

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Obtención de harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano verde (*Musa paradisiaca*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORAS: Pijal de la Cruz Bethy Tania

Pineda Pineda Génesis Judith

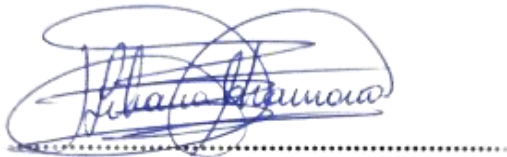
TUTORA: Ing. Chamorro Hernández Liliana Margoth, MSc.

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

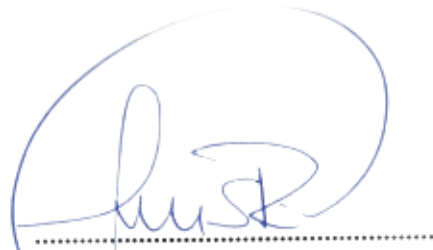
Certificamos que la estudiante Pijal de la Cruz Bethy Tania con el número de cédula 1004825962 ha elaborado el trabajo de titulación: “Obtención de harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano verde (*Musa paradisiaca*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno”

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.



Chamorro Hernández Liliana Margoth, MSc.

DOCENTE TUTOR



Rivas Rosero Carlos Alberto, MSc.

DOCENTE



Paredes Pita Carlos Arturo, MSc.

PRESIDENTE

Tulcán, abril de 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

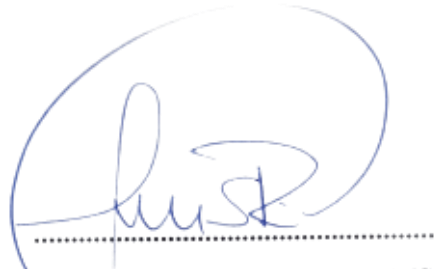
Certificamos que la estudiante Pineda Pineda Génesis Judith con el número de cédula 0401786793 ha elaborado el trabajo de titulación: “Obtención de harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano verde (*Musa paradisiaca*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno”

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.



Chamorro Hernández Liliana Margoth, MSc.

DOCENTE TUTOR



Rivas Rosero Carlos Alberto, MSc.

DOCENTE



Paredes Pita Carlos Arturo, MSc.

PRESIDENTE

Tulcán, abril 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, Pijal de la Cruz Bethy Tania con cédula de identidad número 1004825962 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....

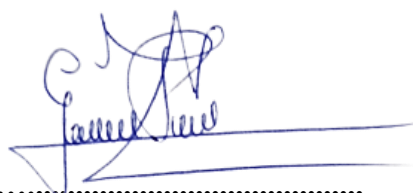
Pijal de la Cruz Bethy Tania
AUTORA

Tulcán, abril 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, Pineda Pineda Génesis Judith con cédula de identidad número 0401786793 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
Pineda Pineda Génesis Judith
AUTORA

Tulcán, abril de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Pijal de la Cruz Bethy Tania declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Obtención de harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano verde (*Musa paradisiaca*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

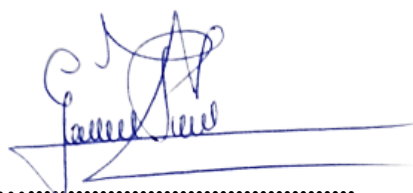


.....
Pijal de la Cruz Bethy Tania
AUTORA

Tulcán, abril de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Pineda Pineda Génesis Judith declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Obtención de harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano verde (*Musa paradisiaca*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



.....
Pineda Pineda Génesis Judith

AUTORA

Tulcán, abril de 2022

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a nuestro Señor y Salvador Jesucristo por la vida, salud, inspiración, motivación, fuerza, ánimo, constancia y perseverancia que nos ha dado para recorrer esta maravillosa trayectoria y culminar esta meta.

Gratitud a nuestros padres por su amor, comprensión y apoyo incondicional quienes con sus consejos, sacrificios y esfuerzos diarios nos apoyaron con toda entrega. A nuestros hermanos y seres queridos por demostrarnos con sus experiencias que a pesar de las dificultades se puede lograr lo que se propone.

Gracias a nuestra prestigiosa Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por darnos la oportunidad de formarnos de manera profesional y con gran sentido humano, asimismo nuestra eterna gratitud a los docentes quienes han sido parte de nuestra formación académica que han sabido tener paciencia y humor para que el recorrido sea más llevadero, en especial a los docentes Liliana Chamorro y Miguel Angel Anchundia por su ayuda, motivación, dedicación y bastos conocimientos.

Tania Pijal y Génesis Pineda

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de investigación principalmente a Dios por ser nuestra fuente de inspiración y apoyo incondicional.

A nuestros padres por ser nuestros motivadores y ayuda en cada paso, quienes nos han enseñado la importancia de la educación en la vida, ya que no solo nos hace personas razonantes sino también más humanos. A nuestros hermanos, tíos y primos por ser siempre nuestros consejeros en el transcurso de la carrera.

Tania Pijal y Genesis Pineda

ÍNDICE

I. PROBLEMA	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3. JUSTIFICACIÓN	22
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	23
1.4.1. Objetivo General.....	23
1.4.2. Objetivos Específicos	23
1.4.3. Preguntas de Investigación	23
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	24
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	24
2.2. MARCO TEÓRICO	26
2.2.1 Yuca.....	26
2.2.2 Plátano	28
2.2.3 Componentes básicos en los alimentos.....	30
2.2.4 Harina	32
2.2.4 Harina de yuca	38
2.2.5 Harina de plátano	39
2.2.6 Procesos principales para la obtención de harina de yuca y plátano	39
2.2.7 Usos de harinas de plátano y yuca	41
III. METODOLOGÍA.....	42
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	42
3.1.1. Enfoque.....	42
3.1.2. Tipo de Investigación	42
3.2. HIPÓTESIS	42
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43

3.3.1 Definición de variables	43
3.3.2 Operacionalización de variables	44
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	45
3.4.1 Lugar de investigación.....	45
3.4.2 Manejo del experimento	45
3.4.4 Análisis fisicoquímicos de yuca y plátano	45
3.4.5 Secado.....	47
3.4.6 Procesos para la obtención de la harina	48
3.4.7 Análisis fisicoquímicos de las harinas	50
3.4.8 Análisis microbiológicos	55
3.4.9 Análisis Estadístico.....	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1. RESULTADOS.....	57
4.1.1 Análisis fisicoquímicos de las yucas variedad Amarilla y blanca	57
4.1.2 Análisis fisicoquímicos de plátanos verdes variedad dominico y barraganete	61
4.1.3 Temperaturas y tiempos de secado	66
4.1.4 Análisis fisicoquímico de las harinas de yuca amarilla y blanca	71
4.1.5 Análisis fisicoquímicos de las harinas de plátano verde dominico y barraganete ...	84
4.1.5 Análisis microbiológico	96
4.2. DISCUSIÓN	97
4.2.1 Análisis fisicoquímicos de yucas variedad amarilla y blanca	97
4.2.2 Análisis fisicoquímico de plátanos variedad dominico y barraganete	99
4.2.3 Temperaturas y tiempos de secado	100
4.2.4 Análisis fisicoquímicos de las harinas de yuca amarilla y blanca	102
4.2.5 Análisis fisicoquímicos de las harinas de plátano barraganete y dominico	105
4.2.6 Análisis microbiológico	108
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110

5.1. CONCLUSIONES	110
5.2. RECOMENDACIONES	112
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
V. ANEXOS	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tamiz rotativo	35
Figura 2. Tamiz estático	35
Figura 3. Tamiz de escalera	36
Figura 4. Periodos de la curva de secado	41
Figura 5. Proceso para la obtención de harina de plátano verde	48
Figura 6. Proceso para la obtención de harina de yuca	49
Figura 7. Curva de secado de la yuca amarilla	66
Figura 8. Curva de secado de la yuca blanca	67
Figura 9. Análisis de tiempos de secado de yucas variedad amarilla y blanca	68
Figura 10. Curva de secado del plátano dominico	69
Figura 11. Curva de secado del plátano barraganete	69
Figura 12. Interacción del tiempo de secado y las variedades de plátano verde	71
Figura 13. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la humedad de las harinas de yuca	72
Figura 14. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la acidez de las harinas de yuca	74
Figura 15. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto al pH de las harinas de yuca	75
Figura 16. Análisis de proteína de las harinas de yuca	76
Figura 17. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto al porcentaje de grasa de las harinas de yuca	78
Figura 18. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto al porcentaje de carbohidratos de las harinas de yuca	79
Figura 19. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la fibra bruta de las harinas de yuca	80

Figura 20. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a las cenizas de las harinas de yuca	82
Figura 21. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto al rendimiento de las harinas de yuca	83
Figura 22. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la humedad de las harinas de plátano verde.	85
Figura 23. Interacción entre variedades y tratamientos en referencia a la acidez de las harinas de plátano verde	86
Figura 24. Interacción entre variedades y tratamientos con referencia al pH de las harinas de plátano.....	87
Figura 25. Interacción entre variedades y tratamientos con relación a la proteína de las harinas de plátano	89
Figura 26. Análisis de la grasa de las harinas de plátano	90
Figura 27. Interacción entre variedades y tratamientos con relación a los carbohidratos de las harinas de plátano	91
Figura 28. Análisis de fibra cruda de las harinas de plátano verde	92
Figura 29. Análisis de porcentaje de cenizas de las harinas de plátano verde	93
Figura 30. Interacción entre variedades y tratamientos con referencia al rendimiento de las harinas de plátano.	95
Figura 31. Recepción de materia prima	130
Figura 32. Lavado y desinfección de la materia prima.....	130
Figura 33. Pesado	130
Figura 34. Muestras para análisis de materia prima	130
Figura 35. Análisis de almidón	130
Figura 36. Análisis de fibra cruda	130
Figura 37. Troceado de la yuca	131
Figura 38. Secado de las rodajas	131
Figura 39. Pulverizado de rodajas secas y tamizado	131
Figura 40. Muestras de harina para análisis	131
Figura 41. Harinas de yuca y plátano	131
Figura 42. Análisis de acidez de harinas	131
Figura 43. Análisis de pH de las harinas	131
Figura 44. Análisis de proteína de las harinas	131
Figura 45. Análisis de cenizas de las harinas	131

Figura 46. Análisis de grasa de las harinas	131
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de la yuca en 100 g de muestra	28
Tabla 2. Características fisicoquímicas de la yuca	28
Tabla 3. Características principales de tres variedades de plátano verde exportable	30
Tabla 4. Composición fisicoquímica del plátano verde	30
Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos establecidos por la INEN 616 (2015)	34
Tabla 6. Requisitos microbiológicos establecidos para la harina de trigo	38
Tabla 7. Composición fisicoquímica de la harina de yuca.	38
Tabla 8. Composición fisicoquímica de la harina de yuca.	39
Tabla 9. Características fisicoquímicas de la harina de plátano	39
Tabla 10. Operacionalización de variables para la caracterización de harina de yuca y plátano	44
Tabla 11. Diseño experimental para yucas variedad amarilla y blanca	45
Tabla 12. Diseño experimental para plátanos verdes variedad dominico y barraganete	45
Tabla 13. Normativa aplicada para los análisis físicos y químicos de la materia prima	47
Tabla 14. Valores medios y desviación estándar del análisis de humedad de yuca amarilla y blanca	57
Tabla 15. Valores medios y desviación estándar del análisis de acidez de yuca amarilla y blanca	57
Tabla 16. Valores medios y desviación estándar del análisis de pH de yuca amarilla y blanca	58
Tabla 17. Valores medios y desviación estándar del análisis de °Brix de yuca amarilla y blanca	58
Tabla 18. Valores medios y desviación estándar del análisis de proteína de yuca amarilla y blanca	59
Tabla 19. Valores medios y desviación estándar del análisis de grasa de yuca amarilla y blanca	59
Tabla 20. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos de yuca amarilla y blanca	59
Tabla 21. Valores medios y desviación estándar del análisis de fibra de yuca amarilla y blanca	60

Tabla 22. Valores medios y desviación estándar del análisis de ceniza de yuca amarilla y blanca	60
Tabla 23. Valores medios y desviación estándar del análisis de almidón de yuca amarilla y blanca	61
Tabla 24 Valores medios y desviación estándar del análisis de humedad de plátano dominico y barraganete.....	61
Tabla 25. Valores medios y desviación estándar del análisis de acidez de plátano dominico y barraganete.....	62
Tabla 26. Valores medios y desviación estándar del análisis de pH de plátano dominico y barraganete.....	62
Tabla 27. Valores medios y desviación estándar del análisis de °Brix de plátano dominico y barraganete.....	63
Tabla 28. Valores medios y desviación estándar del análisis de proteína plátano dominico y barraganete.....	63
Tabla 29. Valores medios y desviación estándar del análisis de grasa de plátano dominico y barraganete.....	64
Tabla 30. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos de plátano dominico y barraganete.....	64
Tabla 31. Valores medios y desviación estándar del análisis de fibra bruta de plátano dominico y barraganete.....	64
Tabla 32. Valores medios y desviación estándar del análisis de cenizas de plátano dominico y barraganete.....	65
Tabla 33. Valores medios y desviación estándar del análisis de almidón de plátano dominico y barraganete.....	65
Tabla 34. Valores medios y desviación estándar del análisis de tiempo de secado de yuca amarilla y blanca.....	67
Tabla 35. Valores medios y desviación estándar del análisis del tiempo de secado de plátanos verdes dominico y barraganete	70
Tabla 36. Valores medios y desviación estándar del análisis de humedad en las harinas de yuca amarilla y blanca.....	71
Tabla 37. Valores medios y desviación estándar del análisis de acidez en las harinas de yuca amarilla y blanca.....	73
Tabla 38. Valores medios y desviación estándar del análisis de pH en las harinas de yuca amarilla y blanca.....	74

Tabla 39. Valores medios y desviación estándar del análisis de proteína en las harinas de yuca amarilla y blanca	76
Tabla 40. Valores medios y desviación estándar del análisis de grasa en las harinas de yuca amarilla y blanca	77
Tabla 41. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos en las harinas de yuca amarilla y blanca	78
Tabla 42. Valores medios y desviación estándar del análisis de fibra en las harinas de yuca amarilla y blanca	79
Tabla 43. Valores medios y desviación estándar del análisis de cenizas en las harinas de yuca amarilla y blanca	81
Tabla 44. Valores medios y desviación estándar del análisis de rendimiento en las harinas de yuca amarilla y blanca	82
Tabla 45. Valores medios y desviación estándar del análisis de rendimiento en las harinas de yuca amarilla y blanca	84
Tabla 46. Valores medios y desviación estándar del análisis de humedad de las harinas de plátano dominico y barraganete	84
Tabla 47. Valores medios y desviación estándar del análisis de acidez en las harinas de plátano dominico y barraganete	86
Tabla 48. Valores medios y desviación estándar del análisis de pH en las harinas de plátano dominico y barraganete	87
Tabla 49. Valores medios y desviación estándar del análisis de proteína en las harinas de plátano dominico y barraganete	88
Tabla 50. Valores medios y desviación estándar del análisis de grasas en las harinas de plátano dominico y barraganete	89
Tabla 51. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos en las harinas de plátano dominico y barraganete	90
Tabla 52. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos en las harinas de plátano dominico y barraganete	92
Tabla 53. Valores medios y desviación estándar del análisis de cenizas en las harinas de plátano dominico y barraganete	93
Tabla 54. Valores medios y desviación estándar del análisis de rendimiento en las harinas de plátano dominico y barraganete	94
Tabla 55. Valores medios y desviación estándar de la granulometría en las harinas de plátano dominico y barraganete	95

Tabla 56. Análisis microbiológico de la harina de plátano dominico y barraganete	96
Tabla 57. Análisis microbiológico de la harina de yuca blanca y amarilla.	96

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del Perfil de Investigación.....	126
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	128
Anexo 3. Preparación de las muestras y análisis fisicoquímicos	130

RESUMEN

La presente investigación se basó en la obtención de harina de yuca (amarilla; blanca) y plátano verde (domínico; barraganete) procedentes del Cantón Arajuno, Pastaza para su reactivación económica post Covid-19. Primero se analizó las propiedades fisicoquímicas de las dos variedades de yuca y plátano verde. Se determinaron los tiempos de secado para cada variedad por medio de curvas tiempo vs humedad. A continuación, se obtuvo la harina mediante recepción de materia prima, lavado y desinfección, pesado, pelado, troceado (1 mm), secado (50 °C, 60 °C y 70 °C), molido, tamizado (500 µm y 350 µm), empacado y almacenado. Se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica de las harinas basadas en las normas INEN y AOAC. Se aplicó un DCA entre variedades y tratamientos y una comparación de medias a través de la prueba Tukey con una confiabilidad del 95 %. Los resultados de la materia prima indican que la yuca amarilla posee mayor humedad, proteína, almidón, y cenizas que la blanca y en caso de los plátanos verdes la variedad domínico supera al barraganete en grasa, proteína, almidón, cenizas y humedad. El menor tiempo de secado fue con 70 °C para yuca amarilla, blanca, plátano domínico y barraganete de 56, 50, 50 y 45 minutos respectivamente. El mejor tratamiento se dio a 70 °C, donde las harinas tanto de yucas como de plátanos alcanzaron buenas propiedades fisicoquímicas, rendimientos óptimos y tiempos cortos de deshidratado. En cuanto a las variedades las cuatro tienen sus ventajas y desventajas, en cuestión de rendimientos y ahorro de tiempos de secado la yuca blanca y plátano barraganete son los más adecuados para el procesamiento.

Palabras clave: yuca, plátano, temperatura, secado, tiempo, harina, propiedades fisicoquímicas

ABSTRACT

The present research focused on obtaining flour from cassava (yellow; white) and green banana (dominico; barraganete) from the Arajuno Canton, Pastaza in order to support its post-Covid-19 economic reactivation. First, the physicochemical properties of the two varieties of cassava and green plantain were analyzed. Then, the drying time for each variety was determined using time versus humidity curves. Next, the flour was obtained by receiving the raw material, washing and disinfection, weighing, peeling, chopping (1 mm), drying (50 °C, 60 °C and 70 °C), grinding, sifting (500 µm and 350 µm), packing and stored. The physicochemical and microbiological characterization of the flours based on the INEN and AOAC standards was applied. A DCA was applied between varieties and treatments as well as a comparison of means through the Tukey test, which had a reliability of 95 %. The results of the raw material show that the yellow cassava has higher humidity, protein, starch, and ashes than the white one. On the other hand, green plantains, the dominico variety, exceed the barraganete in fat, protein, starch, ashes and moisture. The shortest drying time was with 70 °C for yellow and white cassava and doimico and barraganete plantain of 56, 50, 50 and 45 minutes. The best treatment was given at 70 °C where both cassava and plantain flours achieved good physicochemical properties, optimal yields and short dehydration times. Regarding the varieties, the four have their advantages and disadvantages. In terms of yields and savings in drying times, white cassava and barraganete plantain are the most suitable for processing.

Keywords: cassava, plantain, temperature, drying, time, flour, physicochemical properties.

INTRODUCCIÓN

El plátano verde es una planta herbácea, familia de las Musáceas que puede medir entre 10 y 15 cm de longitud, su pulpa es harinosa, pero no dulce, es un fruto climatérico, además se cultiva extensivamente en zonas tropicales, regiones subtropicales y son principales constituyentes de los recursos alimentarios del mundo (Brenes, 2017). Por otro lado, la yuca es una planta de la familia de la Liliáceas de una altura de 15 a 20 cm tiene flores blancas y una raíz de la que se obtiene harina (Pérez y Rodríguez, 2017).

El plátano verde como la yuca son productos autóctonos cosechados en zonas tropicales y subtropicales del Ecuador, específicamente la materia prima que se usará es de la zona de Pastaza cantón Arajuno donde se cultivan mencionados carbohidratos, principales de la dieta diaria de los alrededores, sin embargo, dentro del área la gran parte de los productos son para autoconsumo y el intercambio comercial es secundario. (Pastaza.gob.ec, 2012)

El plátano y yuca principales en la dieta diaria del Cantón Arajuno, Pastaza no están siendo aprovechados, ya que lo consumen en forma natural sin darle un valor agregado, además la ciudadanía del sector utiliza los productos para consumo propio, lo cual no ha generado ingresos para el lugar, asimismo la influencia de la pandemia Covid-19 ha golpeado de forma negativa al territorio. Por otro lado, la falta de investigación de las propiedades fisicoquímicas de las variedades de plátano verde, yuca y la limitada innovación de nuevos productos del sitio Amazónico ha provocado la baja industrialización. Por ello es importante investigar y estudiar para que la sociedad pueda conocer las propiedades y cualidades de mencionados alimentos e impulsar a su transformación y a la implementación en la industria alimentaria.

