de plátano

Los resultados de los análisis microbiológicos de los chips de plátano y yuca de dos variedades presentados a continuación fueron realizados previamente a la aplicación del análisis sensorial con la finalidad de garantizar la inocuidad del producto final y la salud de los consumidores.

Tabla 22. Valores medios del análisis microbiológico de chips de las dos variedades de plátano.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CHIPS DE PLÁTANO DOMINICO Y BARRAGANETE				
TRATAMIENTO	VARIEDAD	Mohos y Levaduras ufc/g	Aerobios Mesófilos y Coliformes Totales ufc/g	E. Coli ufc/g
Horneado	dominico	1	0	----
	barraganete	0	0	----
Fritura aire	dominico	0	0	-----
	barraganete	0	0	-----
Fritura inmersión	dominico	0	0	-----
	barraganete	0	0	-----

En la Tabla 22 se observa el análisis microbiológico realizado a los chips de plátano dominico y barraganete horneados y fritos por inmersión, dicha evaluación se la realizó por triplicado, usando la técnica de solución en la cual se procedió a sembrar en placas Petri film certificadas. Como resultado se puede observar que los valores están dentro de los límites permisibles en la norma INEN 2561 para bocaditos de origen vegetal en donde (mohos y levaduras <10, Aerobios totales <10, Coliformes < 10 y *Echerichia coli* < 10).

Los chips a partir de plátano fueron elaborados con todas las medidas de higiene para evitar una posible contaminación indeseada en el producto final. Sin embargo, se debe tener en cuenta la manipulación de los productos para evitar una contaminación cruzada por utensilios, maquinaria, entre otros.

4.1.2.2. Análisis microbiológico de chips de yuca

Tabla 23. Valores medios de los análisis microbiológicos de chips de las dos variedades de yuca.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CHIPS DE YUCA AMARILLA Y BLANCA				
TRATAMIENTO	VARIEDAD	mohos y levaduras ufc/g	aerobios mesófilos y coliformes totales ufc/g	e. coli ufc/g
Horneados	amarilla	0	0	-----
	blanca	1	0	-----
Air fryer Fritura de aire	amarilla	0	0	-----
	blanca	1	0	-----
Fritas por inmersión	amarilla	0	0	-----
	blanca	0	0	-----

En la Tabla 23 se muestran los resultados del análisis microbiológico realizado a los chips de yuca obtenidos por diferentes tratamientos térmicos muestran cantidades referidas en la norma INEN 561 donde se establece los contenidos máximos y mínimos de ufc de microorganismos.

La calidad microbiológica de las hojuelas de yuca realizadas en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, no presentan contaminación microbiana, se puede observar que los valores están dentro de los límites permisibles en la norma INEN 2561 para bocaditos de origen vegetal en donde (mohos y levaduras <10, Aerobios totales <10, Coliformes < 10 y *Echerichia coli* < 10), pero se puede dar contaminación por puntos críticos de control que son: manipuladores, superficies y forma de expendio; que al no ser controlados pueden incurrir en enfermedades transmitidas por alimentos y causar daño en los consumidores.

4.1.3. Análisis Sensorial

Para el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de los parámetros analizados: olor, color, sabor y textura, se aplicó una tabulación cruzada para datos categóricos del módulo descrito en el paquete estadístico InfoStat (InfoStat/L, Córdoba, 2020), mediante la prueba de rangos de Tukey, con el cual, se logró conocer la asociación significativa entre los 6 tratamientos aplicados a 80 catadores no entrenados, en donde el valor de p y los rangos obtenidos entre ellos, demuestran si se acepta o se rechaza la hipótesis planteada.

En la Tabla 24 se muestran los tratamientos utilizados en la evaluación sensorial a partir de chips de plátano y yuca provenientes del cantón Arajuno.

Tabla 24. Codificación de muestras del análisis sensorial

Tratamiento	Plátanos		Yucas	
	Dominico	Barraganete	Amarilla	Blanca
Fritura por aire	128	132	136	140
Horneado	252	256	260	264
Fritura por inmersión	373	378	383	388

4.1.3.1. Olor chips de plátano

La Tabla 25 presenta los resultados del análisis de varianza utilizado para los parámetros sensoriales de chips de plátano para el atributo de olor mediante una prueba de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % entre los tratamientos

Tabla 25. Resultados análisis sensorial de olor de chips de plátano

Tratamiento	Medias	Rango
Frito dominico (T373)	4.30	A
Frito barraganete (T378)	3.96	A
Freidora barraganete (T132)	3.54	B
Freidora dominico (T128)	3.43	B
Horneado dominico (T252)	2.99	C
Horneado barraganete (T256)	2.89	C

En el atributo de olor no existieron diferencias ya que el valor p fue inferior, aplicando la prueba de Tukey a los 3 tratamientos de cocción de los chips de plátano, en el que se refleja que este parámetro tuvo mejor aceptación en los tratamientos T373 y T378 correspondientes a chips de plátano frito, con un valor de media máxima de 4.30 y 3.96 respectivamente lo que significa que el aceite de palma empleado en este tratamiento brinda mejores características de olor. No existe diferencia entre las variedades analizadas en los chips de plátano con respecto al olor.

4.1.3.2. Color de chips de plátanos

La Tabla 26 presenta los resultados del análisis de varianza utilizado para los parámetros sensoriales de chips de plátano para el atributo de color mediante una prueba de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % entre los tratamientos.

Tabla 26. Resultados análisis sensorial de color de chips de plátano

Tratamiento	Medias	Rango
Frito dominico (T373)	4.48	A
Frito barraganete (T378)	4.10	A
Freidora barraganete (T132)	3.43	B
Freidora dominico (T128)	3.20	B
Horneado barraganete (T256)	2.75	C
Horneado dominico (T252)	2.48	C

En la tabla presentada anteriormente se puede evidenciar que existen diferencias significativas entre los 3 métodos de cocción y no existe diferencia significativa entre las variedades de chips de plátano con relación al color, siendo los mejores tratamientos T373 y T378 correspondientes a chips de plátano fritos con un valor de media máxima 4.48 y 4.10 respectivamente, lo que afirma que la fritura en aceite de palma a altas temperaturas y un tiempo corto brinda un color llamativo a diferencia del obtenido en los tratamientos de horneado y fritura por aire. No existe diferencia entre las variedades analizadas en los chips de plátano con respecto al color.

4.1.3.3. Sabor de chips de plátanos

La Tabla 27 presenta los resultados del análisis de varianza utilizado para los parámetros sensoriales de chips de plátano para el atributo de sabor mediante una prueba de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % entre los tratamientos.

Tabla 27. Resultados análisis sensorial de sabor de chips de plátano

Tratamiento	Medias	Rango
Horneado barraganete (T256)	4.36	A
Horneado dominico (T252)	4.34	A
Freidora dominico (T128)	3.41	B
Freidora barraganete (T132)	3.35	B
Frito dominico (T373)	2.53	C
Frito barraganete (T378)	2.23	C

Aplicando el análisis de varianza a los 3 tratamientos de cocción evaluados en los chips de plátano, se evidencia que existen diferencias significativas siendo los chips de plátano horneado los que presentan la media más alta en cuanto al sabor 4.36 en el tratamiento T256 y 4.34 en el tratamiento T252, esto refleja que el uso del horneado provee de un sabor mucho más agradable a los chips, conservando su sabor natural y fresco dejando de lado los chips fritos que en su percepción de sabor confiere residuos del aceite que contiene al momento de su catación. No existe diferencia entre las variedades analizadas en los chips de plátano con respecto al sabor.

4.1.3.4. Textura de chips de plátanos

La Tabla 28 presenta los resultados del análisis de varianza utilizado para los parámetros sensoriales de chips de plátanos para el atributo de textura mediante una prueba de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % entre los tratamientos

Tabla 28. Resultados análisis sensorial de textura de chips de plátano

Tratamiento	Medias	Rango
Horneado barraganete (T256)	4.54	A
Horneado dominico (T252)	4.50	A
Frito barraganete (T378)	3.59	B
Frito dominico (T373)	3.39	B
Freidora barraganete (T132)	2.28	C
Freidora dominico (T128)	2.20	C

En la tabla presentada anteriormente se puede evidenciar que existen diferencias significativas entre los 3 tratamientos de cocción de chips de plátano con relación a la textura, siendo los mejores tratamientos T256 y T252 correspondientes a chips de plátano horneados con un valor de media máxima 4.54 y 4.50 respectivamente, lo que afirma que el proveer mejores características de textura en los chips de plátano ya que estos poseen mayor crujencia que los chips fritos por inmersión y por aire. No existe diferencia entre las variedades analizadas en los chips de plátano con respecto a la textura.

4.1.3.5. Olor de chips de yuca

La Tabla 29 presenta los resultados del análisis de varianza utilizado para los parámetros sensoriales de chips de yuca para el atributo de olor mediante una prueba de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % entre los tratamientos.

Tabla 29. Resultados análisis sensorial de olor de chips de yuca

Tratamiento	Medias	Rango	
Frita amarilla (T383)	4.16	A	
Frita blanca (T388)	3.99	A	
Freidora blanca (T140)	3.48	A	B
Freidora amarilla (T136)	3.64		B
Horneado amarilla (T260)	3.23		C
Horneado blanca (T264)	3.14		C

En la tabla presentada anteriormente se demuestra que existen diferencias significativas entre los chips horneados, fritos por inmersión y por aire, donde los mejores tratamientos T383 y T388 correspondientes a chips de yuca fritos por inmersión con un valor de media máxima 4.16 y 3.99 respectivamente, además, el tratamiento 140 correspondiente a chips de yuca blanca frita por aire posee las mismas características de los chips fritos por inmersión. A pesar de esta similitud destacan los tratamientos por fritura de inmersión ya que el aceite de palma aporta un olor intenso y agradable para los consumidores. Se puede evidenciar que si existen diferencias entre las variedades analizadas en los chips de yuca con respecto al olor en la yuca blanca y amarilla del tratamiento de fritura por aire.