El conocimiento de las propiedades fisicoquímicas de las variedades de plátano (domínico y barraganete) y yuca (amarilla y blanca) permitirá dar un valor agregado siendo así una harina óptima para el consumo, de acuerdo con la Norma Técnica INEN (2013) la harina es un polvo fino que se obtiene de las hojuelas de yuca mediante la molienda, posteriormente de un cernido, para retirar la fibra de la harina. La presente investigación tuvo como objetivo elaborar una harina de plátano y yuca a partir de materia prima proveniente del cantón Arajuno para la reactivación económica Post Covid-19 con el cumplimiento de todos los parámetros de calidad.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador la zona con la tasa más baja de desarrollo humano y más alta en pobreza multidimensional es la Región Amazónica. Se enfrenta a una paralización de procesos socioeconómicos procedente de la pandemia causando reducidos ingresos monetarios. De acuerdo con El Universo (2019) dentro de la RAE, una de las provincias con índice de pobreza por ingresos del 37,6 % es Pastaza, y zona que se ubica en los índices con mayor necesidad es el Cantón Arajuno debido a una limitada inversión en infraestructura y servicios.

El Cantón Arajuno se convierte en uno de los lugares con mayor biodiversidad del Ecuador y del mundo debido a que cuenta con el 40 % de la Reserva de Biosfera Yasuní (Pastaza. gob.ec, 2017). En este predominan cultivos como: maíz, yuca, plátano, café, cacao, caña de azúcar, cítricos y otros frutales, sin embargo, debido a la falta de proactividad ciudadana, bajos niveles de organización y la movilidad humana hacen que estos productos no se aprovechen y muchas de las veces se conviertan en desperdicios, o sirven solamente para consumo dejando al intercambio comercial en un plano secundario y olvidado.

Por otro lado, Salazar et al. (2022) afirma que las variaciones de la calidad de la materia prima dependen de la ubicación geográfica, las cuales hasta la actualidad todas las variedades no han sido evaluadas. Existen limitados estudios sobre la parte bromatológica de las variedades de la yuca y el plátano verde, por tanto, ha producido que la población del Cantón Arajuno desconozca el aporte nutricional de los alimentos.

La deficiente investigación y la falta de conocimiento de los beneficios que puede dar el producto procesado genera baja industrialización e innovación, evitando así añadir valor agregado a los productos de la chakra amazónica.

En sí los principales problemas que abarca el cantón Arajuno radica en un índice alto de pobreza y desarrollo local a causa de limitadas oportunidades laborales, poca organización y participación comunitaria, inconvenientes financieros y desconocimiento de técnicas de producción y comercialización de productos. (Peñañiel, 2016)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La elaboración de harina dará un valor agregado al plátano y yuca de la Provincia de Pastaza Cantón Arajuno?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La chakra amazónica es el sostén de las comunidades y pueblos de la Amazonía debido a que aporta alimentos tanto para las necesidades del hogar como para el mercado, se cosecha altos porcentajes de yuca y plátano verde, estos alimentos son de elevado valor energético, carbohidratos imprescindibles en la dieta diaria de los pobladores. La producción anual en la provincia de Pastaza en toneladas de yuca es 789 y plátano verde es 4058, esta obtención es importante para el desarrollo económico del sector, por ello es imprescindible dar un valor agregado a estos alimentos. (ESPAC, 2015)

Aedeseo (2016) afirma que la yuca es una buena fuente de vitamina A que permite la formación y mantenimiento de los dientes, desarrolla los pigmentos necesarios para el buen funcionamiento de la retina, contiene vitamina C que sirve para evitar el envejecimiento, tiene alto porcentaje de fibra para conservar el organismo libre de toxinas y residuos, en el caso del plátano verde contiene fósforo, magnesio, sodio, potasio; el consumo adecuado de potasio ayuda al cuerpo a transportar electricidad, ya que es principal para la función cardiovascular y contracción muscular, permite la ejecución correcta del cerebro y de los nervios, y hierro; en la salud humana el hierro es necesario en el transporte de oxígeno a diferentes tejidos y órganos (Flores, 2018).

La yuca y el plátano verde al ser productos de consumo diario aportan índices nutricionales significativos, por lo cual al darle un valor agregado como es la transformación en harina permitirá a la ciudadanía de Arajuno realizar una amplia gama de usos en distintas elaboraciones de alimentos como coladas, cremas, empanadas, tortillas, panes, pasteles y snacks, además, ayudará a aumentar la siembra de yuca y plátano y la reactivación económica del cantón será evidente.

Desde el punto de vista industrial Kumar et al. (2019) afirma que la utilización en el sector alimentario sería en alimentos procesados como pastas, fideos, en alimentos de bajo índice glucémico con mayor valor nutricional, alimentos para bebés e incluso polvos para adultos. Además, aplicaciones en productos innovadores transformándolo en una materia prima adecuada para hacer películas comestibles con mayor capacidad de absorción de agua y desintegración rápida. En el caso de la yuca Dudu et al. (2019) menciona que la harina y almidón de yuca son ventajoso para mejorar, el volumen de los productos de panadería, la estructura de la masa en condiciones de horneado y reduce el envejecimiento de los productos de panadería.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Elaborar harina de plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar una caracterización fisicoquímica de yuca (amarilla y blanca) y plátano (domínico y barraganete).
- ✓ Establecer las temperaturas de secado de la yuca y plátano para la obtención harinas.
- ✓ Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las harinas de yuca y plátano.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cómo estarán constituidos fisicoquímicamente los plátanos y las yucas?

¿Cuáles serán los parámetros adecuados para el procesamiento de la materia prima?

¿Cómo influye las temperaturas de secado en las propiedades fisicoquímicas de yuca y plátano?

¿Cuál será la mejor temperatura de secado para yucas y plátanos que mantengan las propiedades fisicoquímicas?

¿Las harinas de yuca y plátano tendrán un buen rendimiento?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Mosquera (2017) realizó un estudio de la obtención de puré instantáneo a partir de harina de yuca. La materia prima tuvo una humedad inicial de 64 %. Para la obtención de la harina experimentó con tres temperaturas de secado de 60, 70 y 80 °C de las cuales a 80 °C obtuvo el menor tiempo y se extrajo mayor humedad en comparación con la deshidratación a 60 °C y 70 °C. El producto cumplió con el standard de granulometría fina del CODEX STAN 176-1989 al ser el 92,55 % de sus partículas menor a 0,60 mm. El rendimiento de la harina fue de 25,15 %. El análisis microbiológico de la harina resultó con ausencia de mohos y levaduras, E. coli y Salmonella mientras que 270 UFC/g de aerobios mesófilos y 200 UFC/g de coliformes totales.

Hernández et al. (2016) evaluaron la harina de yuca en alimentos conformados “listos para ser degustados” con el objetivo de determinar el comportamiento de la harina de yuca en croqueta y hamburguesa con un 25, 50 y 75 % de sustitución. Se realizó un diseño completamente aleatorio con los niveles de sustitución propuestos, además, elaboraron un patrón con 100 % de harina de trigo para cada producto. Los resultados de la sustitución del 25 %, 50 % y 75 % de harina de yuca en las croquetas y hamburguesas fueron, en la parte de análisis fisicoquímicos en rangos de H: 52,02-54,42 %, pH: 5,73- 6,04, p: 7,34 a 7,12 %, H: 63,65 %, pH 5,4-5,5, p: 16,24-16,11 % respectivamente, el análisis microbiológico estuvo dentro del rango y la evaluación sensorial fue muy buena en los dos productos. Se concluyó que las formulaciones desarrolladas de la hamburguesa, como las de croquetas, obtuvieron parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales óptimos de calidad.

Flores (2018) en su estudio que tuvo como finalidad el desarrollo de harina de plátano verde (Musa AAB) precocida y fortificada con una sal de hierro, seleccionada entre un fumarato ferroso y pirofosfato férrico a diferentes concentraciones. Se llevó a cabo a través de la selección de plátanos verdes, limpieza, cocción, deshidratación, trituración y cribado, para posteriormente fortificar con fumarato ferroso y pirofosfato férrico a concentraciones de 20 %, 40 % y 50 % del valor recomendado diario VDR 14 mg. Los resultados fueron en cuanto a la parte sensorial no mostró diferencia significativa con el pirofosfato férrico, tuvo una viscosidad de 98 Cps a 21 °C, proteína fue de 6,54 %, con una humedad de 12,04 %, grasa 0,75 %, carbohidratos 79,26 %, fibra cruda 0,79 % y hierro 29,05 mg/kg. Se concluye que la elaboración de harina de plátano se la obtiene mediante diferentes procesos, además el pirofosfato férrico,

no influye en el sabor de la masa ni en la colada de plátano, la harina se encuentra dentro de los requerimientos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

En la investigación de Encarnación y Salinas (2017) con el tema “Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca” tuvo como objetivo caracterizar fisicoquímicamente una harina elaborada a partir de plátano verde. Para la obtención del producto final se realizó un análisis bromatológico de la materia prima, se obtuvo la pulpa del plátano verde y se sometió al secado tres tratamientos con tres repeticiones a temperaturas de 105 °C por 4 horas, 105 °C por 5 horas y 90 °C por 5 horas. Los resultados idóneos se obtuvieron a temperatura de 90 °C por 4 horas con una humedad 10,40 %, fibra bruta 0,14 %, grasa cruda 0,27 %, proteína 2,35 %, cenizas 3,11 %, fibra dietética 16,70 % y carbohidratos totales 70,23 %. En conclusión, las circunstancias de secado adecuadas para la pulpa de plátano verde fueron de 90 °C por 4 h, además, se consideró como harina integral debido al alto porcentaje de fibra dietética presente.

De acuerdo con Barreto et al. (2015) en su estudio tiene como objetivo elaborar harina de plátano (*Musa paradisiaca*) a tres temperaturas para la determinación de los porcentajes de humedad. Se efectuó una adecuada preparación de la materia prima después se cortó finamente el plátano para luego deshidratarlo a 70 °C, 80 °C y 90 °C por 3 h y proceder a la molienda y finalmente a un empacado. Los resultados de la humedad a 90 °C obtuvieron una humedad de 12,3 %. Se concluyó que a 90 °C por 3 h se alcanzó un porcentaje óptimo de la harina de plátano verde según la norma INEN y otros autores.

Según Kumar, Saravanan, Sheeba, y Uma (2019) en su estudio caracterización estructural, funcional y propiedades fisicoquímicas de la harina de banano verde de banano de postre y plátano (*Musa spp.*) con el objetivo de investigar las diferencias funcionales y estructurales entre diferentes grupos genómicos del banano y su influencia en las características funcionales y componentes químicos. Se efectuó a partir de cinco variedades como Grand Naine (AAA), Monthan (ABB), Saba (ABB), Nendran (AAB) y Popoulu (AAB). Los resultados obtenidos fueron que la harina de Monthan registró una alta capacidad de hinchamiento y retención de agua en 70–90 °C mientras que Popoulu registró una mayor solubilidad, a través de la calorimetría diferencial de barrido (DSC) se mostró una entalpía de transición endotérmica en un rango de 255,57 J/g para Grand Naine a 418,81 J/g para Monthan. En conclusión, al realizar el estudio de las variedades de plátano verde se determinó que el rendimiento, la composición,

las características fisicoquímicas y funcionales cambia dependiendo de cada variedad de plátano verde, además de identificar las variedades para los diferentes usos para la industria de alimentos en el procesamiento de diversos productos.

Dudu, Li, Oyedeji, Oyeyinka, y Ma (2019) en su investigación características estructurales y funcionales harina de yuca tratada y almidón tuvo como objetivo examinar los parámetros de temperatura, tiempo y humedad con respecto a las propiedades mediante la optimización de la harina y el almidón de yuca. Los resultados en condiciones óptimas obtenidos para la harina de yuca fueron 25 % humedad, 90 °C y 45 min, en cuanto a su poder de hinchamiento 15,57 a 21,62 g, con una viscosidad de 3555 5493 cP y una elasticidad de 0,31 a 0,24. Se concluye que la harina de yuca tuvo un poder de hinchamiento y viscosidad ventajosos para aumentar el volumen del producto de panadería, además de mejorar la estructura de la masa en condiciones de horneado.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Yuca

2.2.1.1 Definición

Planta de origen neotropical, perenne y leñosa, de la familia de las Euphorbiaceae y resistentes a plagas y sequía. Posee raíces tuberosas las cuales son el órgano de interés comercial e industrial.

2.2.1.2 Descripción de la planta

La yuca es una planta monoica, su altura varía de 1 a 5 m, posee un tallo cilíndrico con nudos y entrenudos de color morado, amarillo verdoso o gris, este es muy importante para la multiplicación asexual mediante sus ramificaciones reproductoras. (Oliva, 2017)

También está compuesta por hojas con lámina foliar y peciolo, para los cultivares maduros sus hojas pueden ser de color morado, verde oscuro o claro y su tamaño varía según la variedad, los escenarios ambientales y los meses de vida. (Oliva, 2017)

En la parte inferior tiene gran cantidad de flores femeninas mientras que junto de la panícula están las masculinas. Ambas pueden ser amarillas o rojas y con 5 tépalos unidos. La flor femenina permite la polinización a partir del ovario para luego darse la formación del fruto y su maduración necesita desde tres a cinco meses. En el caso de la semilla la importancia radica en la producción de nuevos cultivares mejorados. (Oliva, 2017)

En la yuca la parte con más valor son las raíces, al comenzar su crecimiento son fibrosas, pero mediante la absorción de agua y nutrientes parte de ellas almacenan almidón y se vuelven raíces tuberosas cambiando su dirección de crecimiento de longitudinal a radial. La raíz de yuca

cuando ya está madura puede medir de 15 a 100 cm y pesar de 0,25 a 5 kg, es de color café, su cáscara tiene un grosor de 1 a 4 mm y está compuesta por epidermis, subepidermis y una capa separadora de la pulpa. El 85 % de la raíz es pulpa que contiene células almacenadoras de almidón, xilema y parénquima. (Oliva, 2017)

2.2.1.3 Variedades

Según la FAO en el mundo existen 6 073 clones discriminados en 5 724 clones de *Manihot esculenta* en el banco de germoplasma *in vitro*. Hay especies silvestres, primitivas, cultivares mejorados y material genético. Para estas variedades El Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT) tiene asignado un código el cual es permanente y único para cada especie. También para identificarles es importante su nombre vulgar que ha sido asignado según características propias de cada planta como variedades de fácil cocción, con peciolo rojo, con tallo oscuro (algodonas, rojitas, negritas).

Otra forma de conocer a la variedad es mediante la existencia de glucósidos cianogénicos que en sí depende de la cantidad de estos en la raíz, se les llama yucas dulces a las que contienen niveles bajos y amargas a las de niveles elevados de cianogénicos. No siempre va a suceder esto ya que el contenido de componentes cianogénicos no es similar en una especie o variedad y depende de las condiciones del cultivo. (FAO)

El INIAP (2014), indica que en el Ecuador las diferentes variedades están clasificadas en tres grupos que dependen del color de sus raíces. Una de ellas es “Las negras” que cuentan con peridermis de color oscuro, esclerénquima de color morado o blanco y pulpa blanca, son las yucas con mayor rendimiento y entre ellas están: La Escancela, Pata de paloma, Patucha, Morada, Valencia, INIAP Portoviejo-650 e INIAP Portoviejo-651.

Otras son “Las blancas” con tallo, peridermis de colores claros y pulpa blanca ideales para el consumo: La Taureña, Espada y Blanca. Por último, están “Las Amarillas” que se caracterizan por su tallo de color claro u oscuro y su pulpa de color crema, blanco cremoso o amarillo, se destacan las variedades: Yema de huevo, Crema y Amarilla.

2.2.1.4 Composición fisicoquímica

La yuca cuenta con propiedades fisicoquímicas que varían según la especie, condiciones ambientales, tipo de suelo, entre otras. En la tabla 1 se aprecian las características fisicoquímicas de la misma.

Tabla 1.Caracterización fisicoquímica de la yuca en 100 g de muestra

Característica	Cantidad en 100 g
Agua	60
Carbohidratos	38
Proteínas	1,4
Grasas	0,28
Fibra	1,8

Fuente: (Jensen, Skibsted, Kidmone y Thybo, 2015)

En la tabla 2 se observan las características de la pulpa de yuca donde se evidencia una humedad elevada que puede reducir la vida útil del tubérculo.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de la yuca

Característica	Cantidad
Humedad	54,32 %
pH	7,15
Materia seca	45,68 %
Sólidos solubles totales	7,5
Almidón	47,56 %

Fuente: (Martínez y Brito, 2019)

Contenido de ácido cianhídrico

Existen dos glucósidos cianogénicos que son la linamarina y lotaustralina, aproximadamente del 85 al 90 % es cianuro ligado o linamarina y de 10 a 15 % cianuro libre lotaustralina. La encargada de hidrolizar estos compuestos es la linamarasa que al hacerlo se produce glucosa y cianhidrina y de esta se descompone en acetona y ácido cianhídrico libre, este ácido es el responsable del envenenamiento al cuerpo cuando se sobrepasa el consumo de los niveles de seguridad (min 60 ppm). Las yucas amargas tienen niveles mayores a 300 ppm y las dulces menor de 180 ppm. (Rojas, 2012)

2.2.2 Plátano

2.2.2.1 Definición

El plátano verde es una gran planta herbácea, reconocida en muchos lugares como plátano macho. Un tipo de banano perteneciente a la familia de las Musáceas, el plátano verde tiene forma de una baya alargada, que puede medir entre 10 y 15 cm de longitud, no son dulces y su pulpa es harinosa (ConceptoDefinición, 2019).

2.2.2.2 Descripción de la planta

La planta de plátano verde es grande, está constituido por rizomas cortos y altos, además está conformada por vainas foliares, cónicos de 3,5-7,5 m de altura y tiene una coronilla de hojas en la parte superior.

Según Vásquez (citada en Mozombite, 2019) las siguientes partes de la planta de plátano verde se conforma de la siguiente manera:

- a) Rizoma o bulbo: tallo con muchos puntos de crecimiento (meristemas) que dan lugar a pseudotallos, raíces, y yemas vegetativas.
- b) Sistema radical: poseen raíces secundarias superficiales que se amplían en una capa de 30-40 cm, centrándose en mayor porción en los 15-20 cm. Las raíces tienen color blanco, tiernas cuando emergen, amarillas y duras posteriormente. El diámetro está entre 5 y 8 mm y su longitud alcanza hasta los 2,5-3 m en crecimiento periférico y hasta 1,5 m en profundidad.
- c) Tallo: es un rizoma grande, almidonado, subterráneo, que está investido con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que madura cada yema de rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia que es expulsada del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que brota arriba del pseudotallo.
- d) Hojas: son de color verde brillante que se producen en el sitio principal de crecimiento o meristemo, terminal, ubicado en la parte superior del rizoma.
- e) Flores: flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril. Las variedades fructíferas llevan de 12 a 14 manos de plátano.
- f) Fruto: tiene forma de baya oblonga, a medida que el fruto crece se va doblando de manera geotrópica, según el peso del plátano, dando forma de racimo. Los plátanos pueden ser de diferentes fenotipos, por lo que logran contener de 5-20 “manos”, cada una con 2-20 frutos, siendo verdoso. (p.9)

2.2.2.3 Variedades de plátano verde

En el Ecuador se cultiva dos variedades de plátano verde para exportación: el barraganete y el Curare enano, el 95 % de las plantaciones siembran la variedad barraganete. Sin embargo, el Curare ha entrado en un proceso de evaluación dando resultados prometedores para los productores, asimismo existen unas limitadas plantaciones de la variedad domínico hartón, entre otras. (Ulloa, 2015)

En la tabla 3 se presentan las características de las variedades de plátano verde.

Tabla 3. Características principales de tres variedades de plátano verde exportable

Especie	Dedos por mano	Largo de fruta (cm)	Ancho de fruta (cm)	Usos
Maqueño	Hasta 80	20 a 25	2 a 4	Consumo, elaboración de snack.
Domínico	23 a 50	22 a 30	2 a 4	Sus hojas son usadas para la cocción de alimentos.
Barraganete	22 a 44	22 a 30	2 a 5	Variedad de mayor exportación.

Fuente: (Chuquimarca, 2017)

2.2.2.4 Composición fisicoquímica

De acuerdo con Moreira (2015) el plátano verde comúnmente se lo cataloga como un alimento energético por ser alto en carbohidratos, humedad y poca cantidad de proteínas, minerales y grasas, lo cual se lo puede visualizar en la tabla 4 sus componentes de tres tipos de variedades.

Tabla 4. Composición fisicoquímica del plátano verde

Componentes	Productos		
	Maqueño	Barraganete	Domínico
Proteína (g)	1,20	1,00	1,30
Grasa total (g)	0,30	0,20	0,30
Glúcidos (g)	33,20	42,10	42,30
Fibra (g)	0,40	0,40	0,40
Calcio (g)	6,00	4,00	7,00
Hierro (g)	0,70	1,00	0,60
Vitamina A (mg)	0,00	126,66	0,00
Vitamina C (mg)	23,00	26,00	25,00
Agua (g)	51,15	58,18	48,08

Fuente: (Chuquimarca, 2017; FUNIBER, 2012)

2.2.2.5 Estados de cosecha del plátano verde para harina

El estado de cosecha de los plátanos se detecta entre las 9 y 12 semanas luego del encinte. Las cintas de colores son buenos indicadores para determinar cuáles racimos están en su punto de recolección. La temperatura ambiental desempeña un papel importante sobre la maduración del plátano verde, en tiempos de lluvia los plátanos se engrosan más rápido (Ulloa, 2015). Un clima cálido con alta humedad relativa permite un óptimo crecimiento, pues la temperatura adecuada es de 26 – 27 °C. (Flores, 2018).

2.2.3 Componentes básicos en los alimentos

Los principales componentes de los alimentos son los carbohidratos, proteína, grasa, fibra y ceniza.

- **Carbohidratos**

Los hidratos de carbohidratos están constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, además son derivados de los aldehídos o cetónicos de alcoholes polihídricos. Son componentes orgánicos con el porcentaje más alto que se encuentran en el entorno y los más usados por los seres humanos (representan el 50 – 80 % de la alimentación poblacional). (Badui, 2006)

Los glúcidos tienen varias funciones en los seres vivos, principalmente proporciona energía al organismo humano en específico al cerebro y al sistema nervioso, facilita los procesos de transformación de grasas e imposibilita el deterioro oxidativo de proteínas, participa en la regularización de las funciones gastrointestinales y función estructural debido a que ciertas pentosas constituyen el DNA y RNA. (Instituto Tomás Pascual Sanz, 2010)

- **Proteína**

Las proteínas son moléculas de gran tamaño conformadas por carbono, hidrogeno nitrógeno y oxígeno. Algunas contienen azufre, y fósforo, y en menor porcentaje hierro, cobre y magnesio. Las funciones esenciales de las proteínas son la regulación de procesos bioquímicos, defensa, transporte, aporte energético, catálisis contracción muscular, estructura y sostén del organismo. (Rembado y Sceni, 2009)

- **Grasa**

Las grasas son conjuntos de moléculas formados por carbono, hidrógeno y oxígeno que componen cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, además contiene fósforo y nitrógeno. Los lípidos son fuente de energía y también aseguran el aporte de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K). (Badui, 2006)

- **Fibra**

Según Badui (2006) La fibra se encuentra formada por los compuestos estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que predominan son la celulosa, hemicelulosa, lignina y las pectinas. La composición de la fibra es muy variada en los alimentos y depende diversos factores, entre los más preminentes está el estado de madurez del producto.

Aun cuando la fibra no presenta un valor nutricional estimable, una ingesta rica en fibra proporciona efectos favorables ya que ayuda a la retención de agua durante el tránsito de los alimentos por el intestino y consecuentemente aumenta el volumen de material fecal y estimula el movimiento intestinal. (Bernal, 1993)

- **Material mineral**

Los minerales en los alimentos dependen de la calidad del hábitat y eficacia de las modificadas combinaciones minerales que se presentan en la vegetación, es complejo establecer inclusive cuando el resultado de la incineración del producto permite una orientación sobre la cantidad

aproximada, ya que el desarrollo transforma la naturaleza de las combinaciones originales debido a la distribución de la materia orgánica. (Ayala, Rivas y Zambrana, 2003)

2.2.4 Harina

La harina es un polvo suave y fino que resulta del proceso de la molienda de partículas sólidas secas principalmente del trigo y otros alimentos como arroz, avena, maíz, centeno, las leguminosas (garbanzos, soja) y tubérculos (yuca). La harina brinda muchas ventajas para la producción de diferentes alimentos cumpliendo funciones como aglutinantes, texturizantes, mejoradores de rendimiento y agentes de retención de agua. (Sifre et al., 2019)

2.2.3.1 Tipos de harinas

Las harinas son un producto que se obtienen de diferentes procedencias como cereales, leguminosas, tubérculos, frutas y legumbres.

Requena (2013) afirma que según su procedencia se clasifican en

- Harina de cereales: trigo, centeno, cebada, maíz, avena, alforfón. Se obtienen por la molturación de sus granos, algunas poseen gran porcentaje de gluten (trigo, centeno, cebada, alforfón) mientras que otras no contienen (avena, maíz, arroz) lo que es ideal para la elaboración de alimentos para celíacos. Las harinas con gluten se usan más para la panadería mientras que las sin gluten son empleadas como espesantes, en la elaboración de galletas, coladas o papillas para bebés.
- Harina de legumbres: de soja y garbanzo. Estas no contienen gluten sin embargo son ricas en proteínas.
- Harina de raíces y tallos: fécula de patata, tapioca. La fécula se extrae por medio de la refinación lavado y raspado, el resultado es un polvo fino y blanco usado principalmente como espesante. La tapioca es un almidón blanquecino, que no contiene gluten.

UCO (S.f) menciona otros tipos de harinas son

- Harina integral: donde el salvado estará presente en su totalidad y no se separarán las partes del grano.
- Harinas acondicionadas: son alimentos mejorados mediante la adición de otros productos y tratamientos físicos, se cambian sus características sensoriales y mejoran las propiedades de conservación ya sea mediante la fermentación u otros tratamientos.
- Harinas enriquecidas: son aquellas que fueron modificadas al añadirle un complemento que eleve su valor nutritivo entre los principales se encuentran las proteínas, ácidos grasos esenciales, minerales, entre otros.

- Harinas especiales: se obtienen mediante procesos especiales los cuales sirven para cambiar sus propiedades sensoriales y de conservación entre ellas se tiene las malteadas, dextrinadas, y preparadas.

López (2020) indica que en Europa se clasifican las harinas según el porcentaje de proteína y gluten que contienen

- Harinas de gran fuerza: la proteína tiene de 13 a 15 % ideales para elaboración de pastas.
- Harinas de fuerza: contienen de 11 a 12 % de proteínas y se emplean en la elaboración de pan.
- Harinas de media fuerza: la proteína está presente entre el 10 al 11 %
- Harinas débiles: harinas para fines de repostería que presentan de 7 a 9 % de proteína.

2.2.3.2 Conservación de las harinas

La harina es higroscópica capaz de ganar humedad y disminuir su vida de anaquel.

- Importante tener un control de humedad de la harina, no almacenar a más de 15 % debido a que favorece la proliferación de microorganismos, insectos y provoca apelmazamiento.
- Evitar en lo posible la elevada temperatura y humedad en el ambiente.
- Un buen almacenamiento es mediante el empleo de bodegas secas, limpias y libres de plagas.
- El envase es la clave de una mejor conservación. Se recomienda que sean herméticos.
- En la industria, luego de la molienda, se almacena en grandes recipientes verticales con vacío en el extremo para llenar la bolsa con la harina extraída, luego se pesa para continuar sellando, y finalmente se coloca en los pallets. (Lang y Garretón, 2020)

2.2.3.3 Requisitos generales de la harina

La harina deberá ser inocua exenta de materiales, olores, sabores extraños, sin indicios de rancidez, debe tener ausencia total de otro tipo de harina y no debe presentar ningún microorganismo, sustancia o insectos ni sus formas intermedias de desarrollo que pueda ser un peligro para la salud. (INEN 616, 2015)

2.2.3.4 Análisis fisicoquímicos de la harina

Los análisis fisicoquímicos se encuentran dentro de la evaluación técnica que se analiza a través de instrumentos y equipos de laboratorio, los análisis que se deben realizar son indispensables para el cumplimiento exigido por la normativa, los organismos de salud, además para el tratado de posibles alteraciones, que puede perjudicar la salud del consumidor de acuerdo con la INEN 616 (2015).

Humedad

El porcentaje de humedad es un componente importante de la calidad, además es uno de los requisitos de mayor importancia para el procesamiento de harinas debido a que influye en la conservación o resistencia al deterioro (Niensel, 2010). Según la NTE INEN 616 (2015), la harina de trigo debe tener un valor máximo de 14,5 % y 15 % para harina integral.

Acidez

La acidez en las harinas es un parámetro relevante ya que nos indica la presencia de ácidos grasos presentes, que imposibilita la proliferación de microorganismos, además la acidez es directamente proporcional al tiempo de almacenamiento, es decir mientras más tiempo mayor acidez en las harinas. (Quispe, 2015)

En la tabla 5 se demuestra los requerimientos fisicoquímicos necesarios para harinas de trigo de acuerdo con la NTE INEN 616 (2015).

Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos establecidos por la INEN 616 (2015)

Requisitos	Mín	Máx
Humedad		14,5 %
Proteína (base seca)	9 %	10 %
Ceniza (base seca)	0,75	2
Acidez	0,1	0,1
Grasa	0,5	

Fuente: (INEN 616, 2015; Hernández, 2021)

Rendimiento

- **Rendimiento en el cultivo**

Challa (como se citó en Barrientos, Castillo y García, 2015) menciona que el rendimiento de un cultivo es definido por la posibilidad de almacenamiento de biomasa en los alimentos destinados a la cosecha y un aumento bien distribuido de la materia orgánica en los órganos asegura un incremento del rendimiento.

- **Factores que influyen en el rendimiento la molienda**

Según John (2016) los factores influyentes en el rendimiento de la molienda son los siguientes:

- Calidad del producto.
- Humedad óptima y constante para mayor estabilidad en la trituración.
- Ajuste apropiado del sistema de trituración/ rotura.
- Arreglo correcto del sistema de compresión/ reducción
- Medición correcta del rendimiento.

Análisis granulométrico

El objetivo principal del análisis granulométrico es establecer la distribución del tamaño de las partículas de forma manual o mecánico, para poder conocer los pesos, el resultado se expresa

como porcentajes retenidos en cada rejilla con referencia al total de la muestra, para ello se utiliza mallas de diferentes aberturas. (UCA, 1996)

- **Equipos**

De acuerdo con Universidad Nacional (2014) existen 3 modelos de tamices; rotativos, estático y de escaleras:

Los tamices rotativos: se encuentran compuestos de una malla filtrante de eje horizontal, donde los sólidos son retenidos y extraídos a través de rasqueta hasta el sistema de transporte, su desventaja es que tiene una elevada pérdida de carga. En la figura 1 se observa un tamiz rotativo.



Figura 1. Tamiz rotativo

Los tamices estáticos: como se observa en la figura 2 tienen malla filtrante de sección triangular con una pendiente que va reduciéndose desde los 65° hasta los 45° para alcanzar la separación y extracción de los sólidos. Habitualmente con anterioridad realizan un bombeo dada su eminente pérdida de carga y requieren de limpieza manual periódicamente.



Figura 2. Tamiz estático

Los tamices de escalera y deslizantes están formados por mallas filtrantes fijas que mediante establecidos mecanismos elevan los residuos retenidos hasta el área de descarga como se observa en la figura 3.



Figura 3. Tamiz de escalera

- **Tamaño de partícula**

El tamaño de partícula se obtiene luego del proceso de trituración en la que se convierten los granos u hojuelas grandes en otras más pequeñas. De acuerdo con la INEN 616 (2015) el tamaño de partícula debe pasar por un tamiz de 212 micras mínimo el 95 %, asimismo la norma CODEX STAN 176 (2019) establece que para harinas finas y harinas gruesas mínimo el 90 % debe pasar por un tamiz de 0,60 mm y 1,20 mm respectivamente.

- **Métodos**

Actualmente existen nuevos métodos más rápidos, precisos y que logran medir tamaños de partículas menores. (Malvern, 2017). Enumerados por categorías de medida de menor a mayor tamaño se indican a continuación:

- Análisis de dispersión Taylor: consiste en pulsos de flujo laminar y absorbancia UV.
- Dispersión de luz dinámica: se basa en la dispersión de la luz y la velocidad del movimiento Browniano de las partículas.
- Medición de masa resonante: radica en un sensor MEMS (sistemas microelectromecánicos) que está formado por un voladizo de resonancia.
- Difracción laser: consiste en la variación angular de la intensidad de la luz dispersada.
- Velocimetría de filtro espacial: radica en un conteo de partículas donde se mide la frecuencia de una señal de ráfaga.
- Procesamiento automatizado de imágenes: consiste en capturas de imágenes de partículas individuales.

2.2.3.5 Análisis reológicos de las harinas

Las propiedades reológicas de la harina sirven para establecer sus usos, establecer formas y modos de empaque, requisitos de materias primas y la industrialización de alimentos que se obtienen por métodos húmedos. (Dussán, Hurtado y Camacho, 2019)

- Gelatinización: Es una transformación de fase que es irreversible debido a que las partículas de almidón se unen formando una red polimérica amorfa. (Quintero y

Ramírez, 2013). En este proceso los gránulos al ser sometidos al calor absorben agua en las partes intermicelares debido al aumento de temperatura y al sometimiento de esfuerzos cortantes. (Mosquera, 2017). Luego se da el proceso de deformación del granulo y la solubilización de las moléculas de amilosa y amilopectina en el solvente. (Quintero y Ramírez, 2013). Todo este proceso se ve influenciado por contenido de humedad, temperatura y velocidad de calentamiento, tipo de almidón, daño mecánico y tamaño de los gránulos, entre otros. (Pineda, Coral, Arciniegas, Rorales y Rodríguez, 2010)

- Retrogradación: Se da luego de disminuir la temperatura del almidón gelatinizado, en sí es cuando en las moléculas de amilosa inicia la insolubilización y precipitación espontánea que también se da una pérdida de agua y una reorganización de los componentes que lo conforman. Todo este proceso depende de la temperatura de cocción y enfriamiento, del tipo y cantidad de almidón, pH y la presencia de solutos. (Rodríguez, Sandoval y Fernández, 2014)
- Poder de hinchamiento: Es la capacidad que posee un almidón para absorber agua, depende del porcentaje de amilopectina, y del inhibidor de hinchamientos que es la amilosa. (Granados, Guzmán, Acevedo Díaz y Herrera, 2014) Esta propiedad va de la mano con la temperatura y la disponibilidad de agua. (Mosquera, 2017)
- Índice de absorción de agua: es la proporción máxima de agua que los gránulos pueden absorber a una temperatura definida, tiene la función de determinar el tipo de empaque y alargar el tiempo de vida útil siempre y cuando se determinen las condiciones de almacenamiento del alimento. (Ferreira, Ramírez y Piler, 2014)
- Viscosidad: es una de tantas propiedades funcionales de los almidones debido al hinchamiento de los gránulos por la absorción de agua, ruptura de los gránulos y salida hacia el exterior de las cadenas de amilosa que posibilita la formación de estructuras tridimensionales. Contribuyen a esta propiedad térmica diversos factores: la morfología de los gránulos, el contenido de amilopectina, ya que la amilosa actúa tanto como diluyente e inhibidor del hinchamiento, los pesos moleculares promedio de la amilosa y la amilopectina, así como las condiciones que se realizan las mediciones: concentración de almidón, tasa de calentamiento, tasa de esfuerzo cortante. (Martínez, Lapo, Pérez, Zambrano y Maza, 2015)

2.2.3.6 Análisis microbiológico

Es el estudio que permite obtener resultados de microorganismos presentes en los alimentos, la ausencia o presencia de algunos agentes en los productos es una medida de calidad sanitaria y un indicador de incorrección de las manipulaciones efectuadas, en cada país se cumplen normativas establecidas. (Pérez, Belmonte, y Martínez, 1998)

En la tabla 6 se encuentran los requisitos microbiológicos, en este caso se usan los de la harina de trigo.

Tabla 6. Requisitos microbiológicos establecidos para la harina de trigo

Microorganismos	Unidad de medida	Límite máximo
Aerobios mesófilos	UFC/g	100000
Coliformes	UFC/g	100
E. Coli	UFC/g	0
Salmonela	UFC/g	0
Mohos y levaduras	UFC/g	500

Fuente: (NTE INEN, 2015)

2.2.4 Harina de yuca

Es un alimento esencial en diferentes partes de América del Sur y el Caribe, y su obtención implica recibir la materia prima, lavar, pelar, cortar, secar, moler, tamizar y envasar.

Posee una capacidad espesante excepcional que se ha explotado en espesantes de sopas, fideos y productos de panadería. La harina de yuca tiene una composición de almidón superior (750 g / kg-90 g / kg en base seca), capacidad espesante, capacidad de absorción de agua y menor inicio de gelatinización que la harina de trigo. Sin embargo, su funcionalidad de panadería se ve obstaculizada por deficiencias macromoleculares innatas. La harina de mandioca no contiene gluten, tiene un bajo contenido de proteínas (1-3 g / 100 g), limita los aminoácidos que contienen azufre (metionina y cisteína) y tiene una actividad diastática pobre. (Dudu et al., 2020, p.1)

Debe cumplir con requerimientos que demanda el mercado. Estos requisitos se resumen en aspectos físicos (tamaño, color), sensoriales (olor, sabor), composición fisicoquímica (proteínas, fibra, almidón, cenizas, etc.) como se observa en la tabla 7 y 8.

2.2.4.1 Composición fisicoquímica de la harina de yuca

Tabla 7. Composición fisicoquímica de la harina de yuca.

Parámetro	%
Proteína	2,66
Almidón	79,77
Fibra	7,68
Ceniza	1,43

Fuente: (Hernandez et al., 2016)

Tabla 8. Composición fisicoquímica de la harina de yuca.

Parámetro	Variedad HMC-1
% Proteína	1-3
% Almidón	84-86
% Fibra cruda	1-3
% Ceniza	1-2
% Materia seca	88-99
% Humedad	10-12
Cianuro total (ppm)	<10

Fuente: (Gallego y García, 2015)

Según NTE INEN 2786 (2013). La harina de yuca deberá ser inocua, con un límite máximo de humedad de 13 %, no debe contener materias extrañas ni microorganismos capaces de poner en riesgo la salud de los consumidores. Estar envasada en recipientes que mantengan intactas las propiedades higiénicas, sensoriales, nutritivas y tecnológicas del producto.

2.2.5 Harina de plátano

La harina de plátano verde es un polvo fino que se lo obtiene a través del secado, molienda de las hojuelas de plátano verde, alta en almidón y tiene propiedades beneficiosas similares a las fibras favorables para el organismo y la salud, ya que es libre de gluten. (Sosa, 2011)

2.2.5.1 Composición fisicoquímica

La harina de plátano verde se encuentra compuesta de carbohidratos, humedad, proteína, ceniza, fibra, grasa como se puede identificar los carbohidratos se encuentran en un alto porcentaje, el cual proporciona energía al ser humano.

En la tabla 9 se muestran los parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad de la harina de plátano

Tabla 9. Características fisicoquímicas de la harina de plátano

Parámetro	Unidad	Resultado
Proteínas	%	6,54
Humedad	%	12,04
Grasa	%	0,75
Cenizas	%	1,41
Carbohidratos	%	79,26
Hierro	Mg/kg	18,21
Fibra cruda	%	0,79
Calorías	Kcal/100g	350

Fuente: (Flores, 2018)

2.2.6 Procesos principales para la obtención de harina de yuca y plátano

2.2.6.1 Secado

El secado es la eliminación total o parcial de agua de un producto. En este se realiza una transferencia de calor y masa, el calor va hacia el material mientras que el agua se dirige hacia el exterior. (Alcívar, Dueñas, Sacon, Bravo y Villanueva, 2016)

Factores que intervienen en el proceso de secado

- **La humedad:** Humedad total que contiene el producto
- **Tiempo de secado:** Es el tiempo que toma en eliminarse la humedad libre en la superficie tanto como la retenida en el interior hasta alcanzar una humedad final deseada. Para esto sirve realizar una curva de secado que permitirá tener un mejor control del tiempo. (Caldas, 2019)
- **Temperatura del aire:** a mayor temperatura menor tiempo de secado, en esta se considera la materia prima que se pretende secar porque no todas soportan temperaturas elevadas y también la importancia de conservar algunos micro y macronutrientes. (Caldas, 2019)
- **Humedad relativa del aire:** es importante esta ya que para evitar que se concentre humedad en el interior del producto y solo se seque la parte exterior es necesario que si la temperatura es alta la humedad relativa debe ser igual, esto evita que se formen costras. (Caldas, 2019)

Curvas de secado

Dávila (S.f) menciona que las curvas son una herramienta capaz describir el fenómeno del secado, donde interactúan los siguientes aspectos

- Humedad del producto vs tiempos de secado (cura de secado)
- Velocidad de secado vs contenido de humedad (curva de velocidad de secado)
- Temperatura del material vs contenido de humedad (curva de temperatura)

Se obtienen mediante experimentación en el laboratorio, la curva nos muestra como descende el contenido de humedad del alimento a través del tiempo esto se observa en la figura 4.