4.1.3.6. Color de chips de yuca

La Tabla 30 presenta los resultados del análisis de varianza utilizado para los parámetros sensoriales de chips de yuca para el atributo de color mediante una prueba de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % entre los tratamientos.

Tabla 30. Resultados análisis sensorial de color de chips de yuca

Tratamiento	Medias	Rango	
Frita amarilla (T383)	4.34	A	
Frita blanca (T388)	3.96	A	
Freidora amarilla (T136)	3.76	A	B
Horneado amarilla (T260)	3.45	B	C
Freidora blanca (T140)	3.10		C D
Horneado blanca (T264)	3.01		D

En la tabla presentada anteriormente se demuestra que existen diferencias significativas entre los 3 tratamientos de cocción de chips de yuca con respecto al parámetro de color los mejores tratamientos fueron T383 y T388 correspondientes a chips de yuca fritos por inmersión con un valor de media máxima 4.34 y 3.96 respectivamente, cabe destacar que entre todos los tratamientos de cocción existen similitudes estadísticas ya que el grupo al que pertenece cada tratamiento coincide entre sí. Los tratamientos con mayor aceptación referente a su media son los fritos por inmersión ya que el aceite usado en su proceso brinda mejores características de color en los chips a comparación de los otros tratamientos de cocción. Se puede evidenciar que si existen diferencias entre las variedades analizadas en los chips de yuca con respecto al color en la yuca blanca y amarilla del tratamiento de horneado y fritura por aire.

4.1.3.7. Sabor de chips de yuca

La Tabla 31 presenta los resultados del análisis de varianza utilizado para los parámetros sensoriales de chips de yuca para el atributo de sabor mediante una prueba de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % entre los tratamientos.

Tabla 31. Resultados análisis sensorial de sabor de chips de yuca

Tratamiento	Medias	Rango	
Freidora amarilla (T136)	4.20	A	
Freidora Blanca (T140)	3.95	A	B
Frita amarilla (T383)	3.56	B	C
Frita blanca (T388)	3.49	C	
Horneado blanca (T264)	2.91	D	
Horneado amarilla (T260)	2.91	D	

En la tabla presentada anteriormente se demuestra que existen diferencias significativas entre los 3 tratamientos de cocción de chips de yuca con respecto al parámetro de sabor, siendo los mejores tratamientos T136 y T140 correspondientes a chips de yuca fritos por aire con un valor de media máxima 4.20 y 3.95 respectivamente, además existe una semejanza significativa entre los tratamientos realizador por fritura y de inmersión que quiere decir que en este atributo sensorial estos comparten un sabor similar. Se puede evidenciar que si existen diferencias entre las variedades analizadas en los chips de yuca con respecto al sabor en la yuca blanca y amarilla del tratamiento de fritura por aire y fritura por inmersión.

4.1.3.8. Textura de chips de yuca

La Tabla 32 presenta los resultados del análisis de varianza utilizado para los parámetros sensoriales de chips de yuca para el atributo de textura mediante una prueba de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % entre los tratamientos.

Tabla 32. Resultados análisis sensorial de textura de chips de yuca

Tratamiento	Medias	Rango
Freidora blanca (T140)	4.86	A
Freidora amarilla (T136)	4.58	A
Frita amarilla (T383)	3.84	B
Frita blanca (T388)	3.23	C
Horneado blanca (T264)	2.81	D
Horneado amarilla (T260)	2.59	D

En la tabla presentada anteriormente se demuestra que existen diferencias significativas entre los 3 tratamientos de cocción de chips de yuca con respecto al parámetro de textura, siendo los mejores tratamientos T140 y T136 correspondientes a chips de yuca fritos por aire con un valor de media máxima 4.86 y 4.58 respectivamente y al no haber semejanzas con otros tratamientos quiere se puede decir que este tratamiento es el mejor en cuanto a la textura brindada en los chips ya que la fritura de aire aporta mejor crujencia al producto final.

La textura de los chips de yuca fritos por inmersión varía de acuerdo a la variedad, es decir que estos si presentan diferencias significativas con respecto a este parámetro.

4.1.4. Resultados de los análisis fisicoquímicos de chips de plátano variedad: dominico y barraganete

Después de analizar estadísticamente los resultados de la evaluación sensorial de chips de plátano de dos variedades, en donde se evidenció que los mejores tratamientos fueron los obtenidos a través del horneado y fritura inmersión se realizó su respectivo análisis fisicoquímico descrito a continuación.

4.1.4.1. Análisis de humedad de chips de plátano

Tabla 33. Valores medios del análisis de humedad de chips de las dos variedades de plátano.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Horneado	dominico	6.970 \pm 0.062	A
	barraganete	6.790 \pm 0.089	B
Fritura por inmersión	dominico	4.602 \pm 0.711	A
	barraganete	3.367 \pm 0.416	A

En la Tabla 33 se presentan los resultados de humedad obtenidos de muestras de chips de plátano dominico y barraganete, en los horneados si presentan una diferencia significativa entre las dos variedades, los chips fritos por inmersión estos no presentan una diferencia significativa entre sí, por otro lado, los valores de medias de humedad posicionan a los chips de variedad dominico con mayor humedad en los dos casos de tal manera se obtiene en chips horneados con una media máxima de 6.970 \pm 0.062 y chips fritos por inmersión con una media máxima de 4.602 \pm 0.711.

Según (Lucas, Quintero, Vasco, & Mosquera, 2012) la variedad tradicionalmente utilizada en la industria de los chips fritos es el dominico-hartón, ya que cumple con requisitos de calidad exigidos por la industria, estos tienen un contenido de humedad de 4.80 y en productos horneados no pierden humedad, el mayor contenido de humedad fue de 7.01 para el dominico hartón, esto según Duarte & García, 2003) es debido a la baja presencia de sólidos solubles y a la alta concentración de almidón el cual requiere de alto contenido de humedad para obtener un mayor grado de gelatinización superficial. En esta investigación los resultados obtenidos son similares a los alcanzados por los autores con un porcentaje de 6.970 \pm 0.062 dominico y 6.790 \pm 0.089 barraganete en chips horneados y 4.602 \pm 0.711 dominico y 3.367 \pm 0.416 barraganete en chips fritos por inmersión.

4.1.4.2. Análisis de grasa de chips de plátano

Tabla 34. Valores medios del análisis de grasa de chips de las dos variedades de plátano.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Horneado	dominico	0.118 \pm 0.004	B
	barraganete	0.201 \pm 0.001	A
Fritura por inmersión	dominico	28.173 \pm 0.671	B
	barraganete	30.327 \pm 0.404	A

En la Tabla 34, se presentan los resultados del contenido de grasa en chips de plátano a partir de dos tratamientos de cocción en donde se evidencia que existen diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, según las medias obtenidas en los 2 tratamientos de cocción los chips de plátano de variedad barraganete posee mayor contenido de grasa. En los chips horneados se obtienen medias de la siguiente manera dominico con una media inferior de 0.118 ± 0.004 y barraganete con una media superior de 0.201 ± 0.001 , al tiempo que los chips fritos por inmersión poseen una media inferior en la variedad dominico de 28.173 ± 0.671 y una media máxima en variedad barraganete de 30.327 ± 0.404 .

Según (Navia, 2008), la industria alimentaria maneja un rango entre el 22 y el 30% de grasa en productos fritos por inmersión, donde se destaca la variedad dominico, ya que esta variedad presenta valores por debajo de este; por otro lado el método de horneado hace que el aumento de tiempo de cocción incremente la evaporación del agua favoreciendo la porosidad y formación de espacio vacío que puede ser reemplazado por la cantidad de grasa presente en ellos por lo que su contenido es 0.5% (Chong, Mazzitelli, & Quintero, 2019). En el análisis de grasa realizado en este estudio concuerda con lo antes mencionado, además de hacer una diferencia amplia entre las variedades de plátano analizadas teniendo como resultado que la variedad dominica es más factible en los procesos de elaboración de chips.

4.1.4.3. Análisis de índice peróxidos de chips de plátano

Tabla 35. Valores medios del análisis de índice de peróxidos de chips de las dos variedades de plátano.

Tratamiento	Variedad	Media meq \pm DS	Rangos
Horneado	dominico	-	-
	barraganete	-	-
Fritura por inmersión	dominico	3.828 \pm 0.011	B
	barraganete	4.364 \pm 0.204	A

En la Tabla 35, se detalla el índice de peróxido obtenido en los chips de plátano dominico y barraganete fritos por inmersión, presentan una diferencia estadísticamente significativa entre sí, ya que se obtuvo una media máxima de 4.364 ± 0.204 en la variedad barraganete, a diferencia de la variedad dominica donde se obtiene una media inferior de 3.828 ± 0.011 , lo que representa que la variedad de plátano influye de manera significativa en este parámetro.

Según (Villacres, 2016) algunos factores afectan la transferencia de calor y masa, incluida las propiedades físicas y las propiedades térmicas del aceite con una alta resistencia a la oxidación. Con relación al índice de peróxidos se encontró que los valores incrementaron conforme con el número de procesos de fritura con lo que demostró que el uso de aceite reutilizado genera genotoxicidad en rangos mayores de 0 a 20 meq, dichos datos coinciden con lo dicho por (Kamsiah & Yusof, 2012) donde, afirma que la ingesta de aceites recalentados con meq superiores a 20 podrían aumentar el riesgo de contraer cáncer y enfermedades cardiovasculares. Por tal motivo en esta investigación se puede evidenciar que el índice de peróxidos es relativamente bajo ya que en el proceso de fritura de inmersión el aceite fue utilizados dos veces por cada batch.