- Primer periodo (inicial): A-B
- Formación de una línea tipo $X = f(t)$
- Tercer periodo: Recta B-C velocidad de secado constante
- Punto crítico: C donde se forma una asíntota con el contenido de humedad, nunca se toca el punto E

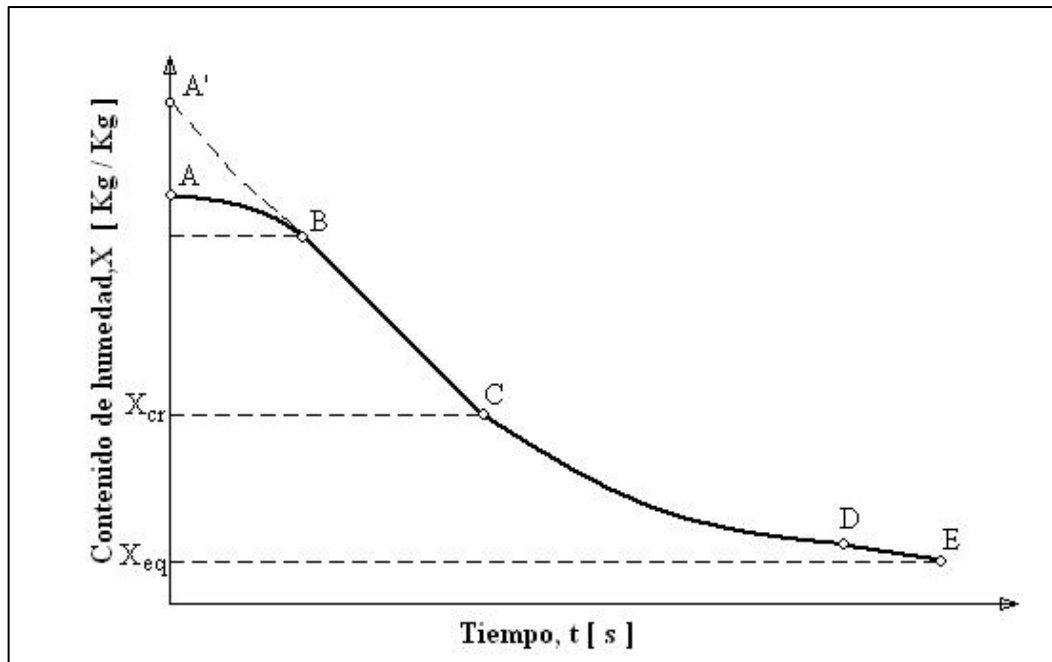


Figura 4. Periodos de la curva de secado

Fuente: (Dávila, S.f)

2.2.7 Usos de harinas de plátano y yuca

La harina de plátano tiene diversos usos en el tema culinario para la elaboración de pastas (macarrones, espagueti), bizcochos, magdalenas, galletas, crepes, pan de molde, sopas, cremas o purés, así como preparaciones de papilla con el fin de aportar componentes saludables como antioxidantes o fibra (Energygreen, 2020).

Por medio de la harina de yuca o de la fécula de yuca se puede elaborar distintos postres como pudines, tortas y galletas por su textura ligera, con la combinación de distintas harinas es excelente para la producción de panes, asimismo se puede elaborar coladas, sopas, cremas debido a su contenido nutricional es óptimo para el consumo de la población (Villa y Mejía, 2015).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, ya que se recopilaban datos basados en las variables de investigación, se realizó a través de procedimientos y metodologías ya aplicadas, los resultados logrados fueron demostrados mediante números, los cuales fueron analizados mediante programas estadísticos de varianza ANOVA y la prueba de TUKEY.

3.1.2. Tipo de Investigación

En el estudio se aplicará dos tipos de investigación bibliográfica y experimental.

Rizo (2015) afirma que la investigación bibliográfica es un proceso científico, un procedimiento sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en cuanto a un determinado tema.

La investigación bibliográfica permitió sustentar el estudio y construir el conocimiento a través de la recopilación de información de documentos como tesis de grado, trabajos de investigación, publicaciones de internet, etc.

La investigación experimental sirve para encontrar relaciones entre dos o más grupos experimentales con la mayor confiabilidad posible, por lo cual estos se someten a diferentes cambios y estímulos que al obtener los resultados estos se comparan con otros grupos o partes experimentales.

La parte experimental permitió realizar ensayos en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, donde se efectuó análisis en distintos tratamientos de plátano verde de variedad dominico y barraganete y yuca de variedad blanca y amarilla, para la obtención de resultados de acuerdo con las hipótesis y los objetivos propuestos.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H_0): las temperaturas de secado y las variedades no influyen en las características fisicoquímicas de la harina.

Hipótesis alternativa (H_1): las temperaturas de secado y las variedades influyen en las características fisicoquímicas de la harina.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Definición de variables

Variables independientes

- Variedad de materia prima: Plátano verde (barraganete y domínico) y yuca (blanca y amarilla)
- Temperatura de secado: 50 °C, 60 °C, 70 °C

Variables dependientes

- Tiempo de secado
- Características fisicoquímicas de la harina
- Características microbiológicas de la harina

3.3.2 Operacionalización de variables

En la tabla 10 se muestra la operacionalización de variables de la obtención de la harina de plátano y yuca.

Tabla 10. Operacionalización de variables para la caracterización de harina de yuca y plátano

Variable	Dimensión	Indicadores %	Técnicas	Instrumentos
Independiente Variedades de plátano (domínico y barraganete) Variedades de yuca (amarilla y blanca)	Análisis fisicoquímicos	Humedad	(Gravimetría)	AOAC 925,08
		Acidez	Acidez Titulable	AOAC 939, 05
		pH	Potenciometría	AOAC 2000 y Espinosa et al, 2018
		°Brix	Refractometría	AOAC 940,31
		Proteína	Método Kjeldahl	AOAC 981, 10
		Grasa	Método Soxhlet	AOAC 991, 36
		Carbohidratos	Método de carbohidratos totales	AOAC 101, 92
		Fibra cruda	Método Soxhlet	NTE INEN 0522
		Cenizas	Mufla (gravimetría)	AOAC 923, 03
		Almidón	Sacarimetría	NTE INEN 524:2013
Temperatura de secado	Curvas de secado	Gráficas	Control de verificación de temperaturas	Hojas de registro (Mosquera, 2017)
	Tiempo de secado	Gráficas	Control de tiempos	Hojas de registro
Dependiente Harina de plátano y yuca, tiempo de secado	Análisis fisicoquímicos	Humedad	Gravimetría	AOAC. 925.08
		Granulometría	Granulométrico	NTE INEN 517; CODEX 176 1989
		Rendimiento	Gravimetría	(Mosquera, 2017)
		Acidez	Acidez Titulable	NTE INEN 521
		pH	Potenciometría	AOAC943,02
		Proteína	Método Kjeldahl	AOAC 981,10
		Grasa	Método Soxhlet	AOAC 991,36
		Carbohidratos	Método de carbohidratos totales	AOAC 101,92
		Fibra cruda	Método Soxhlet	NTE INEN 522
		Cenizas	Mufla (gravimetría)	AOAC 923,03
	Análisis microbiológico	E.coli, mesófilos, mohos y levaduras	Placas Petrifilm 3M	NTE INEN 1529-10

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Lugar de investigación

El presente estudio se lo realizó en la provincia del Carchi cantón Tulcán y la materia prima de dos variedades de plátano como de yuca se obtuvieron de la provincia de Pastaza, Cantón Arajuno por medio de la fundación Pachamama.

3.4.2 Manejo del experimento

Las dos variedades de plátano verde (barraganete y dominico) y yuca (blanca y amarilla) fueron transportadas desde de la Provincia de Pastaza hasta los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi donde se realizó los análisis fisicoquímicos de la materia prima con ayuda de equipos adecuados.

Luego de realizar los análisis se obtuvo las harinas mediante el secado de acuerdo con el diagrama de flujo para harinas donde se aplicó diferentes temperaturas de secado dando como resultado el siguiente diseño experimental que se muestra en la tabla 11 y 12.

La cantidad de plátano y yuca que se empleó para la obtención de harina fue 400 g de rodajas de 1 mm de espesor. Se considera un total 36 unidades experimentales

Tabla 11. Diseño experimental para yucas variedad amarilla y blanca

Variedades	Temperaturas °C	Tratamientos	Repeticiones
YA = Yuca amarilla	50	YA50	3
	60	YA60	3
	70	YA70	3
YB = Yuca blanca	50	YB50	3
	60	YB60	3
	70	YB70	3

Tabla 12. Diseño experimental para plátanos verdes variedad dominico y barraganete

Variedades	Temperaturas °C	Tratamientos	Repeticiones
PD = plátano dominico	50	PD50	3
	60	PD60	3
	70	PD70	3
PB = plátano barraganete	50	PB50	3
	60	PB60	3
	70	PB70	3

3.4.4 Análisis fisicoquímicos de yuca y plátano

3.4.4.1 Humedad inicial de la materia prima

Se realizó mediante el método de la AOAC 952.08 el cual se basó en secar tres crisoles de porcelana que se enfriaron en el desecador y luego se pesaron 3 g en cada crisol y se colocaron en una estufa a $103 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta obtener un peso constante de las dos variedades plátano (barraganete, dominico) y yuca (blanca y amarilla).

$$\%H = \frac{S - (W_F - W)}{S} \times 100$$

$\%H$ = porcentaje de humedad

S = peso muestra

W_F = peso materia seca en el crisol

W = peso crisol

3.4.4.2 Acidez por titulación

Se evaluó la acidez con la metodología AOAC 939.05, 2000 donde se pesó 30 g de la pulpa de las variedades de plátano verde (domínico y barraganete), se añadió 90 ml de agua destilada, se homogenizó por 2 min y se filtró el jugo. Luego se trasladó 25 ml a un matraz Erlenmeyer de 125 ml y se añadió 25 ml de agua destilada y 5 gotas de indicador de fenolftaleína. La acidez del filtrado se tituló con solución valorada de Na(OH) 0,1 N hasta la aparición de color rosado que persista por 30 segundos. (Espinosa et al., 2018)

3.4.4.3 pH

Espinosa et al. (2018) para la determinación del pH empleó la metodología de AOAC 2000 por lo que en la experimentación se usó el potenciómetro METTLER TOLEDO, se pesaron 30 g de pulpa de banano, se adicionó 90 ml de agua destilada, se homogenizó por 2 min y finalmente se filtró para obtener el jugo y así medir el pH.

3.4.4.4 Almidón

NTE INEN 524:2013 menciona que para determinar el almidón se debe realizar por triplicado, primeramente, se pesó con aproximación del 0,1 mg, 2 g de muestra y se puso en el tubo de la centrífuga de 50 ml; se añadió 10 ml de éter para remover la grasa, luego 10 ml de alcohol de 65 % y se agitó cuidadosamente con una varilla de vidrio.

Posteriormente se colocó el tubo y su contenido en la centrífuga por 2 min, luego se decantó el solvente hasta que haya usado 60 ml del líquido lavable, se agitó cada vez que sea posible, luego se homogenizó el residuo con 10 ml de agua destilada y se transfirió al matraz Erlenmeyer de 250 ml. Se terminó la transferencia utilizando para el lavado un total de 60 ml de solución de cloruro de calcio que contenía 2 ml de ácido acético al 0,8 %.

Después, en el matraz Erlenmeyer se añadió 2 gotas de antiespumante se llevó a ebullición, se homogenizó frecuentemente durante 15 min, luego se bajó las partículas adheridas al matraz Erlenmeyer usando la varilla, pronto se enfrió la solución y se trasladó al matraz aforado de 100 ml, se lavó cuidadosamente las paredes del matraz con la solución de cloruro de calcio hasta completar el volumen.

Luego se filtró en papel film, se tomó 10 lecturas de °Brix del líquido. Para la obtención del almidón se utilizó la siguiente expresión matemática:

$$A = \frac{°S \times 4,2586}{m(100 - H)}$$

En donde:

A= contenido de almidón del producto, en porcentaje de masa, sobre base seca

°S= grados sacarimétricos

m= masa de la muestra en gramos

H= porcentaje de humedad en la muestra

4,2586= factor para esta determinación

3.4.4.5 Sólidos solubles totales

Grados Brix (AOAC 940,31)

La determinación de los sólidos solubles se realizó con un brixómetro digital de marca HANNA 96801. Para lo cual se homogenizó 30 g de del tejido de la pulpa en un mortero por 2 min en 90 ml de agua destilada, luego el jugo se filtró a través de un tamiz y se midió por triplicado con el refractómetro y los resultados se expresaron en °Brix. (Espinoza et al., 2018)

3.4.4.6 Otros análisis

Tabla 13. Normativa aplicada para los análisis físicos y químicos de la materia prima

Método	Descripción
% Proteína	AOAC 981.10
% Grasa	AOAC 991.36
% Cenizas	AOAC 923.03
% Carbohidratos	AOAC 101.92
% Fibra cruda	NTE INEN 0522

3.4.5 Secado

Se ensayó con temperaturas de 50, 60 y 70 °C y con el peso de las muestras de 400 g. Para la determinación del tiempo se realizaron curvas de secado mediante la medición de humedad en diferentes lapsos de tiempo (10, 20, 30, 40, 50, 60, 65, 70, 75, 80 min) hasta lograr obtener una humedad de 8-10 %. El cálculo del porcentaje de humedad se determinó con:

$$H = \frac{W - W_s}{W}$$

Donde:

H = contenido de humedad (g de agua/g de sólido seco)

W = peso de la muestra húmeda (g totales de agua más muestra seca)

W_s = peso de la muestra seca (g)

3.4.6 Procesos para la obtención de la harina

3.4.6.1 Proceso para la obtención de harina de plátano verde

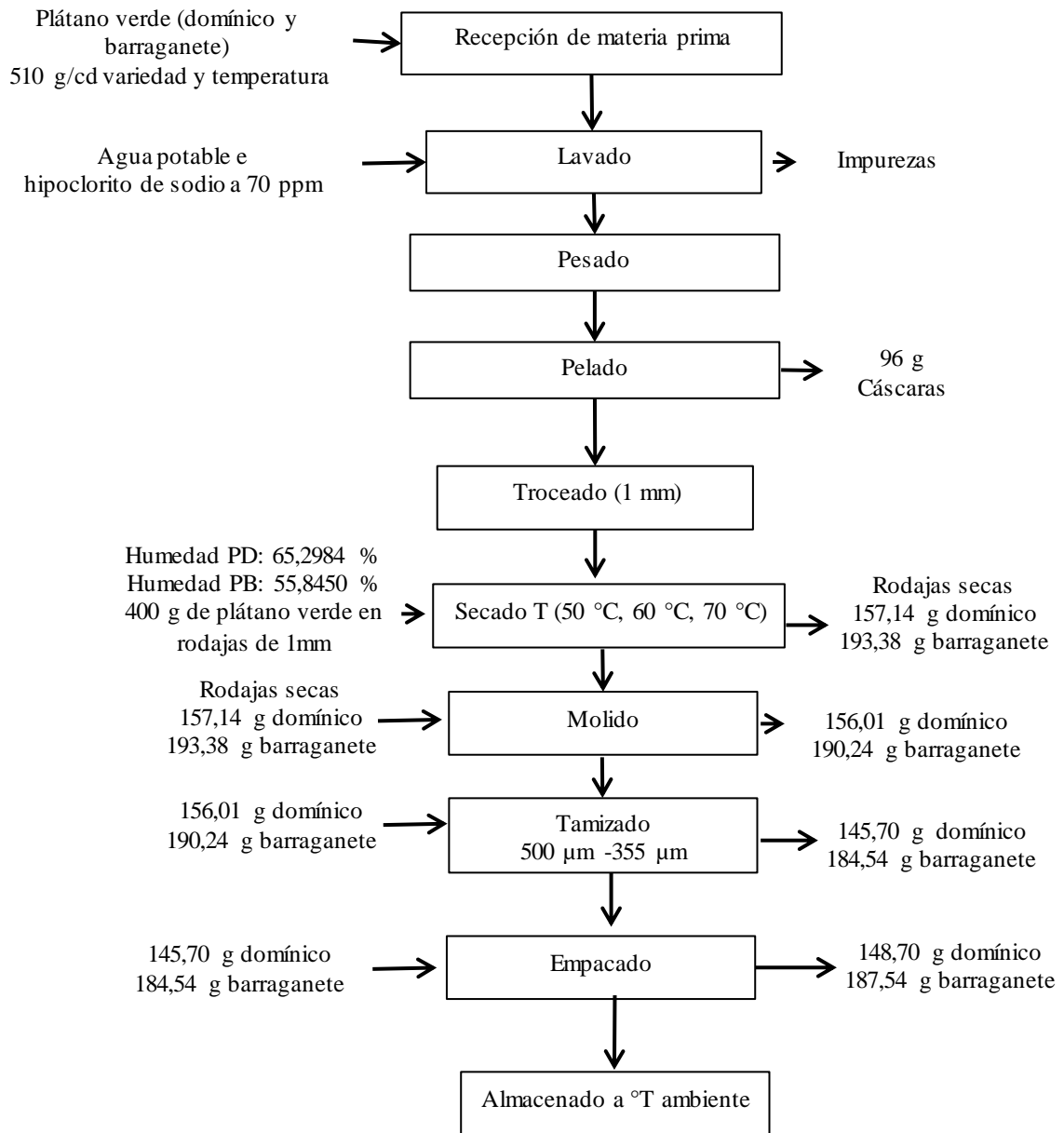


Figura 5. Proceso para la obtención de harina de plátano verde

3.4.6.2 Proceso para la obtención de harina de yuca

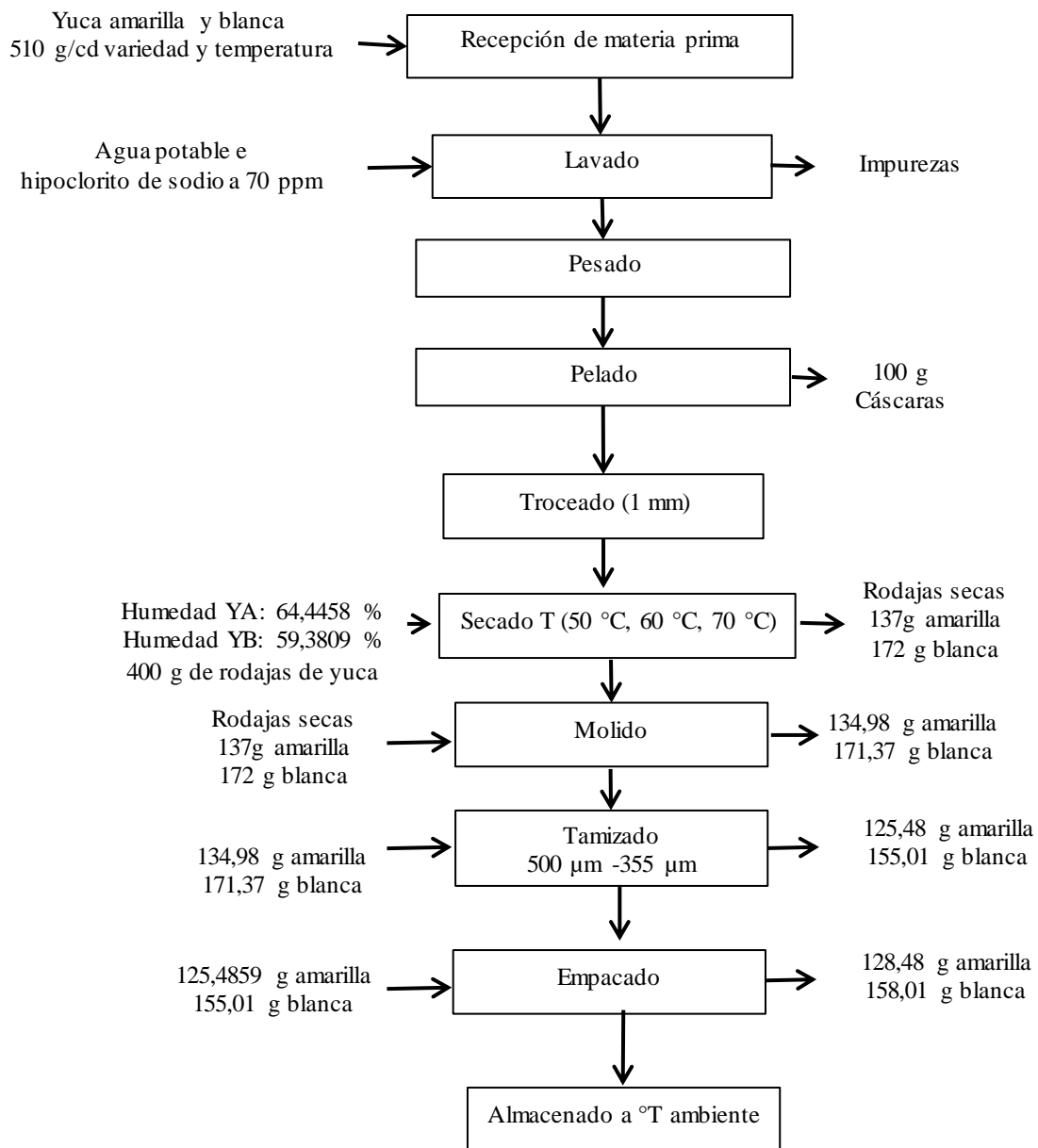


Figura 6. Proceso para la obtención de harina de yuca

- **Lavado y desinfección.**

Las yucas y plátanos seleccionados se lavaron con agua potable y una desinfección con hipoclorito de sodio a 70 ppm (70 mg/L) con el fin de reducir las impurezas y la carga microbiana, se utilizó cepillos para retirar la tierra adherida a las yucas, en el caso de las yucas al no lavarlas de forma correcta, la harina tendrá alto contenido de cenizas, específicamente de sílice, lo que disminuye su calidad.