4.1.4.4. Análisis de proteína de chips de plátano

Tabla 36. Valores medios del análisis de proteína de chips de las dos variedades de plátano.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Horneado	dominico	2.334 \pm 0.282	A
	barraganete	1.988 \pm 0.035	A
Fritura por inmersión	dominico	2.356 \pm 0.302	A
	barraganete	2.319 \pm 0.266	A

En la Tabla 36 se describen los resultados de proteína obtenidos en los chips de plátano dominico y barraganete horneados con medias de 2.334 \pm 0.282 y 1.988 \pm 0.035 y fritos por inmersión los cuales presentan medias de 2.356 \pm 0.302 y 2.319 \pm 0.266 respectivamente siendo la variedad dominica la que presenta mayor contenido de proteína cruda en los dos tratamientos de cocción estos tratamientos no presentan diferencias significativas por lo cual las variedades de plátano no influyen en el contenido de proteína.

El contenido de proteínas en los chips de plátano es relativamente bajo, su contenido no es significativo a diferencia de otros alimentos. Según un estudio realizado por la (FAO, 2016) y (Udomkun & Innawong, 2018), afirman que, debido a los procesos de cocción a altas temperaturas provocan una serie de cambios fisicoquímicos como la pérdida de agua, formación de costras y cambios de color, además afectan el contenido final de proteínas las cuales son compuestos termosensibles, estas se encuentran en chips de plátano en un rango de 1 a 3% las cuales pueden reducir después de la cocción, este fundamento coincide con la presente investigación ya que los datos obtenidos se mantienen dentro de lo propuesto por (FAO, 2016) y (Udomkun & Innawong, 2018).

4.1.4.5. Análisis fibra cruda de chips de plátano

Tabla 37. Valores medios del análisis de fibra cruda de chips de las dos variedades de plátano.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Horneado	dominico	6.936 \pm 0.481	A
	barraganete	7.140 \pm 0.509	A
Fritura por inmersión	dominico	7.654 \pm 0.775	A
	barraganete	8.595 \pm 0.658	A

En la Tabla 37 se muestran los resultados de los valores medios de fibra cruda obtenidos de chips de plátano dominico y barraganete horneados y fritos por inmersión, estos no presentan diferencias estadísticamente significativas, pero según las medias obtenidas en los 2 tratamientos de cocción, los chips de plátano barraganete poseen mayor contenido de fibra cruda en su composición con un porcentaje total de 7.140 \pm 0.509 horneados y 8.595 \pm 0.658 en chips fritos por inmersión.

El contenido de fibra no varía de manera significativa en los chips ya que este parámetro permanece durante los tratamientos de cocción. Según (Chong, Mazzitelli, & Quintero, 2019), el efecto del contenido de fibra se puede apreciar en la textura, favoreciendo la crujencia de los chips en donde determinaron que el contenido de fibra por cada 100g de muestra es de 9%.

Los datos obtenidos experimentalmente de este parámetro son afines a los realizados por los investigadores mencionados, en donde se destaca a los chips de plátano barraganete, lo que supone que tendrán mejores características de textura en relación con los tratamientos y variedad restantes.

4.1.4.6. Análisis de almidón de chips de plátano

Tabla 38. Valores medios del análisis de almidón de chips de las dos variedades de plátano.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Horneado	dominico	3.472 \pm 0.033	A
	barraganete	2.914 \pm 0.012	B
Fritura por inmersión	dominico	3.296 \pm 0.012	A
	barraganete	2.640 \pm 0.005	B

En la Tabla 38 se muestran los resultados de almidón obtenidos en los chips de plátano los cuales presentan una diferencia estadísticamente significativa entre los 2 tratamientos de cocción y las variedades, ya que se obtuvo una media de 3.472 ± 0.033 en dominico y de 2.914 ± 0.012 en barraganete horneados mientras que en los fritos por inmersión se alcanzó una media de 3.296 ± 0.012 en dominico y 2.640 ± 0.005 en barraganete, siendo la variedad dominica la que presenta mayor contenido de almidón en los dos tratamientos de cocción dejando por debajo a la variedad de plátano barraganete en la cantidad de almidón.

Según el estudio realizado por (Díaz, Rodríguez, & Suárez, 2004) el contenido de almidón va a depender de la forma de cocción (temperatura/tiempo), el tipo de alimento y composición química del mismo. Por lo que en el caso de chips de plátano verde el contenido de almidón es de 4% en cada 100g de muestra a consecuencia de someterlo a temperaturas elevadas pierde de manera considerable el contenido del almidón presente en el fruto.

Se puede evidenciar que el contenido de almidón obtenido en esta investigación es bajo debido a las altas temperaturas usadas en los tratamientos de cocción evaluados.

4.1.4.7. Análisis contenido de sodio de chips de plátano

Tabla 39. Valores medios del análisis de contenido de sodio chips de las dos variedades de plátano.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Horneado	dominico	2.538 \pm 0.192	B
	barraganete	3.984 \pm 0.373	A
Fritura por inmersión	dominico	7.024 \pm 0.094	A
	barraganete	7.580 \pm 0.488	A

En la Tabla 39 se detallan los resultados conseguidos del contenido total de sodio, en los chips horneados si poseen diferencias significativas se logra una media máxima de 3.984 \pm 0.373 en barraganete y 2.538 \pm 0.192 en dominico mientras que en los chips fritos por inmersión no existen diferencias estadísticamente significativas consiguiendo una media máxima de 7.580 \pm 0.488 en barraganete y 7.024 \pm 0.094 en dominico, es decir que los chips de plátano variedad barraganete tienen mayor contenido de sodio en su composición.

De acuerdo con (Rodríguez, Zuluaga, Puerta, & Ruíz, 2013) el promedio del contenido de sodio de los distintos grupos de alimentos es variante, pero, el grupo de snacks y aperitivos son los grupos que lideran la lista de alimentos salados. El contenido promedio de sodio en snacks es de 932 mg o 7.6% en productos fritos, así como en productos deshidratados y horneados es de 792 mg o 4% como máximo de sal. Los resultados de esta investigación tienen similitud con los datos obtenidos por los autores y con lo establecido en la normativa nacional para bocaditos INEN 2561.

4.1.4.8. Análisis de cenizas de chips de plátano

Tabla 40. Valores medios del análisis de cenizas de chips de las dos variedades de plátano.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Horneado	dominico	2.148 \pm 0.001	B
	barraganete	2.506 \pm 0.002	A
Fritura por inmersión	dominico	2.553 \pm 0.171	A
	barraganete	2.054 \pm 0.017	B

En la Tabla 40 se exponen los resultados de cenizas obtenidos en los chips de plátanos, los cuales presentan diferencias estadísticamente significativas, ya que se consiguió en el horneado una media máxima de 2.506 ± 0.002 en la variedad barraganete y 2.148 ± 0.001 en la variedad dominico, a diferencia de la fritura por inmersión en donde se obtuvo una media máxima de 2.553 ± 0.171 en la variedad dominico y una media inferior de 2.054 ± 0.017 en la variedad barraganete. Por lo cual en el tratamiento de horneado se obtienen chips con mayor contenido de minerales.

El análisis de cenizas es uno de los parámetros nutricionales de mayor relevancia ya que representa el contenido de minerales en el alimento. Según un estudio realizado por (Arellano, 2018) afirma que los resultados de las cenizas obtenidos en chifles a partir de plátano verde corresponden al contenido de minerales presentes en la muestra. los cuales están comprendidos entre 2.3 ± 0.14 , con lo anteriormente mencionado se puede evidenciar que dichos datos coinciden con los obtenidos a través del proceso de horneado y fritura por inmersión, cabe destacar que el plátano es una fuente relativamente baja en minerales.

4.1.5. Resultados Análisis de chips de yuca variedad: amarilla y blanca

Después de analizar estadísticamente los resultados de la evaluación sensorial de chips de yuca de dos variedades, en donde se evidenció que los mejores tratamientos fueron los obtenidos a través de la fritura de aire y fritura de inmersión por lo cual se realizó su respectivo análisis fisicoquímico descrito a continuación.

4.1.5.1. Análisis de humedad de chips de yuca

Tabla 41. Valores medios del análisis de humedad de chips de las dos variedades de yuca.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Air Fryer Fritura de aire	amarilla	2.977 \pm 0.106	B
	blanca	2.921 \pm 0.446	A
Fritura por inmersión	amarilla	3.713 \pm 0.074	A
	blanca	2.998 \pm 0.015	B

En la Tabla 41 se muestran los resultados de humedad de chips de yuca los cuales presentan una diferencia significativa, en donde las medias para la fritura por aire son 2.977 \pm 0.106 amarilla y 2.921 \pm 0.446 en yuca blanca, de igual manera en la fritura de inmersión con medias de 3.713 \pm 0.074 amarilla y 2.998 \pm 0.015 blanca, de acuerdo con las medias obtenidas en los 2 tratamientos de cocción, la yuca de variedad amarilla posee mayor humedad.

(Urbano, García, & Martínez, 2017) menciona que la yuca pierde un poco más de humedad que los demás productos sometidos a tratamientos térmicos ya que en el momento en que alcanza el punto óptimo de cocción sus fibras se desprenden dejando escapar el agua atrapada. Cabe destacar que para los resultados obtenidos se comparan con la norma NTE INEN 2561 donde su máximo contenido de humedad para bocaditos vegetales es del 5%, por lo que la humedad obtenida en este trabajo de investigación se encuentra dentro de los rangos establecidos de la normativa ecuatoriana vigente.