- **Pesado**

En una balanza se pesó la materia prima para conocer el total de kg que entra al proceso y determinar los parámetros de rendimiento.

- **Pelado**

De forma manual con la ayuda de cuchillos se quitó toda la cáscara de las variedades de plátanos y yucas.

- **Troceado**

Para que las yucas y plátanos se sequen en menor tiempo y mantengan sus propiedades fisicoquímicas se cortó en rodajas de 1 mm de espesor con una rebanadora industrial.

- **Secado.**

Se eliminó el agua contenida dentro de los alimentos con un horno secador marca REBELK. Las rodajas de yuca y plátano se colocaron en rejillas de aluminio, de 45x45x35 cm, las cuales fueron llevadas al secador a temperaturas de 50 °C, 60 °C y 70 °C con el fin de obtener una humedad de 8 - 10 % en las rodajas.

- **Molienda**

Mediante una licuadora procesadora marca OSTER con capacidad de 1,25 L y potencia de 600 watts se pulverizaron las rodajas de las dos variedades de plátano y yuca obtenidas del secado, se realizó doble molienda.

- **Tamizado**

El polvo fino se colocó en el granulómetro de marca BERTEL donde pasó por diferentes mallas de medición como 500 μm y 355 μm para determinar el porcentaje de harina que pasó por las rendijas.

- **Empacado.**

Se empacó la harina resultante en fundas de polietileno para evitar se humedezca.

- **Almacenamiento.**

Se almacenó las variedades de harina de plátano y yuca en lugares secos a temperatura ambiente.

3.4.7 Análisis fisicoquímicos de las harinas

3.4.7.1 Rendimiento

Mosquera, (2017) menciona que para la medición del rendimiento es necesario pesar la materia prima que entra al proceso, y el producto terminado, en este caso la cantidad total de harina obtenida.

$$R_{BH} = \frac{M_3}{M_1} \times 100$$

Donde:

R_{BH} = rendimiento base húmeda

M_1 = masa de la yuca fresca entera

M_3 = masa de la harina de yuca

3.4.7.2 Análisis granulométrico

Según la NTE INEN (1980) se utilizó una máquina vibradora de tamices con aberturas de 500, 355 μm y una balanza analítica. Su proceso consistió en colocar los tamices de acuerdo a su apertura de mayor a menor y debajo poner el plato recolector. La muestra fue de 100 g de harina, y se tamizó durante 5 minutos. Se desintegró los aglomerados y se pesó la muestra retenida de cada uno de los tamices

Cálculo

$$MR = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Donde

MR = masa retenida de harina, en porcentaje de masa

m = masa de la muestra de harina, en g

m_1 = masa del papel sin harina en g

m_2 = masa del papel con la fracción de harina en g

3.4.7.3 Humedad

Se determinó mediante el método de AOAC 925.10, mediante la pérdida por calentamiento que consistió en calentar 3 g de harina a temperatura de $103\text{ }^\circ\text{C} \pm 3\text{ }^\circ\text{C}$ y pesar hasta que la diferencia de masa entre los últimos dos pesos no exceda de 0,1 mg.

Cálculo

$$P_c = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

donde

P_c = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa

m_1 = peso inicial de la muestra, en g

m_2 = peso del producto seco en g

3.4.7.4 Acidez

NTE INEN, (1980) menciona que la acidez se titula como hidróxido de sodio usando fenolftaleína como indicador. Se pesó 5 g de harina en un vaso de precipitación de 250 ml, luego se agregó 50 ml de alcohol etílico al 90 % (V/V), se homogenizó y se dejó en reposo 24 h mezclando ocasionalmente. Transcurrido el tiempo se colocó 10 ml del líquido sobrenadante en un matraz de 250 ml y se agregó 5 gotas de fenolftaleína. Se tituló con hidróxido de sodio al 0,02 N hasta que se consiguió un color rosado claro.

Cálculos

$$A = \frac{490 NV}{m(100 - H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Donde

A = contenido de acidez en las harinas, en porcentaje de masa de ácido sulfúrico

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm

V_1 = volumen del alcohol empleado en ml

V_2 = volumen de la alícuota tomada para la titulación, en ml

m = masa de la muestra en g

H = porcentaje de humedad en la muestra

3.4.7.5 pH

El método AOAC 943.02 coincide con el de la NTE INEN, (2013) donde se menciona que para la determinación de pH en harinas se necesita un potenciómetro. Se pesó 10 g de harina en un vaso de precipitación de 250 ml y se mezcló con 100 ml de agua destilada durante 30 min. Luego se dejó en reposo por 10 min hasta el líquido se decante y se tomó el sobrenadante en otro vaso de precipitación el cual sirvió para la lectura del pH, se tomó tres lecturas de cada muestra enjuagando el electrodo después de cada medición.

3.4.7.6 Proteína

Rodríguez (Citado en Quishpe, 2019) detalla el procedimiento para la obtención de proteínas en la harina según el método de la AOAC 981.10, el cual consiste en 3 etapas digestión ácida destilación y titulación.

a) Digestión ácida

Se pesó 0,5 g de harina en un papel libre de nitrógeno y se lo transfirió a los tubos de vidrio para digestión. Después se colocaron 2 pastillas catalizadoras Kjeldahl y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado "Fisher" al 96 % grado analítico. Luego, se colocó los tubos en el equipo de digestión a 420 °C por una hora o hasta lo que dure todo el ciclo.

b) Destilación

Para la este proceso se necesita tener preparados los matraces donde se depositará la proteína en la destilación, en cada matraz se colocó 25 ml de ácido bórico al 4 % y 5 gotas de indicador de Tashiro. También se prepara para cada muestra 100 ml de hidróxido de sodio al 40 %. En el equipo de destilación se colocó el Erlenmeyer con el ácido bórico y los tubos digestados, el cual absorberá automáticamente los 100 ml de hidróxido de sodio al 40 % y 100 ml de agua

destilada, si ese no es el caso añadir manualmente a los tubos. Por último, se esperó que la destilación sea completada hasta que el indicador en el Erlenmeyer vire de rojo a verde.

c) Titulación

Primero, se preparó una solución de ácido clorhídrico 0.1 N (M) valorada. Luego se transfirió a una bureta y se procedió a titular el contenido del Erlenmeyer hasta que el indicador vire de color verde a lila.

$$\% NT = \frac{VA \times 1.4007 \times M}{m} \times 100$$

$$\%P = \%NT \times F$$

Donde

NT = porcentaje de nitrógeno total

P = porcentaje de proteína bruta

VA = volumen en mL de HCl 0.1 N gastado en la titulación de la muestra

1.4007 = miliequivalentes en peso de N x 100 %

M = molaridad del HCl estandarizado

m = peso de la muestra en gramos

F = 6,25 = factor de conversión de proteína.

3.4.7.7 Grasa

Quishpe (2019) menciona el método de determinación de grasa según la AOAC 991.36

Se pesó la muestra con precisión de 3 g en un papel filtro y se colocó en el dedal con una pequeña cantidad de algodón para posteriormente ubicar en el soporte del dedal. Luego se transfirió el dedal a la unidad de extracción.

Se pesó con precisión la taza de extracción. Se realizó la extracción del dedal con mezcla seca con éter de petróleo de 40 ml en posición de ebullición durante 25 minutos y en posición de enjuague durante 30 min. La temperatura se ajustó a la de la unidad de extracción para garantizar la velocidad de condensación 5 gotas/s. Al finalizar la extracción, se cerró las válvulas de condensador y se recuperó el éter. La taza seca y el contenido se colocaron en el horno durante 30 min a 125°C. Finalmente se dejó enfriar y se procedió a pesar.

Cálculos

$$\% \text{ de grasa} = \frac{(B - C)}{A} \times 100$$

Donde

A = g peso de la porción de prueba

B = g de peso de la copa de extracción después del secado

C = g peso de la copa de extracción antes de la extracción

3.4.7.8 Fibra bruta

NTE INEN 522 (1980) describe el proceso para obtención de fibra cruda de lo cual se debe realizar por triplicado. Primero se pesó 2 g de la muestra desengrasada en matraces de 250 ml, en la misma se agregó 1 g de asbesto preparado, 200 ml de ácido sulfúrico hirviendo a 0,255 N y una gota de antiespumante, luego se hirvió por 30 min con agitación constante para evitar adherencias de los sólidos en las paredes. Después de los 30 min de agitación, la solución se filtró con tela de tejido fino en un Erlenmeyer de 250 ml y se lavó el residuo con agua destilada caliente las veces que sea hasta que el pH del agua no sea ácido. Posteriormente al filtrado se agregó 200 ml de hidróxido de sodio hirviendo al 0,313 N y se llevó a ebullición por 30 min. Rápidamente se volvió a filtrar el contenido en una tela de tejido fino, después, se lavó el residuo con ácido sulfúrico hirviendo a 0,255 N, con agua destilada hirviendo, hasta que las aguas no den un pH alcalino y con 25 ml de alcohol etílico. Se colocó el residuo de la tela en un crisol y a la estufa a $130 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 2 horas, se transfirió al desecador, se dejó enfriar y se pesó. Por último, se introdujo el crisol en la mufla a $500 \pm 50^\circ\text{C}$ por 30 min, luego se dejó enfriar en el desecador y se pesó.

Calculo

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

Donde

F_c = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa

m = masa de la muestra desengrasada y seca en g

m_1 = masa del crisol conteniendo asbestos y la fibra seca en g

m_2 = masa del crisol conteniendo asbesto después de ser incinerado

m_3 = masa del crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos en g

m_4 = masa del crisol den ensayo en blanco conteniendo asbesto, después de ser incinerado en g

3.4.7.9 Carbohidratos

De acuerdo con la AOAC 101.92 es un cálculo donde los carbohidratos totales se obtienen por diferencia, restando a 100% de alimento la cantidad de grasa, proteína, humedad y cenizas que contiene la matriz alimenticia y la diferencia representa los Carbohidratos totales.

Porcentaje de carbohidratos totales= 100 (porcentaje materia seca + porcentaje proteínas totales + porcentaje de cenizas).

3.4.7.10 Ceniza

Quishpe (2019) menciona el método de determinación de cenizas según la AOAC 923.03 donde se pesó 5 g de la muestra seca en un crisol previamente pesado. Luego se colocó con pinzas los crisoles en la mufla y se procedió a calcinar a una temperatura de 550 °C hasta que la muestra tome un color plomo claro o plateado aproximadamente 6 horas. Se desconectó la mufla y se procedió a abrir cuando la temperatura haya descendido por lo menos, hasta 250 °C o, preferiblemente más, baja. Después con pinzas se transfirió los crisoles al desecador y se dejó enfriar para posteriormente pesarlos.

Cálculo

$$\% \text{ cenizas} = \frac{c_3 - c_1}{c_2 - c_1} \times 100$$

Donde

c_1 = masa del crisol en gramos

c_2 = masa del crisol con la muestra en gramos

c_3 = masa del crisol con las cenizas en gramos

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con un decimal

3.4.8 Análisis microbiológicos

Estos análisis se determinaron para determinar la carga microbiana de las harinas de plátano y yuca. Como indicador se utilizó la normativa NTE INEN 616 para harina de trigo. Se determinó mohos y levaduras, mesófilos aerobios, y E.coli con el método de ensayo de Guía Petrifilm.

Moreno (2019) menciona el proceso de siembra por medio de placas petrifilm, primero esterilizó todo el equipo de vidrio y metal a ser utilizado (vasos autoclavables, pipetas, agitadores, espátulas, tubos de ensayo) luego se desinfectó el área de trabajo que fue en la cámara de flujo laminar y materiales restantes (tijeras, balanza, gradilla).

Para preparar la muestra se tomó 10 g de harina y se mezcló con 90 ml de agua peptona en vasos autoclavables. Después se hizo 5 diluciones (-1, -2, -3, -4, y -5). Para la siembra se utilizó las diluciones -1, -3 y -5, se tomó la placa Petrifilm y con la ayuda de la pipeta se dispensó 1 ml por toda la superficie. Se incubó las placas caras arriba, para mohos y levaduras una temperatura de 25 a 28 °C; para bacterias a 37 °C por 24 a 48 horas. Después se procedió al recuento de colonias existentes y los resultados se expresan en unidades formadoras de colonias por g (UFC/g) para sólidos.

3.4.9 Análisis Estadístico

El modelo estadístico que se utilizó para el desarrollo del proyecto de investigación fue un ANOVA con diseño completamente al azar DCA el cual sirve para comparar dos o más tratamientos. Se encontró las diferencias significativas entre tratamientos de secado y las variedades tanto de yuca como de plátano mediante la prueba Tukey con un 95% de confianza y 5% como margen de error. Para todo el proceso se utilizó el programa InfoStat.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Análisis fisicoquímicos de las yucas variedad Amarilla y blanca

4.1.1.1 Humedad

La humedad es una medida importante en el manejo, control y preservación de los alimentos. La yuca presenta grandes concentraciones de humedad las cuales se presentan en la tabla 14.

Tabla 14. Valores medios y desviación estándar del análisis de humedad de yuca amarilla y blanca

Variedad	% Humedad
Yuca amarilla	67,5600 ± 1,0128 A
Yuca blanca	64,6125 ± 2,0642 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

La yuca amarilla y blanca tienen humedades de $67,5600 \pm 1,0128$ % y $64,6125 \pm 2,0642$ % respectivamente como se observa en la tabla 14, esta puede ser uno de los tantos parámetros involucrados en el deterioro fisiológico de la yuca. Aunque no existe diferencia significativa en cuanto al porcentaje de humedad la yuca amarilla contiene mayor cantidad de agua.

4.1.1.2 Acidez

La acidez titulable representa a los ácidos orgánicos libres presentes en un alimento en este caso la acidez de la yuca se expresa como el porcentaje de ácido láctico y se evidencia en la tabla 15.

Tabla 15. Valores medios y desviación estándar del análisis de acidez de yuca amarilla y blanca

Variedad	% Acidez
Yuca amarilla	0,0555 ± 0,0074 A
Yuca blanca	0,0469 ± 0,0074 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 15 se indica que para la yuca amarilla la acidez es $0,0555 \pm 0,0074$ % y para la yuca blanca $0,0469 \pm 0,0074$ % lo que indica que no existe diferencia significativa entre las dos variedades. Un porcentaje de acidez < 3% significa que la yuca ha entrado en un proceso de fermentación aumentando así la producción de ácidos orgánicos por lo cual en este caso la yuca fue fresca.

4.1.1.3 pH

El pH se midió mediante un potenciómetro y los resultados se evidencia en la tabla 16 para las dos variedades de yuca.

Tabla 16. Valores medios y desviación estándar del análisis de pH de yuca amarilla y blanca

Variedad	pH
Yuca amarilla	6,3480 ± 0,0125 B
Yuca blanca	6,1850 ± 0,0741 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

El pH es inversamente proporcional a la acidez titulable en cuanto al proceso de deterioro fisiológico y por ende la fermentación, a mayor acidez menor es el pH. En la tabla 16 se muestran que las yucas resultaron un pH ligeramente ácido con valores de $6,3480 \pm 0,0125$ y $6,1850 \pm 0,0741$ para la amarilla y blanca respectivamente. Debido a que la variedad blanca posee un pH más bajo que la amarilla se determinó que existe diferencia significativa ($P < 0,05$).

4.1.1.4 °Brix

Los sólidos solubles totales de la yuca amarilla tanto como blanca se encuentran en la tabla 17.

Tabla 17. Valores medios y desviación estándar del análisis de °Brix de yuca amarilla y blanca

Variedad	°Brix
Yuca blanca	6,3333 ± 0,5774 B
Yuca amarilla	5,0000 ± 0,0000 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Los sólidos solubles totales disminuyen mientras la yuca se degrada. Se consideran a la yuca blanca como dulce mientras a la amarilla como amarga, por lo cual se representa en los °Brix ya que la yuca blanca posee más sólidos solubles que la amarilla como se observa en la tabla 17 con $6,3333 \pm 0,5774$ y $5,0000$ respectivamente y estadísticamente hay una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los valores medios de sólidos solubles totales.

4.1.1.5 Proteína

Uno de los componentes con menor cantidad en las yucas son las proteínas, estas están presentes en forma de aminoácidos, según Montagnac, Davis y Tanumihardjo (2009) aproximadamente el 50 % de la proteína cruda es proteína entera mientras que el resto son aminoácidos libres (predominantemente ácidos glutámico y aspártico), nitrito, nitrato y compuestos cianogénicos. Los valores medios junto con su desviación estándar para las dos variedades de yuca se presentan en la tabla 18.

Tabla 18. Valores medios y desviación estándar del análisis de proteína de yuca amarilla y blanca

Variedad	% Proteína
Yuca amarilla	0,9084 ± 0,0083 B
Yuca blanca	0,7747 ± 0,0251 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 18 se observa que existe diferencia significativa ($P < 0,05$) en cuanto al porcentaje de proteína. La yuca amarilla cuenta con mayor cantidad que la blanca con valores de $0,9084 \pm 0,0083$ y $0,7747 \pm 0,0251$ % respectivamente. Esto debido a que la variedad blanca puede presentar mayor cantidad de grasa o carbohidratos.

4.1.1.6 Grasa

El porcentaje de grasa en las yucas es el componente con menor concentración debido a que es un tubérculo que contiene mayor porcentaje de carbohidratos. Los valores medios de la variedad blanca como amarilla se presentan en la tabla 19.

Tabla 19. Valores medios y desviación estándar del análisis de grasa de yuca amarilla y blanca

Variedad	% Grasa
Yuca blanca	0,3499 ± 0,0200 B
Yuca amarilla	0,3101 ± 0,0083 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

La variedad blanca contiene mayor porcentaje de grasa con $0,3499 \pm 0,0200$ % que la variedad amarilla con $0,3101 \pm 0,0083$ % como se muestra en la tabla 19. Existe una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre estas dos variedades.

4.1.1.7 Carbohidratos

Los carbohidratos en la yuca son la mayor fuente de energía, en ellos predomina el almidón con más del 80 % mientras que el restante son azúcares. En la tabla 20 se describen las medias del % de carbohidratos de la yuca amarilla y blanca.

Tabla 20. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos de yuca amarilla y blanca

Variedad	% Carbohidratos
Yuca blanca	33,6108 ± 1,8636 A
Yuca amarilla	30,3801 ± 0,9615 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

No existe diferencia significativa entre los porcentajes de carbohidratos, la yuca blanca es la variedad con más cantidad $33,6108 \pm 1,8636$ %, mientras que la yuca amarilla posee un valor

de $30,3801 \pm 0,9615$ % como se observa en la tabla 20. La razón de que la yuca blanca presente más carbohidratos puede radicar en el tiempo de cosecha de las yucas, las concentraciones de agua, el tipo de suelo o simplemente la variedad distinta.

4.1.1.8 Fibra cruda

La fibra cruda es una mezcla de fibras insolubles que no tiene valor nutricional. En el caso de las yucas el porcentaje de fibra cruda se evidencia en la tabla 21.

Tabla 21. Valores medios y desviación estándar del análisis de fibra de yuca amarilla y blanca

Variedad	% Fibra cruda
Yuca blanca	$1,0934 \pm 0,00209$ B
Yuca amarilla	$0,9333 \pm 0,0058$ A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

El contenido de fibra cruda en las raíces de yuca varía según la variedad y la edad de la raíz. En la tabla 21 la variedad blanca presenta $1,0934 \pm 0,00209$ % mientras que la amarilla $0,9333 \pm 0,0058$ %, se obtuvo diferencia significativa ($P < 0,05$) en cuanto a este parámetro con mayor concentración en la yuca blanca.

4.1.1.9 Cenizas

Las cenizas representan a los minerales del alimento. Los principales minerales que se encuentran en la raíz son el calcio, hierro, potasio, magnesio, cobre, zinc y manganeso (Montagnac et al., 2009). En la tabla 22 se resaltan los porcentajes de cenizas de las dos variedades.

Tabla 22. Valores medios y desviación estándar del análisis de ceniza de yuca amarilla y blanca

Variedad	% Ceniza
Yuca amarilla	$0,8415 \pm 0,0373$ B
Yuca blanca	$0,4979 \pm 0,1096$ A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Con valores más altos en el porcentaje de cenizas de la yuca amarilla en comparación con la blanca se determinó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$), estas se deben a las condiciones del suelo y ambiente y sobre todo a la variedad. En la tabla 22 se obtuvo $0,8415 \pm 0,0373$ % y $0,4979 \pm 0,1096$ % para la yuca amarilla y blanca respectivamente.

4.1.1.10 Almidón

El almidón está constituido por amilosa y amilopectina y la yuca posee mayor concentración de amilosa en comparación con otras fuentes de almidón. Se observa en la tabla 23 la cantidad de almidón que está presente en dos variedades de yuca.

Tabla 23. Valores medios y desviación estándar del análisis de almidón de yuca amarilla y blanca

Variedad	% Almidón
Yuca amarilla	88,8451 ± 0,1110 B
Yuca blanca	86,4928 ± 0,2945 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Entre la variedad amarilla y blanca existe una diferencia significativa ($P < 0,05$) en cuanto a la cantidad de almidón presente, con una diferencia aproximada de 2 % la yuca amarilla contiene mayor porcentaje que la blanca es decir esta última variedad posee más cantidad de carbohidratos, pero más concentración de azúcares que almidón.

4.1.2 Análisis fisicoquímicos de plátanos verdes variedad dominico y barraganete

4.1.2.1 Humedad

La humedad es un parámetro importante al momento de la industrialización de alimentos, pues permite conocer la estabilidad y la maduración en la que se encuentra la fruta, en la tabla 24 se puede visualizar las medias del porcentaje de humedad de dos variedades de plátano verde.

Tabla 24 Valores medios y desviación estándar del análisis de humedad de plátano dominico y barraganete

Variedad	% Humedad
Plátano dominico	67,7852 ± 0,9231 A
Plátano barraganete	67,9021 ± 0,8032 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Como se indica en la tabla 24 los resultados obtenidos de la prueba de Tukey y una confianza del 95 % fueron $67,7852 \pm 0,9231$ % y $67,9021 \pm 0,8032$ % para dominico y barraganete respectivamente se analizó que las medias estadísticamente no tienen diferencia significativa. Un porcentaje de humedad que se aproxime a 80 % indica que el producto tiene una maduración elevada y no sería adecuado para la fabricación de harinas, asimismo Morton (1987) menciona que durante el período de maduración el contenido de humedad del producto aumenta ya que ocurre un cambio en los carbohidratos.

4.1.2.2 Acidez

La acidez del plátano verde se expresa como porcentaje de ácido málico, en la tabla 25 se muestra los resultados del análisis estadístico de dos variedades de plátano verde dominico y barraganete con relación al porcentaje acidez.

Tabla 25. Valores medios y desviación estándar del análisis de acidez de plátano dominico y barraganete

Variedad	% Acidez
Plátano dominico	0,1664 ± 0,0128 B
Plátano barraganete	0,1408 ± 0000 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Como se señala en la tabla 25 los resultados obtenidos de plátano verde dominico y barraganete fueron $0,1664 \pm 0,0128$ % y $0,1408 \pm 0000$ % respectivamente donde se analizó que las medias son estadísticamente diferentes, con el mayor porcentaje para la variedad dominico, se puede evidenciar los valores no son muy elevados lo cual no puede afectar la materia prima al momento de transformarla a harina. Un aumento en la acidez que se aproxime a 1 % se debe a la biosíntesis excesiva de ácido oxálico y al predominio del ácido málico que indica un avance de maduración (Ghimire et al., 2021).

4.1.2.3 pH

En la tabla 26 se muestra los datos obtenidos de los análisis estadísticos de dos variedades del plátano verde con referencia al pH.

Tabla 26. Valores medios y desviación estándar del análisis de pH de plátano dominico y barraganete

Variedad	pH
Plátano dominico	5,8797 ± 0,0346 A
Plátano barraganete	5,8183 ± 0,0781 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Para plátano dominico se midió un pH de $5,8797 \pm 0,0346$ mientras que para la variedad barraganete $5,8183 \pm 0,0781$ como se muestra en la tabla 26. Se analiza que las medias estadísticamente no tienen diferencia significativa. El plátano verde al aumentar su índice de madurez desde el estado verde oscuro hasta el estado amarillo intenso ocurre una rápida disminución de pH, esto se debe al incremento de ácido málico (Quinceno, Giraldo, y Villamizar, 2014). Por lo que es importante transformar el plátano verde en harina mientras menos maduro se encuentre.

4.1.2.4 Brix

Los ° Brix denotan el porcentaje de sólidos solubles presentes en el producto en la tabla 27 se observan los datos estadísticos de dos variedades de plátano verde con relación a los °Brix.

Tabla 27. Valores medios y desviación estándar del análisis de °Brix de plátano dominico y barraganete

Variedad	°Brix
Plátano dominico	8,0000 ± 0000 A
Plátano barraganete	7,6667 ± 0,5774 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 27 se muestra que las medias estadísticamente no tienen diferencia significativa, en cuanto a °Brix los valores para dominico y barraganete fueron $8,0000 \pm 0000$ y $7,6667 \pm 0,5774$ respectivamente, es decir que los frutos se encontraban en estado de madurez con valores cercanos, sin embargo, es importante tener en cuenta que mientras más bajos del 8 de °Brix mejores serán los resultados al momento de elaborar harinas porque contiene porcentajes más altos de almidón. Tuárez, Erazo, Torres, y Moreno (2021) afirman que a causa de la maduración los °Brix pueden aumentar y dar un cambio bioquímico en la fruta, es decir la hidrólisis de almidones para luego convertirse en azúcar.

4.1.2.5 Proteína

La proteína presente en plátano verde es mínima y en la tabla 28 se presenta los resultados de los análisis estadísticos de plátano verde de dos variedades dominico y barraganete.

Tabla 28. Valores medios y desviación estándar del análisis de proteína plátano dominico y barraganete

Variedad	% Proteína
Plátano dominico	1,1276 ± 0,0261 B
Plátano barraganete	1,0174 ± 0,0193 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Se indica en la tabla 28 que estadísticamente existe una diferencia ($P < 0,05$) entre las dos variedades de plátano verde dominico y barraganete, los datos obtenidos fueron $1,1276 \pm 0,0261$ % y $1,0174 \pm 0,0193$ % respectivamente, la variedad dominico tuvo una media mayor en concordancia al valor de proteína. Esto puede deberse a factores como a los minerales que se encuentra en el suelo al momento de la siembra o también a la genética del alimento.

4.1.2.6 Grasa

En la tabla 29 se muestra los resultados de los datos estadísticos de dos variedades de plátano verde con relación al porcentaje de grasa.

Tabla 29. Valores medios y desviación estándar del análisis de grasa de plátano dominico y barraganete

Variedad	% Grasa
Plátano dominico	0,4087 ± 0,0256 A
Plátano barraganete	0,3648 ± 0,0491 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Se observa en la tabla 29 que estadísticamente no existe diferencia significativa entre las dos variedades de plátano verde dominico y barraganete ya que los valores obtenidos fueron de 0,4087 ± 0,0256 % y 0,3648 ± 0,0491 % respectivamente, donde se puede evidenciar que el contenido de grasa es mínimo en las dos variedades de plátano verde.

4.1.2.7 Carbohidratos

Los carbohidratos en el plátano verde se encuentran en porcentajes elevados, en la tabla 30 se muestra los resultados los datos estadísticos de dos variedades de plátano verde con relación al porcentaje de carbohidratos.

Tabla 30. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos de plátano dominico y barraganete

Variedad	% Carbohidratos
Plátano dominico	29,9089 ± 0,8540 A
Plátano barraganete	29,9098 ± 0,8147 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Se indica en la tabla 30 que estadísticamente no existe una diferencia significativa entre las dos variedades de plátano verde dominico y barraganete con valores de 29,9089 ± 0,8540 % y 29,9098 ± 0,8147 % respectivamente, es decir que las dos variedades contienen altos porcentajes de glúcidos. El plátano verde se destaca por su riqueza en hidratos de carbono siendo así el mayoritario el almidón.

4.1.2.8 Fibra cruda

La fibra cruda es una sustancia orgánica no nitrogenada que se encuentra presente en el plátano verde en mínimas proporciones, en la tabla 31 se indica los resultados de los datos estadísticos de dos variedades de plátano verde con relación al porcentaje de fibra bruta.

Tabla 31. Valores medios y desviación estándar del análisis de fibra bruta de plátano dominico y barraganete

Variedad	% Fibra bruta
Plátano dominico	0,8389 ± 0,0165 B
Plátano barraganete	0,7800 ± 0,0141 A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Se visualiza en la tabla 31 que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las dos variedades de plátano verde dominico y barraganete donde los valores fueron $0,8389 \pm 0,0165$ % y $0,7800 \pm 0,0141$ % respectivamente, la variedad dominico tuvo una media mayor en concordancia al valor de fibra, esto puede deberse a la genética del producto, o también a los minerales que se encuentran presentes en el suelo donde se lo siembra. En el plátano verde se encuentra la fibra en bajas concentraciones y no se modifica durante la maduración (Quinceno, Giraldo, y Villamizar, 2014), además debido a la genética, variedad o clima existe un mínimo de diferencia en cuanto a su composición.

4.1.2.9 Cenizas

Las cenizas presentes en los alimentos hacen referencia al porcentaje de minerales que contiene el producto, en la tabla 32 se puede observar el porcentaje de cenizas de dos variedades de plátano verde dominico y barraganete

Tabla 32. Valores medios y desviación estándar del análisis de cenizas de plátano dominico y barraganete

Variedad	% Cenizas
Plátano dominico	$0,7697 \pm 0,1097$ A
Plátano barraganete	$0,8058 \pm 0,0133$ A

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Se muestra en la tabla 32 que estadísticamente no existe una diferencia entre las dos variedades de plátano verde dominico y barraganete donde se obtuvieron valores de $0,7697 \pm 0,1097$ % y $0,8058 \pm 0,0133$ % con sus tres repeticiones. Un alto contenido de cenizas nos indica que el alimento contiene valores altos de minerales por su genética, por la naturaleza, clima, entre otros.

4.1.2.10 Almidón

El almidón es el carbohidrato que se encuentra en porcentajes elevados en el plátano verde los resultados estadísticos de dos variedades de plátano verde dominico y barraganete del parámetro se visualiza en la tabla 33.

Tabla 33. Valores medios y desviación estándar del análisis de almidón de plátano dominico y barraganete

Variedad	% Almidón
Plátano dominico	$79,1517 \pm 0,1737$ A
Plátano barraganete	$76,7020 \pm 0,1856$ B

A, B = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 33 se muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre las dos variedades de plátano verde dominico y barraganete donde sus valores fueron $79,1517 \pm 0,1737$ % y $76,7020 \pm 0,1856$ % respectivamente, la media más alta fue de la variedad

domínico, se puede dar debido a la genética, variedad, clima, entre otros. La maduración del fruto da lugar a la hidrólisis de almidones para transformarse en azúcares, es decir que para la elaboración de harinas es óptimo realizarlo cuando contenga un alto valor de almidón y menor contenido de °Brix (Yap, Warnakulasuriya, Brennan, Jayasena, y Coorney, 2017).

4.1.3 Temperaturas y tiempos de secado

4.1.3.1 Yuca amarilla

Para la investigación se utilizó temperaturas de secado de 50, 60 y 70 °C para yucas y plátanos y con el fin de determinar los tiempos de secado para obtener una harina con humedad final de 8 a 10 % fue necesario realizar curvas de secado (tiempo vs humedad).

En la figura 7 se indica la pérdida de humedad con respecto al tiempo de la yuca amarilla

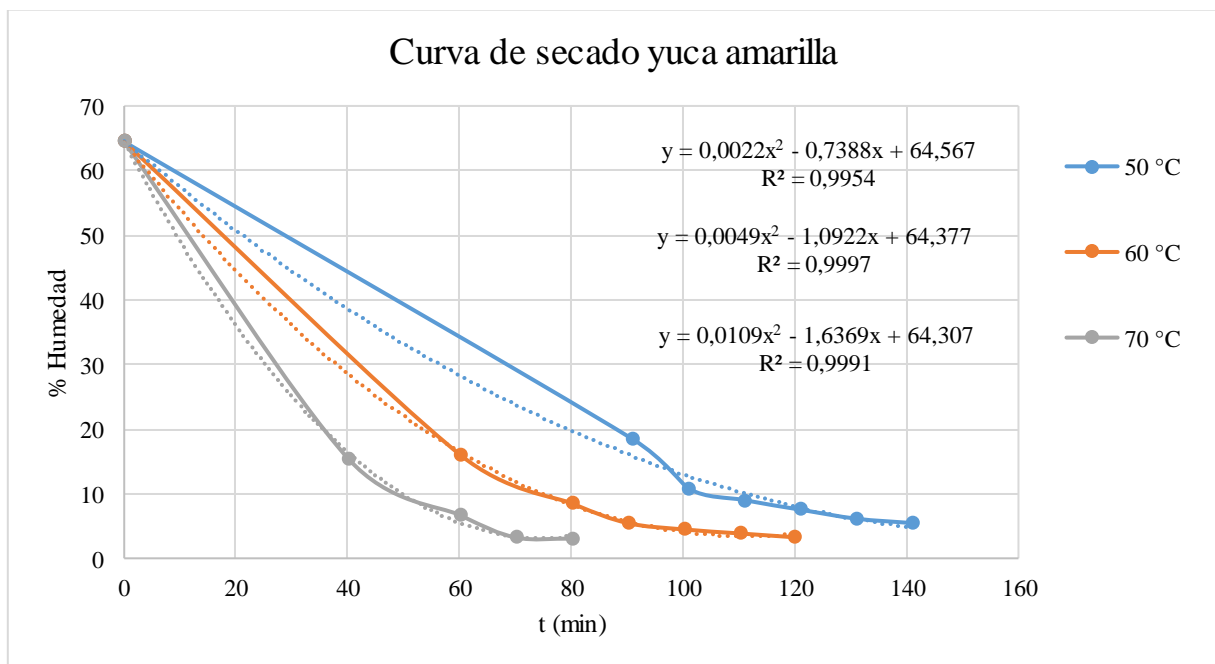


Figura 7. Curva de secado de la yuca amarilla

La Temperatura de secado de 70 °C el tiempo que tomó para dar una humedad de 8 % fue de 56 min, con 60 °C 1 h 20 min, y con 50 °C 1 h 55 min. Se observa en la figura 7 como disminuye el tiempo de secado a mayor temperatura.

Junto con las curvas se observa la ecuación polinómica de orden dos, la cual sirve para obtener un valor de una variable dependiente (tiempo) en términos del valor de una variable independiente (humedad). Esto mediante la resolución de la ecuación por factorización, completación de cuadrados o solución por la fórmula general.

El dato de R² nos indica la confiabilidad de la línea de tendencia polinómica, esta es más confiable cuando el valor de R² es o está cerca de 1. En este caso de la curva de secado nos indica que los datos de humedad han disminuido en forma coherente.

4.1.3.2 Yuca Blanca

La curva de secado de los tres tratamientos para la yuca blanca se presenta en la figura 8

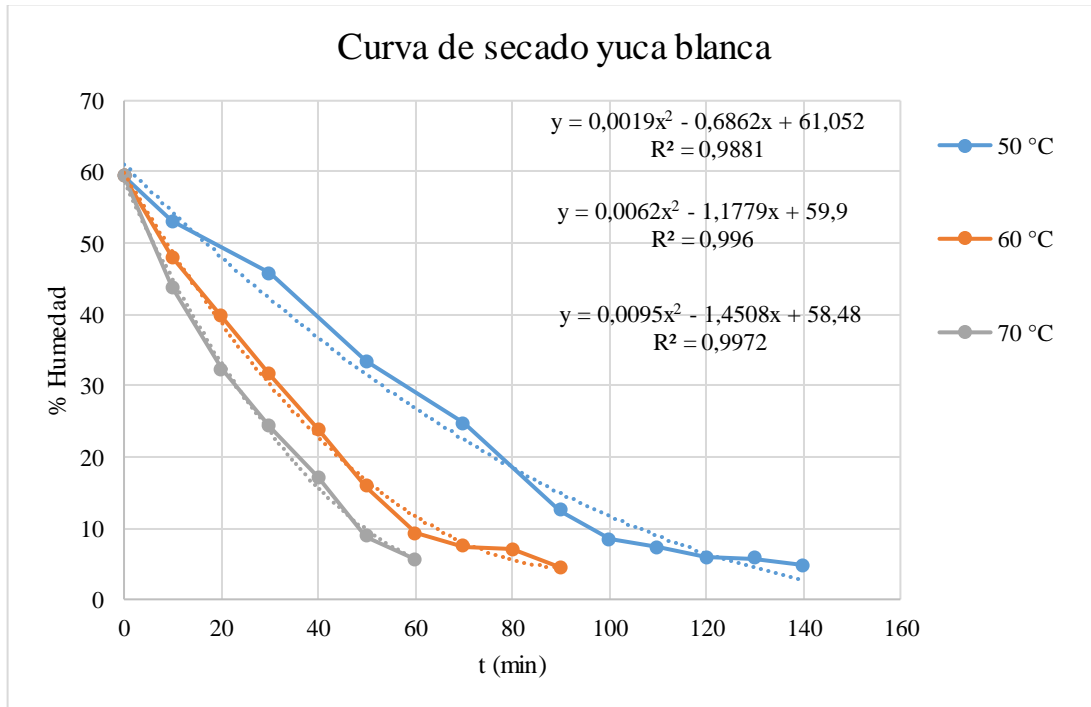


Figura 8. Curva de secado de la yuca blanca

Para la temperatura de secado de 70 °C el tiempo que tomó para dar una humedad de 8 % fue de 50 min, con 60 °C 1 h 8 min, y con 50 °C 1 h 40 min como se detalla en la figura 8.

En la tabla 34 se describe las medias de los tiempos de secado para la yuca amarilla y blanca

Tabla 34. Valores medios y desviación estándar del análisis de tiempo de secado de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	Tiempo min
70	Yuca blanca	50 ± 3 A
70	Yuca amarilla	56 ± 3 A
60	Yuca blanca	68 ± 4 B
60	Yuca amarilla	80 ± 3 C
50	Yuca blanca	100 ± 2 D
50	Yuca amarilla	114 ± 1 E

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación 0,05)

Las temperaturas más elevadas poseen los menores tiempos de secado al igual que la variedad blanca al tener menor humedad inicial. Existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre variedades y tratamientos excepto por las harinas secadas a 70 °C, en la tabla 34 se indica que el menor tiempo de secado es de 50 min para la variedad blanca a 70 °C mientras que el mayor tiempo fue para la variedad amarilla de 114 min a 50 °C. Al realizar el secado de las rodajas de 1 mm con temperatura de 70 °C hubo un ahorro significativo de tiempo y energía tanto para yucas amarillas como para blancas. La pérdida de tiempo y energía en una planta procesadora se

deriva a pérdidas económicas que pueden afectar significativamente la estabilidad de la empresa.