4.1.5.2. Análisis de grasa de chips de yuca

Tabla 42. Valores medios del análisis de grasa de chips de las dos variedades de yuca.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Air Fryer Fritura de aire	amarilla	0.010 \pm 0.008	B
	blanca	0.011 \pm 0.005	A
Fritura por inmersión	amarilla	20.510 \pm 0.127	B
	blanca	20.303 \pm 0.774	A

En la Tabla 42 se detallan los resultados de grasa obtenidos de muestras de chips de yuca en los dos casos presentan diferencia estadísticamente significativa, en la fritura de aire se tienen medias de 0.010 \pm 0.008 amarilla y 0.011 \pm 0.005 blanca, en la fritura por inmersión a su vez presenta medias de 20.510 \pm 0.127 amarilla y 20.303 \pm 0.774 blanca. Respecto al análisis general de las medias obtenidas en los 2 tratamientos de cocción, la yuca de variedad blanca tiene mayor contenido de grasa.

El contenido de grasa en chips es importante para los consumidores, ya que algunos alimentos funcionales buscan ser “una fuente de nutrientes de alta calidad”, y que están “prácticamente libre de grasas (CSIC, 2015). La norma NTE INEN 2561 para bocaditos de origen vegetal establece un requisito máximo del contenido de grasa del 40%, por lo que los resultados de esta investigación cumplen con lo establecido.

Según, (Teruel, Gordon, Garrido, & Niranján, 2015) la fritura de aire brinda productos con un contenido de grasa sustancialmente menor entre el rango de 0.1-0.5 % a diferencia de productos fritos por inmersión que incrementan en un 80% el contenido total de grasa, por lo que esta es una alternativa saludable y es la sustitución a los productos fritos de consumo convencional.

4.1.5.3. Análisis de índice de peróxidos de chips de yuca

Tabla 43. Valores medios del análisis de índice de peróxidos de chips de las dos variedades de yuca.

Tratamiento	Variedad	meq \pm DS	Rangos
Air Fryer Fritura de aire	amarilla	-	-
	blanca	-	-
Fritura por inmersión	amarilla	3.887 \pm 0.082	A
	blanca	3.430 \pm 0.179	B

En la Tabla 43 se describen los resultados obtenidos del índice de peróxidos en los chips de yuca, estos presentan una diferencia significativa, debido a que en los tratamientos se muestran los siguientes resultados con una media máxima en la variedad amarilla 3.887 \pm 0.082 y en la variedad blanca una media inferior de 3.430 \pm 0.179, lo que representa que la variedad de yuca influye de manera significativa en este parámetro, ya que simplemente se evalúa a los chips obtenidos a través de fritura por inmersión pues la fritura de aire se caracteriza por realizar una cocción sin el uso de aceite.

Para (Viera, Universidad de Piura, 2005) el índice de peróxidos consiste en determinar los equivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra. Los datos obtenidos mediante el análisis de la calidad del aceite empleado a snacks son de 5.4 meq lo cual se relaciona con lo obtenido en los chips de yucas de las dos variedades analizadas, ya que el aceite usado en su procesamiento tuvo dos repeticiones por batch de producción.

4.1.5.4. Análisis de proteína de chips de yuca

Tabla 44. Valores medios del análisis de proteína de chips de las dos variedades de yuca.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Air Fryer Fritura de aire	amarilla	2.286 \pm 0.237	A
	blanca	2.253 \pm 0.188	A
Fritura por inmersión	amarilla	2.276 \pm 0.246	A
	blanca	2.164 \pm 0.125	A

En la Tabla 44 se detallan los resultados de proteína obtenidos en los chips de yuca estos no presentan diferencias estadísticas entre sí lo cual afirma que los tratamientos térmicos previos aplicados a la yuca no afectan de manera significativa el porcentaje final de proteínas de esta. En el tratamiento de fritura por aire la media máxima alcanzada es de 2.286 ± 0.237 y la media inferior es de 2.253 ± 0.188 en las variedades amarilla y blanca respectivamente, mientras que en el tratamiento de fritura por inmersión se consigue una media máxima de 2.276 ± 0.246 y 2.164 ± 0.125 en chips de yuca amarilla y blanca.

En el análisis estadístico realizado por (Carulla, Knowles, & Pabón, 2012) mencionan que la concentración de proteína cruda en el caso de los snacks de yuca es relativamente baja, aunque con variaciones considerables entre especies. Además, menciona que la mayoría de las variedades de este tubérculo son ricas en almidón, pero son deficientes en proteína con un valor proximal de 2-3 % de proteína cruda por cada 100 g snack, con lo anteriormente mencionado se puede evidenciar de que existe similitud con los resultados obtenidos en este trabajo.

4.1.5.5. Análisis de fibra cruda de chips de yuca

Tabla 45. Valores medios del análisis de fibra cruda de chips de las dos variedades de yuca.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Air Fryer Fritura de aire	amarilla	3.831 \pm 0.765	A
	blanca	4.355 \pm 0.035	A
Fritura por inmersión	amarilla	4.085 \pm 0.637	A
	blanca	4.535 \pm 0.346	A

Los resultados de fibra cruda obtenidos de muestras de chips de yuca se muestran en la Tabla 45. Los tratamientos de cocción no presentan diferencias significativas, de tal manera en la fritura de aire las medias son 3.831 \pm 0.765 amarilla y 4.355 \pm 0.035 blanca, a diferencia de las medias obtenidas por fritura de inmersión que son 4.085 \pm 0.637 amarilla y 4.535 \pm 0.346 blanca, según las medias obtenidas en los 2 tratamientos de cocción, la yuca de variedad blanca posee mayor contenido de fibra cruda.

Según (Gil & Buitrago, 2002), el nivel de fibra cruda en la yuca presenta pequeñas variaciones, según la variedad y edad de la raíz, normalmente su valor no pasa de 1,5% a 5% de manera similar (Almazán, 2003) menciona que en la raíz fresca sometida a un tratamiento térmico posee una incidencia de 4.7 gramos de fibra cruda en cada 100 gramos de snacks de yuca como referencia, y en relación a este trabajo de investigación tiene similitud en los resultados.

4.1.5.6. Análisis de almidón de chips de yuca

Tabla 46. Valores medios del análisis de almidón de chips de las dos variedades de yuca.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Air Fryer Fritura de aire	amarilla	4.605 \pm 0.012	A
	blanca	3.350 \pm 0.029	B
Fritura por inmersión	amarilla	4.554 \pm 0.054	A
	blanca	3.328 \pm 0.063	B

En la Tabla 46 se exponen los resultados de almidón en los chips de yuca, estos presentan diferencias significativas entre sí, en la fritura de aire las medias correspondientes a yuca amarilla y blanca son 4.605 \pm 0.012 y 3.350 \pm 0.029 respectivamente, y en la fritura de inmersión las medias son 4.5543 \pm 0.054 en amarillas y 3.3285 \pm 0.063 en blancas, los chips de yuca amarilla presentan mayor contenido de almidón en los dos tratamientos de cocción a diferencia del contenido total de los chips de yuca blanca.

(Carulla, Knowles, & Pabón, 2012) mencionan que en los procesos de cocción donde se emplea una temperatura superior a 100 °C existe una desnaturalización de almidón lo cual difiere de manera significativa en el contenido total, además en su reporte determinaron que los snacks de yuca poseen una cantidad mínima de almidón del 5% donde se evidencia una disminución considerable del contenido inicial de almidón del tubérculo. Los datos de esta investigación se encuentran con relación a lo descrito por (Carulla, Knowles, & Pabón, 2012).

4.1.5.7. Análisis del contenido de sodio de chips de yuca

Tabla 47. Valores medios del análisis de sodio de chips de las dos variedades de yuca.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Air Fryer Fritura de aire	amarilla	3.012 \pm 0.019	B
	blanca	3.439 \pm 0.004	A
Fritura por inmersión	amarilla	7.014 \pm 0.588	A
	blanca	7.722 \pm 0.321	A

En la Tabla 47 se encuentran los resultados del contenido total de sodio de muestras de chips de yuca, en la fritura de aire existen diferencias significativas ya que sus medias son 3.012 \pm 0.019 en amarillas y 3.439 \pm 0.004 en blancas, en cambio en el tratamiento de fritura por inmersión no presenta diferencias estadísticamente significativas ya que sus medias son 7.014 \pm 0.588 en amarillas y 7.722 \pm 0.321 en blancas, según las medias obtenidas en los 2 tratamientos de cocción, los chips de yuca de variedad blanca poseen mayor contenido de sodio.

Algunos requisitos del etiquetado nutricional que deben cumplir los snacks para consumo humano son las declaraciones nutricionales del contenido total de sodio, aspecto muy importante para la salud de los consumidores. Según (Carmona, Gómez, & Gaitán, 2014), el grupo de snacks tienen contenidos <140 mg (14%) por porción, por lo que en esta investigación se corroboran dichos resultados al obtener valores similares e incluso inferiores a lo propuesto por este autor.

4.1.5.8. Análisis de cenizas de chips de yuca

Tabla 48. Valores medios del análisis de cenizas de chips de las dos variedades de yuca.