En la figura 9 se evidencia las variaciones de tiempos de secado de las yucas

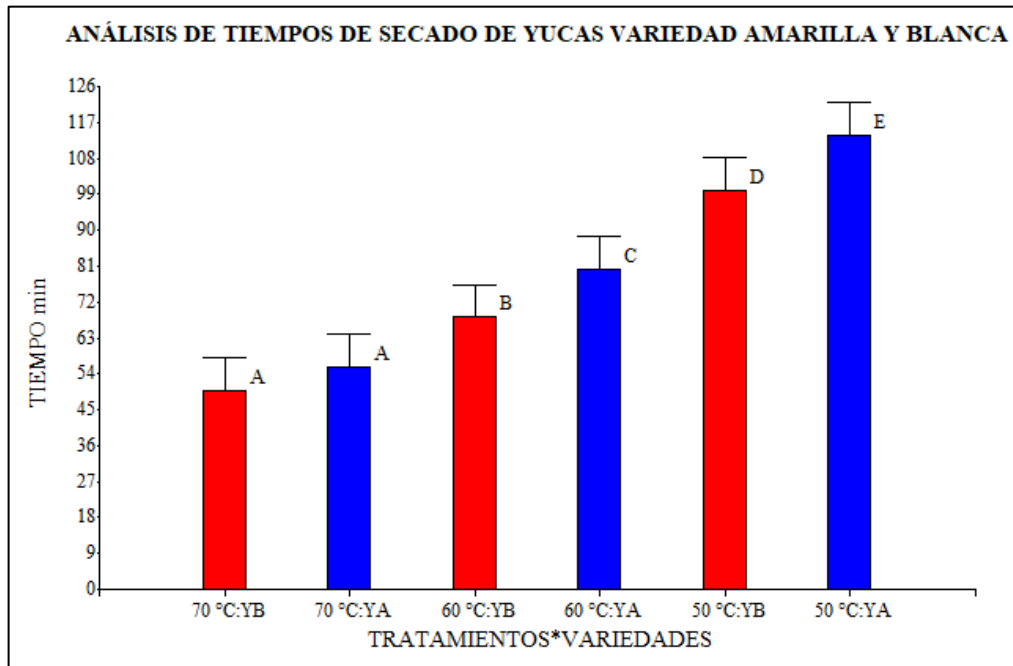


Figura 9. Análisis de tiempos de secado de yucas variedad amarilla y blanca

La diferencia de tiempos de secado para la yuca blanca es significativa debido a que a 70 °C hubo un ahorro de aproximadamente 50 min en comparación con la de 50 °C mientras que con la de 60 °C un ahorro de 18 min. Para la yuca amarilla al secar a 70 °C hubo un ahorro de tiempo de 58 min en comparación con la de 50 °C y con la de 60 ° un ahorro de 24 min.

Existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los tiempos de secado de la variedad amarilla con la variedad blanca. La variedad blanca al tener una humedad inicial de 60 % tuvo un ahorro de tiempo significativo en comparación con la amarilla.

4.1.3.3 Plátano Dominicano

En la figura 10 se indica la pérdida de humedad de las rodajas de plátano dominicano

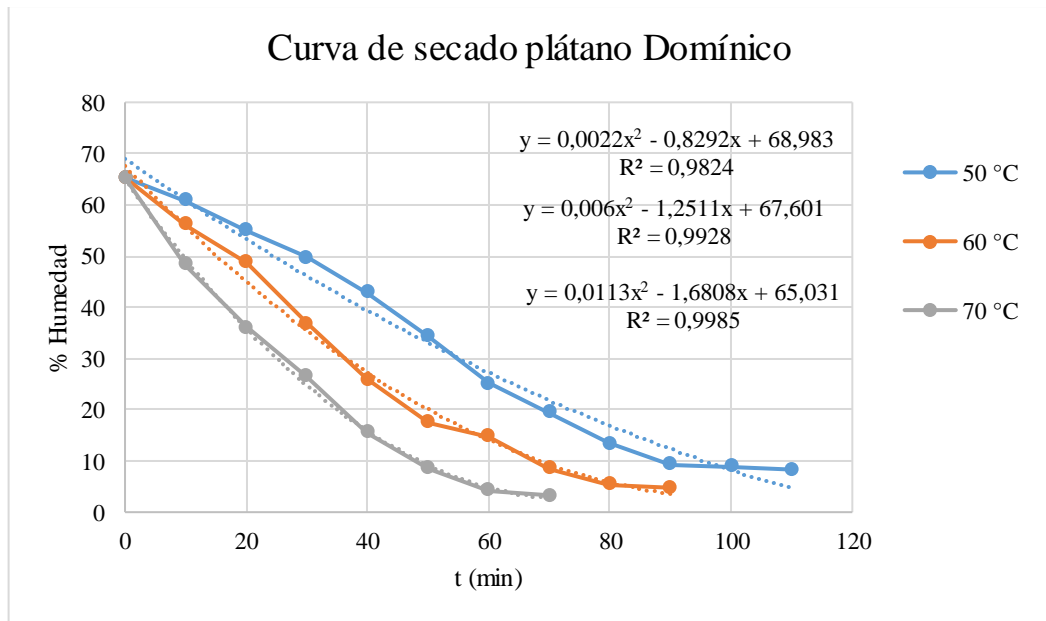


Figura 10. Curva de secado del plátano dominico

Para la temperatura de secado de 70 °C el tiempo que tomó para dar una humedad de 8 % fue de 50 min, con 60 °C 1 h 10 min, y con 50 °C 1 h 49 min como se observa en la figura 10. Las ecuaciones polinómicas que se muestran en la figura 10 permiten encontrar el tiempo en diferentes humedades, asimismo R² indica que al acercarse a valores de 1 los datos son más representativos a la hora de obtener respuestas óptimas de tiempos aplicando la fórmula general a la ecuación polinómica.

4.1.3.4 Plátano Barraganete

En la figura 11 se indica la pérdida de humedad de las rodajas de plátano barraganete

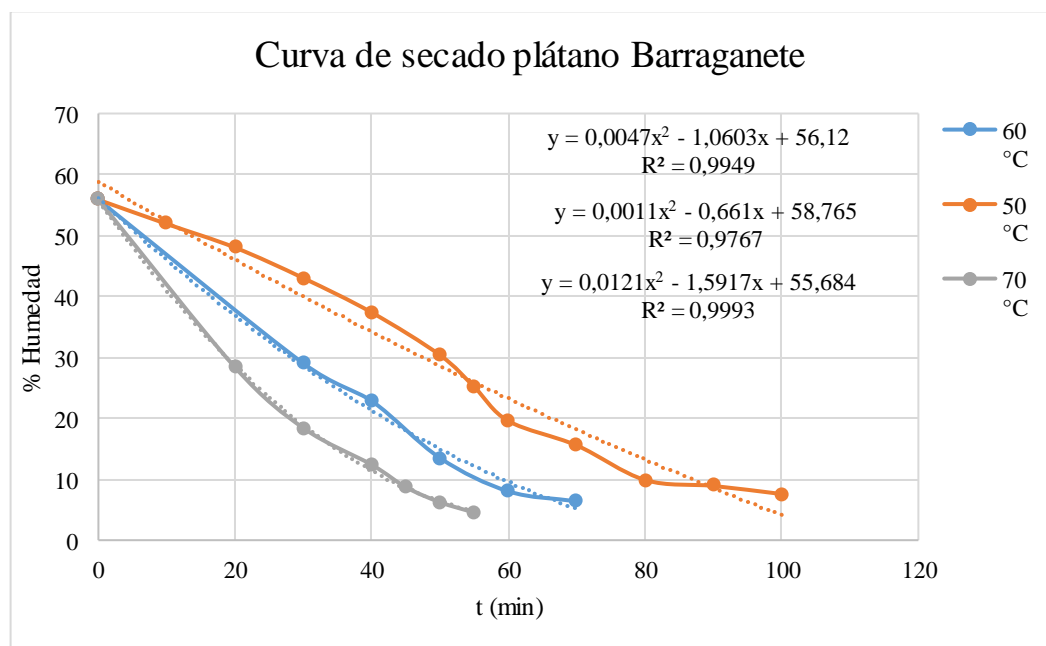


Figura 11. Curva de secado del plátano barraganete

En la figura 11 se observa que para la temperatura de secado de 70 °C el tiempo que tomó para dar una humedad de 8 % fue de 45 min, a 60 °C un tiempo de 1 h y a 50 °C un elevado tiempo de 1 h 35 min. Las ecuaciones polinómicas que se demuestran en la figura 11 facultan hallar el tiempo en diferentes humedades, cuando R² (porcentaje de variación de la variable de respuesta) se acercase a valores de 1 los datos son más objetivos a la hora de obtener respuestas óptimas de tiempos mediante la ejecución con la fórmula general $X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ a la ecuación polinómica.

En la tabla 35 se presenta las medias de los tiempos de secado de plátano dominico y barraganete

Tabla 35. Valores medios y desviación estándar del análisis del tiempo de secado de plátanos verdes dominico y barraganete

Tratamiento (T °C)	Variedades	Tiempo min
50	Plátano dominico	109 ± 2 A
50	Plátano barraganete	94 ± 3 B
60	Plátano Dominico	70 ± 2 C
60	Plátano Barraganete	59 ± 3 D
70	Plátano Dominico	50 ± 3E
70	Plátano Barraganete	45 ± 2 E

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 35 se muestra los tiempos de secado del plátano verde de variedad dominico y barraganete en cuanto a temperaturas de 50 °C y 60 °C, existió diferencia estadística, pero a 70 °C no existió diferencia estadísticamente, los mejores tiempos se dieron a 70 °C porque optimizaron el tiempo para dominico 50 ± 3 min y para barraganete 45 ± 2 min, entre variedades se dio una diferencia de 5 min, siendo barraganete el que usa menor tiempo.

En la figura 12 se observa la interacción que existe entre el tiempo de secado con las variedades de plátano verde

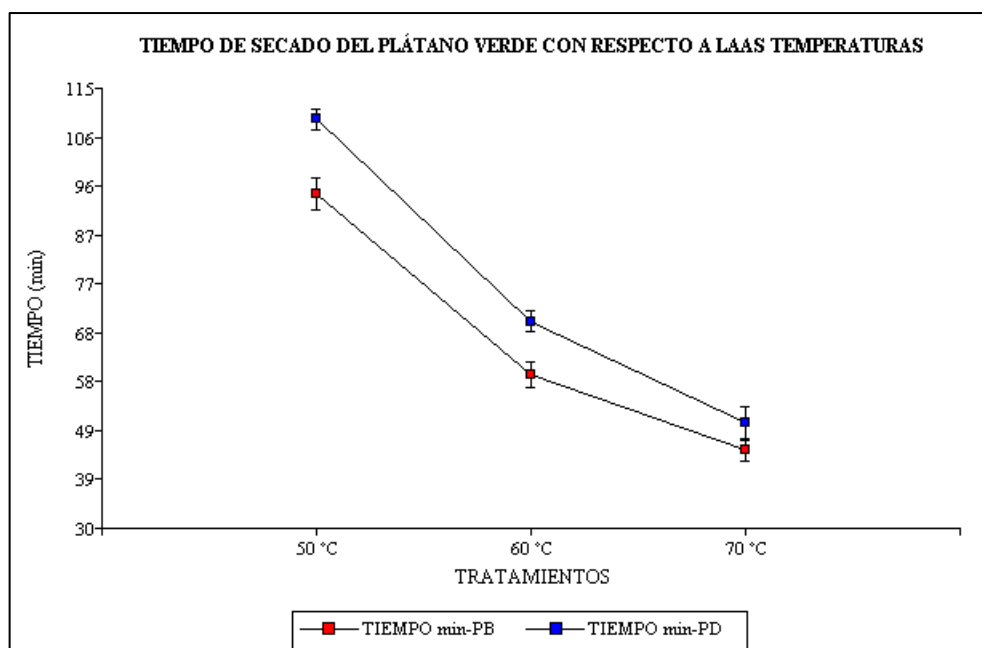


Figura 12. Interacción del tiempo de secado y las variedades de plátano verde

En la figura 12 se puede visualizar que existió interacción por cambio de magnitud entre las variedades y tratamientos, donde las muestras de plátano de variedad dominico y barraganete a bajas T °C menor tiempo y a altas T °C menor tiempo de secado, sin embargo, las muestras obtuvieron menores tiempos de secado a 70 °C.

4.1.4 Análisis fisicoquímico de las harinas de yuca amarilla y blanca

4.1.4.1 Humedad

La humedad es el parámetro más importante al momento de la conservación de la harina. En la tabla 36 se describen las humedades de las harinas de yuca amarilla y blanca sometidas a diferentes temperaturas de secado

Tabla 36. Valores medios y desviación estándar del análisis de humedad en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Humedad
50	Yuca amarilla	10,7999 ± 0,3182 A
50	Yuca blanca	9,5233 ± 0,3625 B
70	Yuca amarilla	8,3555 ± 0,3083 C
60	Yuca amarilla	8,0983 ± 0,0077 C
70	Yuca blanca	8,0463 ± 0,0328 C
60	Yuca blanca	8,0136 ± 0,0962 C

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

La NTE INEN 2786 (2013), menciona que la harina de yuca debe contener un máximo de 13 % de humedad. En el caso de las harinas analizadas se observó que todas cumplen con el máximo permitido por la norma de no ser el caso estos productos con el tiempo pueden

presentar crecimiento microbiano, apelmazamiento y cambios en sus propiedades sensoriales, cuanto menor sea la humedad de la harina mayor será la estabilidad de almacenamiento. En la tabla 36 las harinas de yuca amarilla y blanca sometidas a temperaturas de secado de 60, 70 °C no presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) en sus valores debido a que todas tienen humedad de 8 %, sin embargo, las harinas sometidas a 50 °C tienen humedades de $10,7999 \pm 0,3182$ % y $9,5233 \pm 0,3625$ % para la yuca amarilla y blanca respectivamente, en estos datos si existe diferencia significativa en comparación con las demás temperaturas de secado debido a que a 50 °C toma más tiempo en realizar la transferencia de calor hacia las rodajas es por eso que las harinas tienen mayor porcentaje de humedad.

Las variedades al tener humedades iniciales diferentes siendo mayor la de la yuca amarilla con 67 % y la blanca con 64 % se llega a notar en las humedades de las harinas siendo la harina de yuca amarilla la que posee mayor humedad que la blanca.

En la figura 13 se muestra la respuesta promedio de cada combinación de tratamiento con respecto a la % humedad.

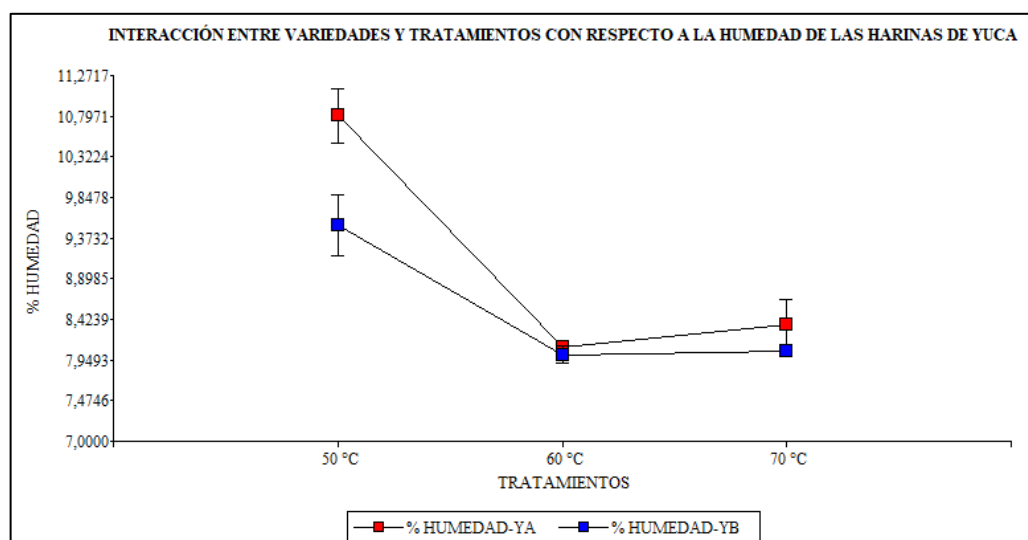


Figura 13. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la humedad de las harinas de yuca

El hecho de que las rectas no sean paralelas indica una interacción significativa entre variedades y tratamientos, esto se demuestra con el p-Valor ($0,0022 < 0,05$). A 50 °C se puede observar en la figura 13 que el porcentaje de humedad tanto para harinas de yuca amarilla como blanca son más elevadas y va disminuyendo conforme sube la temperatura de secado sin embargo en el transcurso de 60 a 70 °C las humedades se mantienen en el rango aproximado de 8 %.

4.1.4.2 Acidez

La acidez de las harinas se expresa en porcentaje de ácido láctico y está relacionada con el pH de las mismas, a mayor acidez menor pH. En la tabla 37 se muestra el porcentaje de acidez de harinas de yuca amarilla y blanca.

Tabla 37. Valores medios y desviación estándar del análisis de acidez en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Acidez
70	Yuca amarilla	0,1212 ± 0,0223 A
50	Yuca amarilla	0,0990 ± 0,0000 AB
60	Yuca amarilla	0,0888 ± 0,0163 AB
60	Yuca blanca	0,0887 ± 0,0161 AB
50	Yuca blanca	0,0866 ± 0,0108 AB
70	Yuca blanca	0,0781 ± 0,0123 B

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

Los ácidos orgánicos presentes en las harinas de yuca contribuyen en la calidad, la estabilidad microbiana y da un claro indicio de la acidez en el sabor (Chimphepo et al., 2021). En la tabla 37 la harina de yuca amarilla secada a 70 °C tiene más porcentaje de acidez (0,1212 ± 0,0223 %) por el contrario de la yuca blanca que tiene el menor porcentaje (0,0781 ± 0,0123 %) existiendo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre ellas más no con los demás tratamientos ya que todos se encuentran en un rango de 0,08 % de acidez.

No existe diferencia significativa en el porcentaje de acidez con respecto a las temperaturas de secado, es decir que temperaturas de 50, 60 y 70 °C no influyen en la acidez de las harinas

En comparación con la acidez de la materia fresca hubo un leve aumento al someterse al proceso de secado y molienda: acidez yuca amarilla fresca = 0,05 % y harina 0,1 % mientras que la acidez de yuca blanca fresca 0,04 % y harina 0,08 %.

La interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la acidez de las harinas se presenta en la figura 14.

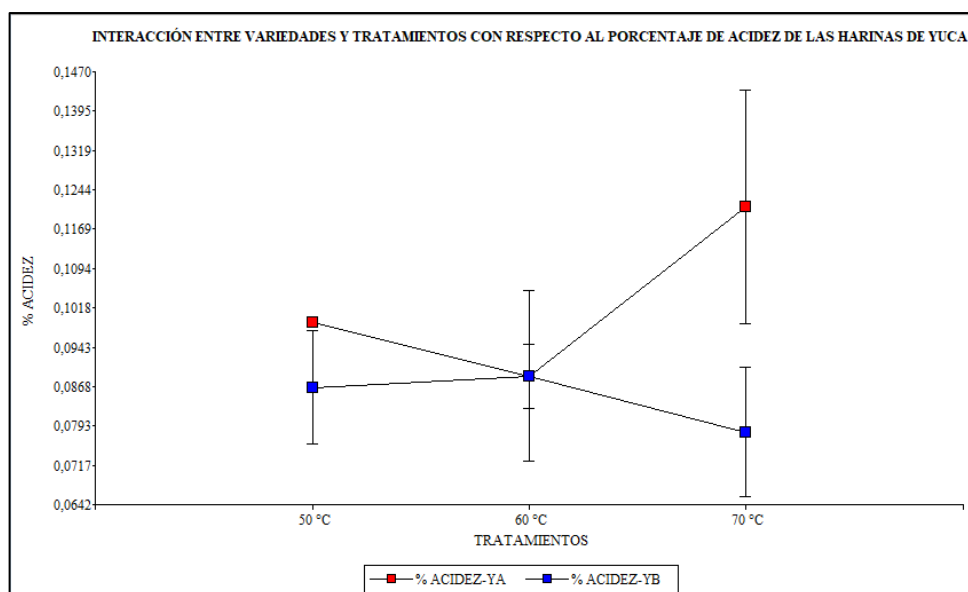


Figura 14. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la acidez de las harinas de yuca

La acidez de a harina de yuca amarilla aumentó al subir la temperatura de secado a 70 °C mientras que la de la harina de yuca blanca bajó, sin embargo, a 60 °C las dos coinciden como se observa en la figura 14. El p-valor de esta relación es 0,0432 demostrando que existe una interacción por cambio de dirección entre los dos factores. Si se decide escoger la acidez más baja para las harinas en el caso de la blanca por medio de temperatura de secado de 70 °C mientras que la amarilla por 60 °C.