Tratamiento	Variedad	Media % \pm DS	Rangos
Air Fryer Fritura de aire	amarilla	5.091 \pm 0.038	A
	blanca	4.758 \pm 0.020	B
Fritura por inmersión	amarilla	5.292 \pm 0.254	A
	blanca	4.220 \pm 0.266	B

En la Tabla 48 se presentan los resultados de cenizas obtenidos en los chips de yuca, donde se evidencian diferencias significativas, ya que se obtuvo una media máxima de 5.0911 ± 0.038 en la variedad amarilla en la fritura por aire, a diferencia de la fritura por inmersión en donde se obtuvo mayor media 5.2927 ± 0.254 de en la variedad blanca, lo que representa que el tratamiento térmico influye de manera significativa en este parámetro.

Según el estudio realizado por (Inga, 2020) afirma que, de acuerdo, a los análisis bromatológicos realizados a los snacks a partir de yuca el contenido de cenizas de la misma es de 4.3% a diferencia de otros alimentos, esto se debe a que la raíz tiene un alto valor nutritivo, lo cual coincide significativamente con los datos obtenidos en esta investigación donde la diferencia entre las variedades influyen en el contenido final de cenizas siendo la yuca blanca la que en su composición tiene mayor contenido de minerales.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se realizó el análisis de las características fisicoquímicas del plátano verde de variedad dominico y barraganete, en donde presentaron diferencias en cuanto al contenido de almidón, acidez, cenizas, proteína y fibra, la variedad de plátano dominico posee estos parámetros en mayor cantidad a comparación de la variedad barraganete, a excepción del contenido de cenizas (minerales). En los parámetros restantes del análisis fisicoquímico de los frutos, no existió diferencias por lo que se puede decir que en los parámetros de °Brix, humedad, pH y contenido de grasa son similares. Resaltando el plátano de variedad dominico presenta las mejores características nutricionales para su procesamiento.
- En el análisis fisicoquímico realizado a la yuca de variedad amarilla y blanca, se identificó diferencias en cuanto al contenido de, °Brix, pH, contenido de almidón, grasa, proteína y fibra cruda, siendo la variedad amarilla la que tiene mayor incidencia en los parámetros analizados, a excepción del contenido de grasa y fibra donde la variedad blanca lo posee en mayor cantidad. Concluyendo así que existen diferencias entre las variedades de yuca analizadas y debido a su contenido nutricional la yuca de variedad amarilla es apta al momento de procesos industriales.
- Con los resultados obtenidos se propuso utilizar el plátano dominico y yuca amarilla provenientes del cantón Arajuno para la elaboración de chips con alto valor nutricional, los cuales servirán como fuente económica Post Covid- 19 ya que dicha alternativa busca mantener a la comunidad sana y alimentada, siendo la prioridad económica para la reactivación del cantón.
- Microbiológicamente, los chips horneados, fritos por aire y por inmersión de plátano verde dominico y barraganete, presentó un recuento nulo en *E. coli*, mohos y levaduras <10 UFC/ml respectivamente y un recuento nulo en aerobios mesófilos, demostrando ser un producto seguro, inocuo y libre de microorganismos patógenos.
- De acuerdo con los análisis microbiológicos realizados a los chips de yuca se obtuvo un recuento nulo en *E. Coli*, mohos y levaduras <10UFC/ml respectivamente y en aerobios mesófilos un recuento nulo, con lo mencionado

anteriormente se puede evidenciar de que las hojuelas de chips de yuca es un producto seguro microbiológicamente, cumpliendo los estándares de calidad establecidos en la norma INEN 2561 para bocaditos de origen vegetal.

- Una vez realizado el análisis sensorial a los 3 tratamientos de cocción evaluados en las dos variedades de plátano, mediante una prueba afectiva con un panel de 80 catadores no entrenados para determinar el grado de aceptación del tratamiento y la variedad de los chips, donde se evaluaron los atributos: color, olor, sabor, y textura, el resultado a los dos mejores tratamientos de cocción fueron los horneados y fritos por inmersión que corresponden a las dos variedades de plátano (dominico y barraganete), destacando que en el horneado la variedad más aceptada fue el barraganete y en la fritura por inmersión se destacó la variedad dominico obteniendo un valor de aceptabilidad de 4.00 equivalente a “me gusta poco”.
- Una vez realizado el análisis sensorial a los 3 tratamientos de cocción evaluados en las dos variedades de yuca, mediante una prueba afectiva con un panel de 80 catadores no entrenados para determinar el grado de aceptación del tratamiento y la variedad de los chips, en donde se evaluaron los atributos: color, olor, sabor, y textura, el resultado a los dos mejores tratamientos de cocción fueron los fritos por aire y fritos por inmersión que corresponden a las dos variedades de yuca (amarilla y blanca), destacando que en la fritura de aire las dos variedades tienen la misma aceptabilidad por los consumidores y en la fritura por inmersión se destacó únicamente la variedad amarilla, en los casos obteniendo un valor de aceptabilidad de 4.00 equivalente a “me gusta poco”.
- En el análisis fisicoquímico de los chips de plátano horneados se obtuvo los siguientes valores: 6.970% humedad variedad dominico, 6.790% humedad variedad barraganete, 0.118% grasa variedad dominico, 0.201% grasa variedad barraganete, 2.334% proteína variedad dominico, 1.982% proteína variedad barraganete, 6.936% fibra variedad dominico, 7.140% fibra variedad barraganete, 3.472% almidón variedad dominico, 2.914% almidón variedad barraganete, 2.538% sodio variedad dominico, 3.984 sodio variedad barraganete, 2.148 cenizas variedad dominico, 2.5061% cenizas variedad barraganete, parámetros que están dentro del rango de valores óptimos para chips cumpliendo así con los valores obtenidos en diferentes investigaciones y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE

INEN 2561:2010 para Bocaditos de origen vegetal.

- Se cuantificó las características fisicoquímicas de los chips fritos en aire a partir de yuca amarilla y blanca en donde se obtuvo los siguientes valores: 2.977% humedad variedad amarilla, 2.921% humedad variedad blanca, 0.118% grasa variedad amarilla, 0.201% grasa variedad blanca, 2.286% proteína variedad amarilla, 2.253% variedad blanca, 3.831% fibra variedad amarilla, 4.355% variedad blanca, 4.605% almidón variedad amarilla, 3.350% almidón variedad blanca, 3.012% sodio variedad amarilla, 3.439% sodio variedad blanca, 5.091% cenizas variedad amarilla, 4.758% cenizas variedad blanca. parámetros que están dentro del rango de valores óptimos para un snack de calidad cumpliendo así con los valores obtenidos en diferentes investigaciones y en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2561:2010 para Bocaditos de origen vegetal.
- Se logró establecer que el tratamiento de cocción idóneo para chips de plátano verde es el tratamiento de horneado juntamente con la fritura de inmersión ya que en los dos casos se obtuvo las mejores características sensoriales y en cuanto a la calidad nutricional por medio de los análisis fisicoquímicos se recolectaron datos en donde se evidencia que la materia prima de plátano verde variedad dominico proveniente del cantón Arajuno resulta ser el mejor en la mayoría de los parámetros evaluados.
- El tratamiento de cocción idóneo para chips de yuca de las dos distintas variedades es el tratamiento por fritura de aire conjuntamente con la fritura de inmersión ya que en los dos casos se obtuvo las mejores características sensoriales y en cuanto al contenido nutricional por medio del análisis físico químico realizado se recolectaron datos en donde se evidencia que la materia prima de variedad amarilla proveniente del cantón Arajuno resulta ser la mejor en aspectos nutricionales, sensoriales y de procesamiento.

5.2. Recomendaciones

- Para garantizar la industrialización de chips de calidad, se debe considerar la utilización de materia prima de calidad, que tenga un buen aporte nutricional, además que cumpla con los estándares establecidos en la normativa nacional e internacional vigente, por lo que es necesario llevar registros del estado de la materia prima que se va a procesar.
- Es recomendable añadir sal antes de realizar el proceso de cocción es decir en la capa superficial de las láminas ya que al someter las láminas de plátano o yuca a una solución salina estos debido al grosor tan pequeño que presenta tienden a tomar las sal generando un producto final demasiado salado.
- Se recomienda llevar un grosor específico para las hojuelas de chips, ya que de este dependen distintas características sensoriales muy importantes para el consumidor, como la textura y la palatabilidad al momento de ser consumidos o aceptados.
- Experimentar los tratamientos de cocción (horneado y fritura de aire) en distintas materias primas de la zona para la innovación en la industrialización de chips. Se recomienda realizar pruebas de almacenamiento y vida útil de los chips de plátano y yuca horneados y en fritura de aire.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 925.10, A. (4 de Mayo de 2015). *AOAC*. Obtenido de https://nanopdf.com/download/me-711-02-023-v3-determinacion-de-humedad-en-alimentos_pdf
- Acosta, M., & Chávez, A. (2020). Efecto de la fritura por inmersión al vacío en rodajas de mango “Tommy Atkins” deshidratadas osmóticamente. *Scielo* , 2-3.
- Addosio, G., Páez, M., & Marín, Z. M. (2005). Obtención y caracterización de chips de plátano verde. *Scielo*, 22-24.
- Aguilar, A. (2012). Obtenido de https://www.academia.edu/40500611/M%C3%89TODOS_DE_CONSERVACION_DE_ALIMENTOS?email_work_card=view-paper.
- Alban, S., & Araucano, K. (2019). Snacks de yuca orgánica con sal de Maras. *Dialnet* .
- Almazán, M. (2003). Influence of sugar and cyanide concentrations and paste viscosities of cassava flour on fried cassava chip quality. *Sci Food Agric*, 67-75.
- Álvarez. (2003). *Efectos de las características de la materia prima en la calidad de chips*. Santiago de Cali: Colombia: Universidad del Valle.
- Álvarez. (2018). *Guía de Cultivo de Plátano (Musa Paradisiaca)*. Obtenido de http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf
- Ammawath, W. C. (2001). Ammawath, W., Che Man, YB, Efectos de la variedad y el estado de madurez de la fruta sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de los chips de plátano fritos. *Ciencia y Agricultura* .
- Ángel, O. (2020). Pruebas de análisis sensorial para el desarrollo de productos de cereales infantiles en Venezuela. *Dialnet*, 1.
- Arellano, H. (2018). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA*. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1455/IND-%20ROS-ARE-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, S., & López, D. (2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. *Universidad Católica Luis Amigó*, 123-136.
- Arismendi, L. (2011). Investigación sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el oriente de Venezuela. *Dialnet*.
- Basilio, J. (2015). *“PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE CHIFLES DE PLÁTANOS (Musa paradisiaca) MEDIANTE MODELOS MATEMÁTICOS”*. Lima: Perú: Universidad Agraria "La Molina".
- Belalcázar, S. H., & Valencia, M. (2011). *Evaluación de Tamaños de Semilla. Generación de Tecnología para el Cultivo y producción Rentable del Plátano en*

la Zona Central Cafetera Colombiana. Armenia.

- Benedetto, M. (2019). Calidad nutricional de los alimentos. *Alimentos Argentinos*, 13. Obtenido de Ministerio de agricultura, ganadería y pesca Argentina.
- Brañas, M., & etal. (2019). Conocimientos tradicionales vinculados a la "yuca" *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae) en tres comunidades ticuna del Perú. *Scielo*.
- Burbano, A., García, P., & Matínez, J. (2017). EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE YUCA (*Manihot esculenta* Cranz) EN EL PROCESO DE FRITURA DE CHIPS. *Universidad Central de Colombia* .
- Carmona, I., Gómez, B., & Gaitán, D. (2014). Contenido de sodio en alimentos procesados comercializados en Colombia, según el etiquetado nutricional. *Scielo*, 61-82.
- Carulla, J., Knowles, M., & Pabón, A. (2012). Use of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and other starchy non-conventional sources in ruminant feeding. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 2-6.
- Casilla, L. (19 de Junio de 2015). *EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL BANANO COMÚN (Musa sapientum l) TRANSFORMADO POR ACCIÓN DE LA LEVADURA Candida guilliermondii*. Obtenido de PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis605.pdf>
- Cassallas, L. (2018). *Microbióloga industrial y Nutricionista dietista*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8650/tesis605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castilla, U. d. (2017). Obtenido de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-de-castilla-la-mancha/tecnologia-de-los-alimentos/tema-10-horneado-y-asado/2867493>
- Centeno, L. (12 de Junio de 2013). *DETERMINACIONES DE ACIDEZ TOTAL TITULABLE, ACIDEZ VOLÁTIL, ACIDEZ FIJA Y pH. PREPARACIÓN DE SOLUCIONES AMORTIGUADORAS*. Obtenido de Universidad Central de Colombia: <https://es.slideshare.net/Lizcyt1/practica10-acidez-titulable-22876441>
- Chen, C. &. (2002). *Acidez titulable en tuberculos* . Obtenido de [file:///C:/Users/LENOVO/Desktop/Bibliogr%C3%A1fia%20materia%20prima/Brix/313-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1139-1-10-20150825%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Desktop/Bibliogr%C3%A1fia%20materia%20prima/Brix/313-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1139-1-10-20150825%20(1).pdf)
- Chong, M., Mazzitelli, G., & Quintero, R. (2019). Efecto de los métodos de cocción por fritura en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de chips de taro (*Colocasia esculenta*). *Revista de I+D Tecnológico*, 30-37.

- Cock, J. (2012). *La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional*. Cali- Colombia : Ciat.
- COMERCIO, E. (2 de Abril de 2011). Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/tres-tipos-de-platano-se.html>
- Contreras, R., Hernández, I., Martínez, M., & Pérez, R. (2017). Extracción de almidón por el método seco en plátano macho, cuadrado y castilla. *Simulación y Laboratorio*, 3.
- Coral, V. (2014). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR*. Obtenido de [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8924/Determinaci% c3% b3n% 20proximal% 20de% 20los% 20principales% 20componentes% 20nutricionale s% 20de% 20siete% 20alimentos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8924/Determinaci%c3%b3n%20proximal%20de%20los%20principales%20componentes%20nutricionales%20de%20siete%20alimentos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CSIC. (29 de Abril de 2015). *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*. Obtenido de Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología: <https://www.dicyt.com/noticias/el-csic-desarrolla-snacks-saludables-a-partir-de-las-proteinas-del-huevo>
- Dávila, J., & Moreira, D. (06 de Agosto de 2014). *PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL BANANO EN LA ALIMENTACIÓN ESCOLAR*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12564/1/Propiedades% 20nutricional es% 20del% 20banano% 20en% 20la% 20alimentaci%C3%B3n% 20escolar.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12564/1/Propiedades%20nutricional es%20del%20banano%20en%20la%20alimentaci%C3%B3n%20escolar.pdf)
- Dávila, R., Cortés, M., & Gil, J. (2016). Cambios físicos y fisicoquímicos durante el procesamiento del plátano con soluciones antioxidantes. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 125-134.
- Del Campo, E. (2006). “POLIMERIZACIÓN DE ACEITE DE PALMA, CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y ESTRUCTURAL” . *Universidad autónoma del estado de México* .
- Díaz, Rodríguez, & Suárez. (2004). CAMBIOS EN EL VALOR NUTRITIVO DE PLÁTANOS DURANTE DISTINTOS TRATAMIENTOS CULINARIOS. *Redalyc*, 4.
- El Telégrafo. (22 de Junio de 2019). La industria producirá 560.000 t de azúcar. *El Telégrafo*, pág. 4.
- Elizalde, M., & Pazmiño, J. (Diciembre de 2015). “*Investigación y estudio de la yuca (Manihot esculenta crantz) y nuevas propuestas gastronómicas*”. Obtenido de UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14076/1/TESIS% 20Gs.% 20103% 20](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14076/1/TESIS%20Gs.%20103%20)

- %2028MTESIS%20FINAL%20MARZO%20%28YUCA%29%281%29%201.p
df
- FAO. (2008). *La yuca manihot esculenta*.
- FAO. (2016). Obtenido de <https://www.fao.org/ag/esp/revista/0610sp1.htm>
- FAO. (26 de Octubre de 2016). Obtenido de <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/447827/>
- FAO. (2018). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y5143s/y5143s0u.htm#TopOfPage>
- Gallego, S. (2015). *PRODUCCIÓN Y USOS DE HARINA REFINADA DE YUCA*. Palmira- Colombia : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- García. (2012). Potencial del plátano macho verde para la elaboración de botanas saludables. *Redalyc*.
- García. (2012). Texturometría instrumental: puesta a punto y aplicación a la tecnología de horneado en alimentos. *Universidad de Oviedo*.
- García, L. (2019). Conservación para yuca en perfectas condiciones. *DiarioNacional*, 11.
- Garzón, A. (2014). EVALUACIÓN DE NIVELES DE ACRILAMIDA EN ALIMENTOS COLOMBIANOS. *Universidad Haveriana* .
- Gil, J., & Buitrago, J. (2002). *La yuca en la alimentación*. Bogotá: Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Grizotto, R. &. (2002). Effect of Cooking on the Crispness of Cassava Chips. . *Journal of Food Science*.
- Ilerfred. (10 de Junio de 2020). *Maduración de plátanos y bananos*. Obtenido de ILERFRED: <https://www.ilerfred.com/maduracion-platanos-bananas-aguacates-y-mangos/>
- INEC. (2012). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_alimentos.php?id=21499.01.05#:~:text=Descripci%C3%B3n%3A,puede%20ser%20dulce%20o%20salado.
- INEC. (2016). Estadísticas Agropecuarias de Superficie y Producción continua en Ecuador en 2013. *INEC*.
- INEN. (21 de Agosto de 2013). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 3960*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_3960_extracto.p
df](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_3960_extracto.pdf)

- INEN, N. (Septiembre de 2013). *CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS COLIFORMES POR LA TÉCNICA DE RECuento DE COLONIAS*. Obtenido de Instituto de Normalización Técnica Ecuatoriana: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te_inen_1529-7-1.pdf
- INEN-ISO. (15 de Marzo de 2009). Obtenido de <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/81fec3d3-4695-4667-8f59-b16f2b4b2607/en-iso-11085-2010>
- INEN-ISO. (Abril de 2013). *INEN*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te_inen-iso-712.pdf
- INEN-ISO. (06 de Enero de 2014). *MICROBIOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO Y ANIMAL. MÉTODO HORIZONTAL PARA EL RECuento DE MICROORGANISMOS. TÉCNICA DE RECuento DE COLONIAS A 30 ° C*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_ISO_4833.pdf
- Inga, K. (2020). *Facultad de ciencia y tecnología*. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9671/1/15302.pdf>
- ISO, 3. I. (Septiembre de 2013). Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te_inen_iso_3960_extracto.pdf
- ISPCH. (2011). *Sección Microbiología de Alimentos y Agua*. Ñuñoa: Chile: Instituto de Salud Pública Chile.
- Jiménez, K. (2016). Norma Oficial de Método de Prueba para la Determinación de "Grados Brix". *Ecured*, 367-368.
- Jimenez, M., Rossi, A., & Sammán, N. (18 de Julio de 2015). *ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY*. Obtenido de <https://doi.org/10.1039/c5fo00174a>
- Juárez, M., & Sammán, N. (2007). El deterioro de los aceites durante la fritura. *Comunitaria*.
- Kamsiah, & Yusof. (2012). Daño de los peróxidos en los alimentos. *SciELO*, 2-4.
- Knowles, M., Pabón, M., & Carulla, J. (2012). Uso de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y otras fuentes de almidones no convencionales en la alimentación de rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 489-490.
- Liew, S., Chin, N., & Yusof, N. (2014). Extraction and Characterization of chips of cassava. *ELSEIVER*, 231-236.
- Locaze, L. (2016). Obtenido de <http://nulan.mdp.edu.ar/1592/1/01332.pdf>

- Lucas, J., Quintero, V., Vasco, J., & Mosquera, J. (2012). Evaluación de los parámetros de calidad de chips en relación con diferentes variedades de plátano (*Musa paradisiaca* L.). *Revista Lasallista de Investigación*, 65-74.
- MAG. (10 de Septiembre de 2020). *En Arajuno se fortalece la agricultura orgánica*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.agricultura.gob.ec/en-arajuno-se-fortalece-la-agricultura-organica/>
- Marquéz, M. (23 de Julio de 2014). *Cenizas y grasas, teoría del muestreo*. Obtenido de Universidad Nacional de San Agustín: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, C., & Brito, I. (2019). Caracterización de algunas propiedades físico-mecánicas y químicas de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Scielo*, 54-55.
- Martínez, J., & Velázquez, C. (23 de Abril de 2013). *Estudio de la producción y comercialización de la malanga: estrategias de incentivos para la producción en el país*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4331/1/UPS-GT000395.pdf>
- Montes, N., & Millar, I. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Redalyc*.
- Moreira, K. (2013). *residuos de la cáscara de bananos (musa paradisiaca) y plátanos (musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo humano*. Obtenido de Repositorio Universidad de Guayaquil FIQ: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3666/1/1113.pdf>
- Navia, M. (2008). *Caracterización morfológica de cultivares recolectados de Banano y Plátano*. Obtenido de Banana - Networks.org: <http://banana-networks.org/musalac/files/2012/11/LIBRO-CARACTERIZACION-PLATANO.pdf>
- Noor, N., & Agustin, M. (1984). Effectiveness of antioxidants on the stability of banana chips. *Science of Food and Agriculture*, 12-13.
- NTE, I. (18 de Septiembre de 2013). *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2016 de Octubre de 2016). *La OMS recomienda aplicar medidas en todo el mundo para reducir el consumo de bebidas azucaradas y sus consecuencias para la salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/detail/11-10-2016-who-urges-global-action-to-curtail-consumption-and-health-impacts-of-sugary-drinks>

- Ortega, A., & Reyes, M. (12 de Marzo de 2018). *Propuesta metodológica de evaluación del turismo comunitario, caso de estudio en Arajuno, Pastaza*. Obtenido de Universidad Estatal Amazónica: <https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/propuesta-metodologica-de-evaluacion-del-turismo-comunitario-revista-cientifica-articulo-3-vol-2-N-2.pdf>
- Pabón, M. (2015). Use of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and other starchy non-conventional sources in ruminant feeding. *Redalyc* .
- Quiceno, M., Giraldo, G., & Villamizar, H. (2014). Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGCiencia*, 48-54.
- Ramos, D., & Soto, F. (2014). RESPUESTA DEL CULTIVO DEL PLÁTANO A DIFERENTES PROPORCIONES DE SUELO Y BOCASHI, COMPLEMENTADAS CON FERTILIZANTE MINERAL EN ETAPA DE VIVERO. *Redalyc*, 2.
- Rivera, J. (2018). Yuca Costa Rica. *BookingSuite*, 3.
- Rodríguez, G., Zuluaga, C., Puerta, L., & Ruíz, L. (2013). EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE FRITURA DE BANANO. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 123-129.
- Rodríguez, R. (. (2016). *CONSERVACION DE CHIFLES ARTESANALES DE PLÁTANOS (Musa paradisiaca.) FRITOS EN CUATRO TIPOS DE ACEITES DE ORIGEN VEGETAL*. Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Rojas, M. (12 de Junio de 2012). *ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA YUCA (Manihot esculenta Crantz) Y SUS EFECTOS EN LA CALIDAD DE HOJUELASFRITAS PARA SU PROCESAMIENTO EN LA EMPRESA PRONAL S.A*. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA:
<http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/633682R741.pdf>
- Ronco, A. V. (2007). ACRILAMIDA EN LOS ALIMENTOS. *Scielo* , 2. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000100001
- Ruiz, E. (21 de Mayo de 2009). *Cultura, comunidad y turismo*. Quito: Ecuador: Abya Yala. Obtenido de Gobierno Provincial de Pastaza 2009.
- Suaréz, L., & Mederos, D. (2011). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tendencias actuales. *Scielo* .
- Teruel, M., & Gordón, M. (2015). Un estudio comparativo de las características de las

papas fritas producidas por fritura profunda y fritura al aire. *Revista de Ciencias de la Alimentación*.

- Teruel, M., Gordon, M., Garrido, A., & Niranjana, K. (2015). A comparative study of the characteristics of French fries produced by deep fat frying and air frying. *Journal of Food Science*, 349-358.
- Udomkun, P., & Innawong, B. (2018). Efecto de los procesos de pretratamiento sobre los aspectos fisicoquímicos de los chips de plátano fritos al vacío. *Revista de procesamiento y conservación de alimentos*, 3-7.
- Ulloa, G. (2018). Evaluación de los efectos de la precocción, prefritura y congelación IQF (Individually Quick Frozen) en las características fisicoquímicas y sensoriales de yuca amarilla (*Manihot esculenta* Crantz) de la provincia de Pastaza. *Universidad Técnica de Ambato. Carrera de Ingeniería en Alimentos*.
- Upaep. (2018). Sensaciones y percepciones de los alimentos. *Otoño*, 1-47.
- Urbano, A., García, P., & Martínez, J. (19 de Junio de 2017). *Evaluación del comportamiento de Yuca (Manihot esculenta Crantz) en el proceso de fritura a vacío de chips*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14424/TM%20ANGELA%20M.%20URBANO%20RAMOS.pdf?sequence=1>
- Valdiviezo, N. (2014). *Análisis del Tipo de aceite y Tiempo de fritura en la Vida Útil del Snack de Malanga (Xanthosoma sagittifolium) procedente del Tena*". Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Viera. (22 de Junio de 2005). *Estabilidad del aceite de fritura de chifles*. Obtenido de Universidad de Piura: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1485/ING_436.pdf
- Viera. (22 de Junio de 2005). *Universidad de Piura*. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1485/ING_436.pdf
- Villacres, D. (21 de Diciembre de 2016). <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6300/1/129305.pdf>. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6300/1/129305.pdf>
- Vitrac, O. D.-W.-L. (2000). Vitrac, O., Dufour, D., Trystram, G. y Fritura de yuca: influencia de las propiedades de la materia prima en la calidad de la viruta. *Vitrac, O., Dufour, D., Trystram, G. y Raoult-Wack, A.-L. (2000). Fritura de yuca: influencia de las propiedades de la materia prima en la calidad de la viruta. Ciencia de la alimentación y la agricultura*.
- Wills, R., Lee, T., Glasson, W., Hall, E., & Grahan, D. (2016). *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas pos-recolección*. Zaragoza: España: Acirbia.

VII. ANEXOS

Anexo I. Acta de la sustentación de la predefensa.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE ALIMENTOS



ACTA DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR:

NOMBRE SALAZAR ROSERO KAROL LIZBETH/ NARVAEZ ENRIQUEZ MARIA JOSE
NIVEL/PARALELO: 0

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401739420/ 0402087431
PERIODO ACADÉMICO: 0

TEMA DEL TIC: Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:
PRESIDENTE: MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO
DOCENTE TUTOR: MSC. CHAMORRO HERNANDEZ LILIANA MARGOTH
DOCENTE: MSC. PAREDES PITA CARLOS ARTURO

De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de esta acta:

EDIFICIO DE AULAS:	0	AULA:	0
FECHA:	miércoles, 9 de marzo de 2022		
HORA:	16H00		
Obteniendo las siguientes notas:			
1) Sustentación de la predefensa:			4.60
2) Trabajo escrito			2.70
Nota final de PRE DEFENSA			7.30

Por lo tanto:

APRUEBA CON OBSERVACIONES

; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 36 - De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones. - Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el

miércoles, 9 de marzo de 2022


MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO
PRESIDENTE


MSC. CHAMORRO HERNANDEZ LILIANA MARGOTH
DOCENTE TUTOR


MSC. PAREDES PITA CARLOS ARTURO
DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Narváez Enríquez María José y Salazar Rosero Karol Lizbeth				
DATE: 22 de marzo de 2022				
TOPIC: "Caracterización físicoquímica y sensorial de chips de plátano (Musa paradisíaca) y yuca (Manihot esculenta) para la reactivación económica post COVID del cantón Arajuno"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Narváez Enríquez María José y Salazar Rosero Karol Lizbeth

Fecha de recepción del abstract: 22 de marzo de 2022

Fecha de entrega del informe: 22 de marzo de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

**Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc.
Coordinador del CIDEN**

Anexo 3. Hoja de catación análisis sensorial de chips de Plátano (*Musa Paradisiaca*) y Yuca (*Manihot esculenta*)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES
CARRERA DE ALIMENTOS

Hoja de evaluación sensorial de chips de Plátano (*Musa Paradisiaca*)

Edad _____ **Género: Femenino** **Masculino**

La siguiente evaluación sensorial se desarrollará con el fin de complementar la investigación

Instrucciones:

- Limpiar su paladar con agua antes y después de degustar cada muestra y marcar con una **X** el cuadro indicando el grado de preferencia.
- Antes de la degustación proceder a analizar el color en las muestras que se encuentran en el centro de la mesa
- Continuar con la evaluación de olor, sabor y textura en el panel asignado.

1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

Código de muestra	Atributo	1	2	3	4	5
Freidora Dominico (128)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					

Freidora Barragane te (132)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
Horneado Dominico (252)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
Horneado Barragane te (256)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
Frito Dominico (373)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
Frito Barragane te (378)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Hoja de evaluación sensorial de chips de Yuca (*Manihot esculenta*)

Edad _____

Género: **Femenino**

Masculino

La siguiente evaluación sensorial se desarrollará con el fin de complementar la investigación.

Instrucciones:

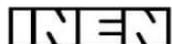
- Limpiar su paladar con agua antes y después de degustar cada muestra y marcar con una **X** el cuadro indicando el grado de preferencia.
- Antes de la degustación proceder a analizar el color en las muestras que se encuentran en el centro de la mesa
- Continuar con la evaluación de olor, sabor y textura en el panel asignado.

1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

Código de muestra	Atributo	1	2	3	4	5
		Freidora amarilla (136)	Color			
Olor						
Sabor						
Textura						
Freidora	Color					

blanca (140)	Olor					
	Sabor					
	Textura					
Horneado amarilla (260)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
Horneado blanca (264)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
Frita amarilla (383)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
Frita blanca (388)	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					

Gracias por su colaboración.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 561:2010

BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITOS.

Primera Edición

SNACKS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos, requisitos.
AL 02.02-406
CDU: 642.2
CIIU: 3116
ICS: 67.080.20

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITOS.	NTE INEN 2 561:2010 2010-10
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, tubérculos o raíces tuberosas, semilla, frutas horneados o fritos listos para consumo.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos fritos u horneados que se comercializan envasados, tales como: hojuelas, productos extruídos, granos y cereales dilatados.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Bocadito</i>. Son los productos alimenticios que permiten mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, se los conoce como pasabocas, snacks, botanas.</p> <p>3.1.2 <i>Hojuelas</i>. Son las láminas de un tubérculo, raíz tuberosa, fruta, semillas que se forman por moldeo de una masa.</p> <p>3.1.3 <i>Hojuelas fritas</i>. Son los productos que se obtienen de un proceso de fritura de las hojuelas con aceites comestibles a altas temperaturas.</p> <p>3.1.4 <i>Extruídos</i>. Son los productos que se obtienen a partir de un proceso en el que el grano, harina o subproducto de éstos es forzado a fluir, bajo una o más variedades de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una placa/boquilla diseñada para dar forma o expandir los ingredientes.</p> <p>3.1.5 <i>Cereales dilatados</i>. Son los productos que se expanden o incrementan su volumen por aplicación de calor.</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS</p> <p>4.1 Requisitos específicos</p> <p>4.1.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública y además, se deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).</p> <p>4.1.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos</p> <p>4.1.3 Se permite la adición de los aditivos y colorantes establecidos en la NTE INEN 2 074</p> <p>4.1.4 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas</p> <p>4.1.5 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		
<p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

4.1.6 Si se utiliza como ingrediente harina de trigo, está debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 616, en lo referente a fortificación

4.1.7 Estos productos deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. Requisitos bromatológicos

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2 074	

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 ³	10 ⁴	NTE INEN 1 529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1 529-10
E coli ufc/g	5	0	< 10	-	NTE INEN 1 529-7

4.1.8 En los productos a base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina será de 20 µg/kg .

4.1.9 El límite máximo de plaguicidas es el que establece el Codex alimentarius CAC/LMR 1.

4.1.10 El límite máximo de contaminantes para estos productos será el que establece el documento Codex CXS 193, Contaminantes de los alimentos.

4.2 Requisitos complementarios

4.2.1 Estos productos se pueden comercializar solos o en mezcla de productos.

4.2.2 El producto se debe expender de acuerdo con la Ley del sistema Ecuatoriano de la Calidad.

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN ISO 2859-1.

5.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

6. ENVASADO Y EMBALADO

6.1 El material de envase debe ser de grado alimentario, que proteja al producto, y no altere sus características.

7. ROTULADO SE APRUEBA

7.1 El rotulado del producto debe cumplir con lo establecido en el RTE INEN 022.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 277	<i>Grasa y aceites. Determinación del índice de peróxido</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 523	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616	<i>Harina de trigo. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra a profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 2859-1	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1 Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
CXS 193-195 (Enm. 2009)	<i>Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos</i>
CAC/MRL 1	<i>Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas, Programa conjunto FAO/OMS</i>
CAC/RCP 67 – 2009	<i>Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos.</i>
Ley 2007-76	<i>Sistema Ecuatoriano de la Calidad Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22</i>
Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura	<i>para alimentos procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

NTE INEN 187 *Grano y cereales. Maíz en grano. Requisitos.* Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 1995.

Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile DTO. 977/96, Actualizado a abril del 2009.

Anexo 5. Evidencias fotográficas.



Análisis sensorial de chips de plátano y yuca horneados, fritos por aire y fritos por inmersión.



Análisis sensorial de chips de plátano y yuca horneados, fritos por aire y fritos por inmersión.



Determinación del contenido de grasa de chips de plátano y yuca obtenidos a través de varios tratamientos de cocción usando el equipo de Soxhlet



Determinación del contenido de fibra de chips de plátano y yuca antes del proceso de calcinación.



Determinación del contenido de fibra de chips de plátano y yuca después del proceso de calcinación.



Determinación del contenido de proteína de chips de plátano y yuca después del proceso de destilación.



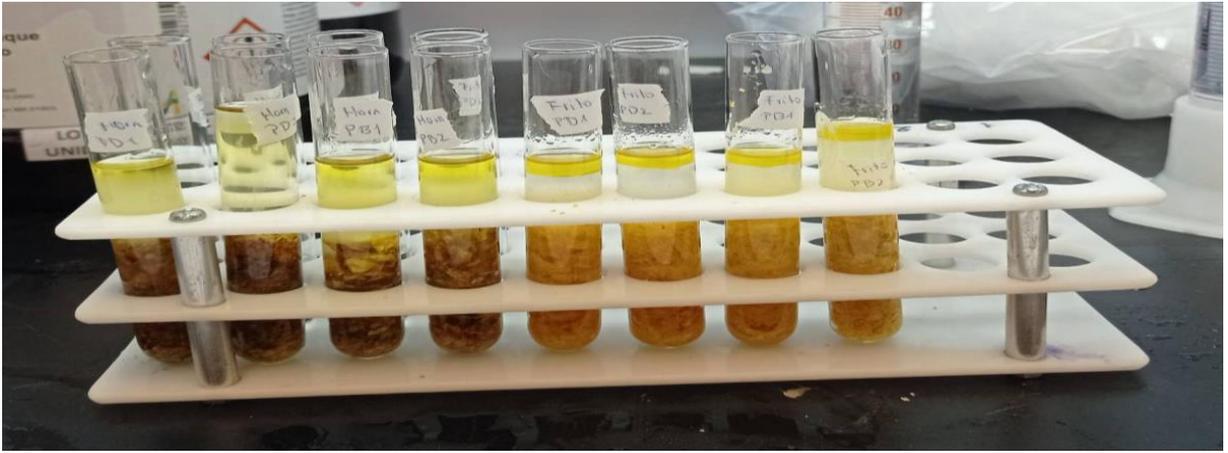
Proceso de digestión de chips de plátano y yuca para la determinación de proteínas.



Determinación del contenido de cenizas de chips de plátano y yuca antes del proceso de calcinación en la mufla.



Determinación del contenido de cenizas de chips de plátano y yuca después del proceso de calcinación en la mufla.



Determinación del contenido de almidón de chips de plátano y yuca.



Decantación de contenido de reactivo para la obtención de almidón.



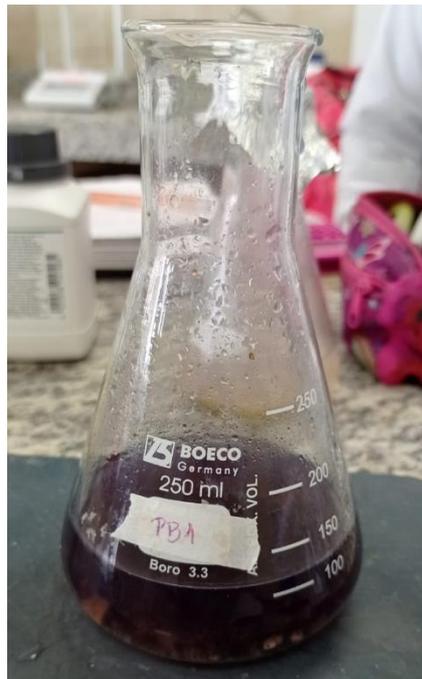
Determinación de peróxidos en chips fritos de plátano y yuca.



Determinación del contenido de sodio de los chips de plátano y yuca.



Pesaje de muestra de chips de plátano y yuca.



Titulación con solución de nitrato de plata al 0.1 N para la determinación de sodio.



Rebanado por medio de cortadora de cuchillas rotatorias industrial para yucas de 1,5-1,8 mm.



Hojuelas de yuca variedad blanca, rebanadas 1,5 mm



Precocción de las láminas de plátano y yuca de 90°C durante 12 minutos.



Fritura por aire forzado en rebanadas de plátano variedad dominico, regulada para iniciar el proceso.



Horneado de láminas de yuca de dos variedades en bandejas de aluminio en un horno semiindustrial.



Fritura por aire forzado (air fryer) de láminas de plátano variedad barraganete.



Fritura por inmersión de láminas de plátano durante un tiempo que oscila entre 2-3 min.



Chips de plátano de las dos variedades (dominico y barraganete) obtenidos por horneado y por fritura de inmersión.