4.1.4.3 pH

En la tabla 38 se indican las medias de pH de las harinas de yuca.

Tabla 38. Valores medios y desviación estándar del análisis de pH en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	pH
60	Yuca amarilla	6,6520 ± 0,0256 A
50	Yuca amarilla	6,6123 ± 0,0200 A
50	Yuca blanca	6,4997 ± 0,0159 B
60	Yuca blanca	6,3973 ± 0,0697C
70	Yuca blanca	6,3157 ± 0,0032 C
70	Yuca amarilla	6,2137 ± 0,0040 D

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

Un pH bajo en harinas de yuca puede resultar beneficioso gracias a que disminuye la probabilidad de crecimiento microbiano sin alterar características sensoriales como el sabor y permite la conservación por más tiempo. Chimphepo et al. (2021) puntualizan que una harina de yuca de calidad debe encontrarse en un rango de pH de 5 a 7 ya que valores menores a 4 indican un producto fermentado generalmente agrio. En la tabla 38 se muestran los resultados

obtenidos las harinas de yuca amarilla y blanca sometidas a temperatura de secado de 70 °C tienen pH más bajos $6,2137 \pm 0,0040$ y $6,3157 \pm 0,0032$ respectivamente, mientras que los más altos son para la harina de yuca amarilla sometidas a 60 y 50 °C con $6,6520 \pm 0,0256$ y $6,6123 \pm 0,0200$ respectivamente.

En los tratamientos de secado existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre las temperaturas de 50 y 60 °C con la de 70 °C, con valores de pH más bajos para la de 70 °C. En este caso a medida que incrementa la temperatura de secado el pH va disminuyendo y entre más bajos pero que no sobrepase el límite las harinas de yuca tienden a alargar su tiempo de conservación.

El pH de las yucas frescas tanto de blanca como amarilla es de 6,18 y 6,34 respectivamente, hay un leve aumento en comparación con el de las harinas 6,3 y 6,4 respectivamente.

Por último, se mencionan las interacciones entre variedades y tratamientos con respecto al pH de las harinas en la figura 15.

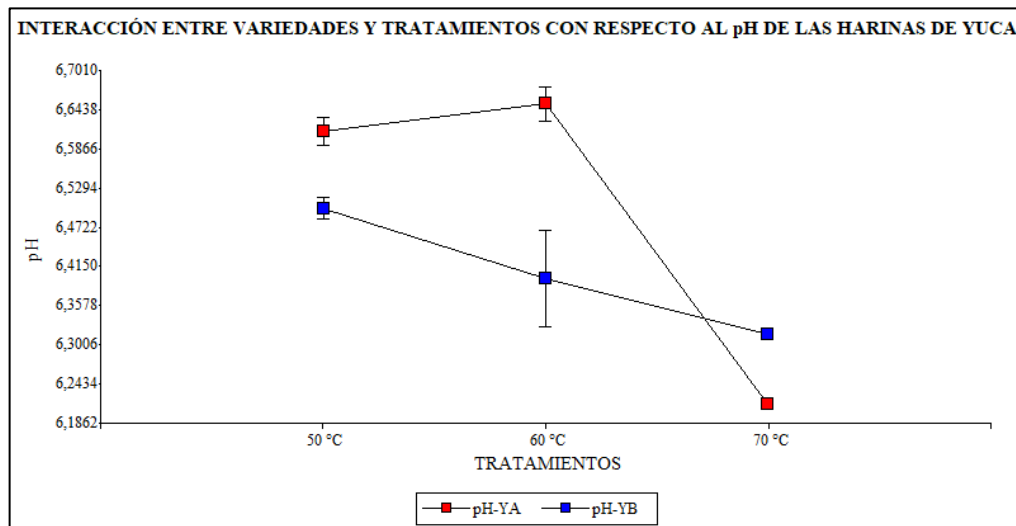


Figura 15. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto al pH de las harinas de yuca

Como se observa en la figura 15 la harina de yuca blanca a medida que la temperatura sube el pH disminuye, mientras que el pH de la harina de yuca amarilla de 50 a 60 °C aumentó, pero a 70 °C bajó drásticamente. Según el p-valor de $< 0,0001$ se corrobora una interacción por cambio de sentido entre las variedades y los tratamientos de secado. Como se busca el pH más bajo se recomienda procesar con la yuca amarilla a una temperatura de secado de 70 °C.

4.1.4.4 Proteína

Una de las desventajas de la harina de yuca en comparación con otras harinas como la de trigo es que tiene bajo contenido de proteína como se muestra en la tabla 39 en la cual se describen las medias de los porcentajes de proteína presentes en harina de yuca amarilla y blanca.

Tabla 39. Valores medios y desviación estándar del análisis de proteína en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Proteína
60	Yuca amarilla	1,7473 ± 0,2012 A
50	Yuca amarilla	1,5663 ± 0,1370 A
70	Yuca amarilla	1,4800 ± 0,0468 A
60	Yuca blanca	0,9988 ± 0,0512 B
70	Yuca blanca	0,9457 ± 0,0527 B
50	Yuca blanca	0,9227 ± 0,0494 B

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

Se obtiene diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) entre las variedades más no entre temperaturas de secado, es decir en cuanto al contenido de proteína los tratamientos de secado no tienen influencia. La yuca amarilla contiene mayor cantidad de proteína de $1,7473 \pm 0,2012$ % a una temperatura de secado de $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ al igual que la variedad blanca a esa temperatura $0,9988 \pm 0,0512$ % como se muestra en la tabla 39.

En la figura 16 se observa la variación del porcentaje de proteína según la variedad y los tratamientos de secado.

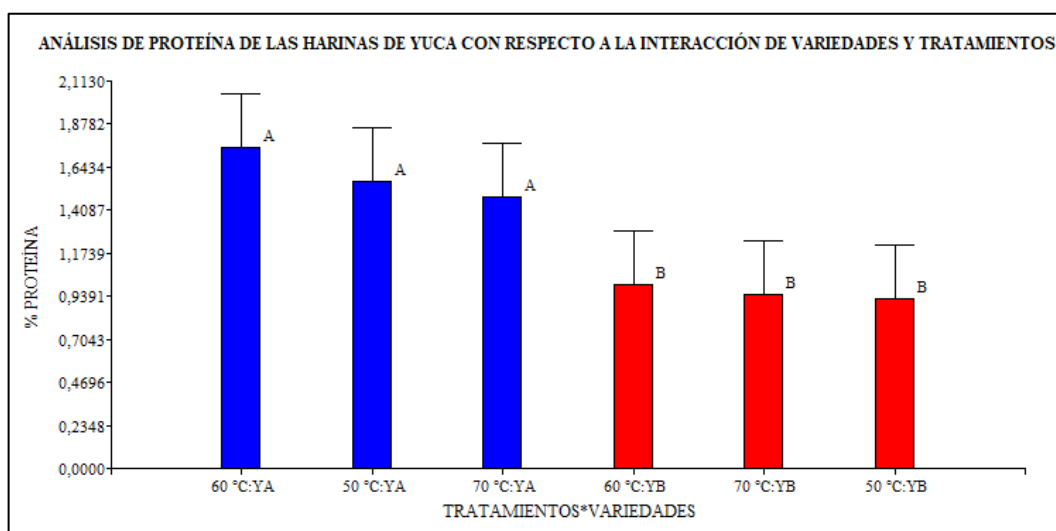


Figura 16. Análisis de proteína de las harinas de yuca

Las medias de todos los tratamientos de secado de 50 , 60 y $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ son similares sin diferencia significativa. Por lo cual secar la yuca fresca a cualquiera de estas temperaturas provoca un leve aumento en las harinas que resulta aproximadamente similar. Algo que recalcar es que tanto para la variedad amarilla y blanca la temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ permitió obtener mayor cantidad de proteína.

La harina de yuca amarilla contiene mayor proteína que la de yuca blanca, en este caso si hay diferencias significativas y con respecto a la yuca fresca hubo un aumento de $0,90$ y $0,77$ % a

1,5 y 0,9 % para yuca amarilla y blanca respectivamente debido al proceso de secado y molienda.

4.1.4.5 Grasa

Al igual que las proteínas la grasa es un componente que se encuentra en niveles muy bajos en harina de yuca como se observa en la tabla 40.

Tabla 40. Valores medios y desviación estándar del análisis de grasa en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Grasa
70	Yuca amarilla	0,5873 ± 0,0081 A
50	Yuca amarilla	0,5870 ± 0,0244 A
70	Yuca blanca	0,5141 ± 0,0617 AB
60	Yuca amarilla	0,4338 ± 0,0330 B
50	Yuca blanca	0,3131 ± 0,0148 C
60	Yuca blanca	0,2894 ± 0,0495 C

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En el análisis de grasa existe diferencia significativa ($P < 0,05$) tanto entre variedades como tratamientos, la temperatura de secado con mayor porcentaje es la de 70 °C para la harina de yuca amarilla con $0,5873 \pm 0,0081$ % mientras que el de menor porcentaje es el de 60 °C para la harina de yuca blanca con $0,2894 \pm 0,0495$ %.

Se observa en la tabla 40 que de acuerdo a las temperaturas de secado si existe una diferencia significativa en cuanto al porcentaje de grasa, en este caso la temperatura de 70 °C logra el porcentaje mayor mientras que la de 60 °C el menor. A mayor temperatura se obtiene mayor porcentaje de grasa.

Entre variedades si existe diferencia significativa en cuanto al porcentaje de grasa, la harina de la variedad amarilla presenta mayor contenido que la harina de la variedad blanca. El porcentaje de grasa de la harina de yuca aumentó en comparación con la grasa de la yuca fresca con valores de 0,34 y 0,31 % yuca fresca blanca y amarilla respectivamente y 0,37 y 0,53 % harina de yuca blanca y amarilla respectivamente.

En la figura 17 se evidencia la interacción entre variedades y tratamientos con respecto al porcentaje de grasa

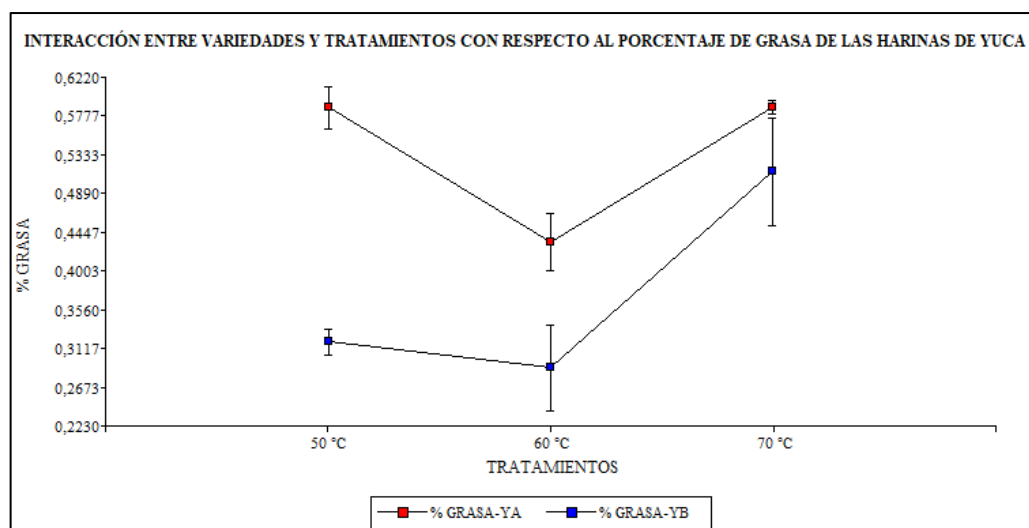


Figura 17. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto al porcentaje de grasa de las harinas de yuca

Con un p-valor de 0,0022 y con las rectas no paralelas se evidencia que existe interacción tipo cambio de magnitud entre los dos factores. En la figura 17 el porcentaje de grasa tanto para harinas de yuca amarilla y blanca disminuye a la temperatura de secado de 60 °C y aumenta a temperaturas de 50 °C y mucho más a la de 70 °C. Si se elige una harina que contenga mayor porcentaje de grasa se debe elegir la variedad amarilla secada a 70 °C.

4.1.4.6 Carbohidratos

Los carbohidratos son los elementos más abundantes en la harina de yuca, donde el componente con más concentración es el almidón. En la tabla 41 se muestran los porcentajes de carbohidratos de las harinas de yuca amarilla y blanca secadas a temperaturas de 50, 60 y 70 °C

Tabla 41. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Carbohidratos
60	Yuca blanca	88,6893 ± 0,0967 A
70	Yuca blanca	88,3574 ± 0,0808 B
60	Yuca amarilla	87,2769 ± 0,1655 C
50	Yuca blanca	87,0861 ± 0,0862 C
70	Yuca amarilla	86,7746 ± 0,1209 D
50	Yuca amarilla	84,4595 ± 0,0770 E

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

Existe diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) en cuanto a las variedades y tratamientos con respecto a los carbohidratos de las harinas. En la tabla 41 la harina con porcentaje mayor es la de la yuca blanca secada a 60 °C con $88,6893 \pm 0,0967$ % mientras que la harina de la variedad con menor porcentaje es la yuca amarilla secada a 50 °C con $84,4595$

$\pm 0,0770$ %. Los valores de carbohidratos tanto de variedad de yuca blanca como amarilla aumentan conforme sube la temperatura sin embargo la yuca fresca al someterse a 70 °C disminuye su porcentaje de carbohidratos.

Existe diferencia significativa al comparar las harinas de las variedades amarilla y blanca con respecto a los carbohidratos. La harina de yuca blanca posee mayor cantidad de carbohidratos que la amarilla esto se debe a que esta última variedad contiene mayores porcentajes de proteína, grasa y humedad. En comparación con el análisis de carbohidratos de la materia prima si hubo un aumento en las harinas tras el proceso de secado y molienda.

En la figura 18 comprende la interacción que existe entre las variedades y tratamientos de las harinas con respecto a los carbohidratos.

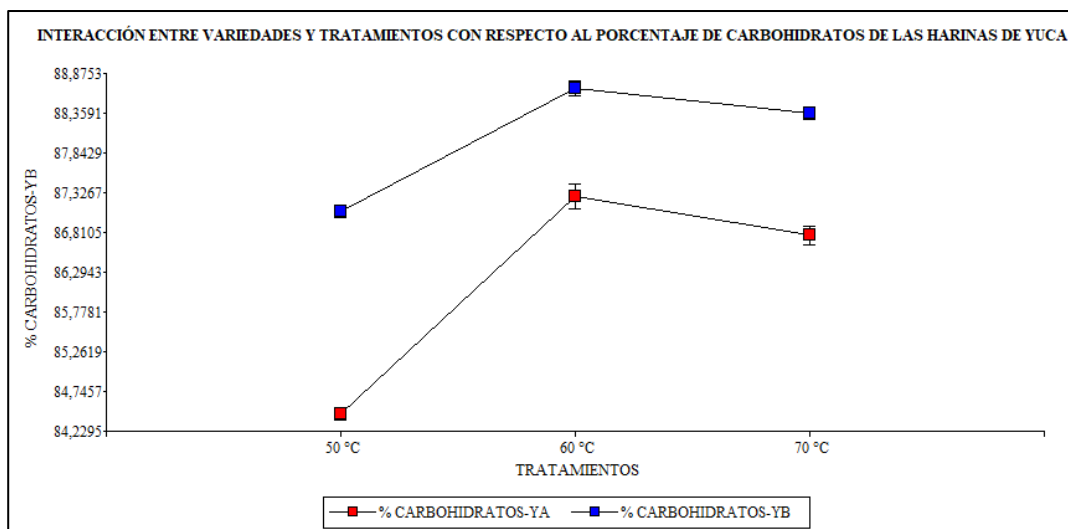


Figura 18. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto al porcentaje de carbohidratos de las harinas de yuca

Por medio de la gráfica se evidencia interacción tipo cambio de magnitud entre estos factores debido a sus líneas no paralelas y al p-valor $0,0001 < 0,005$. La temperatura de secado de 60 °C hace que las harinas tengan mayor porcentaje de carbohidratos.

4.1.4.7 Fibra cruda

En la tabla 42 se muestran los porcentajes de fibra cruda obtenidos para harina de variedad blanca y amarilla secadas a 50, 60 y 70 °C

Tabla 42. Valores medios y desviación estándar del análisis de fibra en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Fibra
70	Yuca amarilla	4,0500 \pm 0,0400 A
70	Yuca blanca	3,1467 \pm 0,0252 B
60	Yuca amarilla	3,1467 \pm 0,0252 B
60	Yuca blanca	2,1600 \pm 0,0200 C
50	Yuca amarilla	2,0400 \pm 0,0400 D
50	Yuca blanca	1,6400 \pm 0,0200 E

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

A mayor temperatura de secado mayor contenido de fibra cruda. Los resultados de la tabla 42 indican que en el análisis de fibra cruda existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos tanto de harina de yuca blanca como de yuca amarilla. En la tabla 42 se muestra que los valores oscilan desde 1,64 % (50 °C), 2,16 % (60 °C) y 3,14 % (70°C) para harina de yuca amarilla mientras que para la de variedad blanca se presenta 2,04 % (50 °C), 3,14 % (60 °C) y 4,05 % (70°C). Según la normativa INEN 2786 (2013) la harina de yuca debe presentar máximo 2 % de fibra cruda en su composición por lo cual solo cumple con este enunciado la harina de yuca blanca secada a 50 °C.

La harina de variedad blanca presenta mayor contenido de fibra bruta con una media de 3,08 % mientras que la harina de yuca amarilla tiene un promedio de 2,32 %. Esto se debe a que la variedad blanca contiene más cantidad de carbohidratos en su composición. Con respecto a la fibra inicial de la yuca fresca si hubo un aumento ya que se tenía valores de 1,09 % y 0,93 % para yuca blanca y amarilla respectivamente.

En la figura 19 se muestra la interacción entre variedades y tratamientos de las harinas con respecto a la fibra cruda.

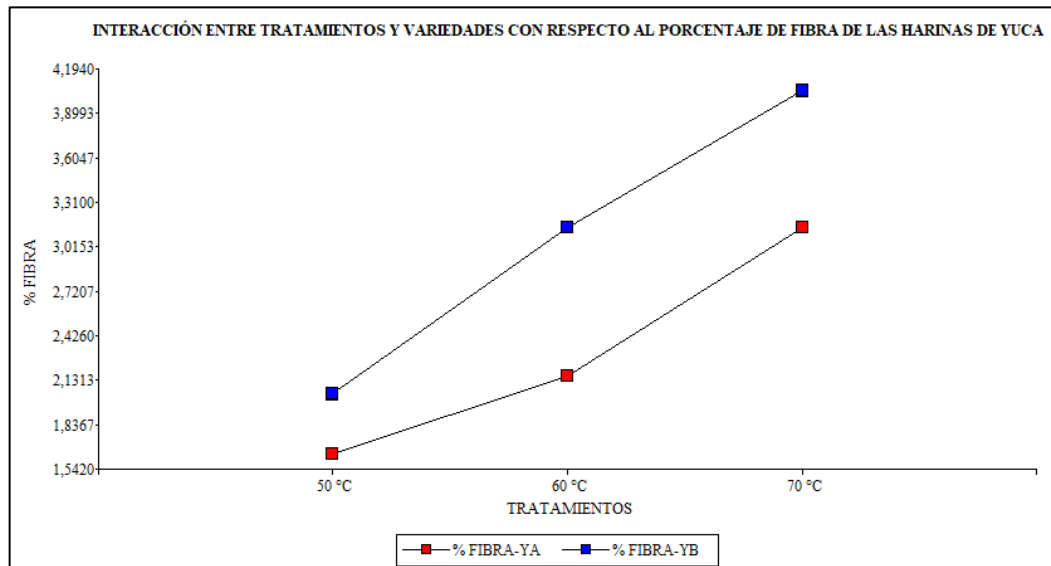


Figura 19. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la fibra bruta de las harinas de yuca

Con un p-valor menor a 0,05 si existe interacción tipo cambio de magnitud entre estos factores (variedades y tratamientos). A medida que aumenta la temperatura la fibra cruda también aumenta. Si se desea elegir una temperatura y una variedad que me resulte un porcentaje de

fibra menor se debe elegir la temperatura de 50 °C y con la variedad de yuca amarilla como se observa en la figura 19.

4.1.4.8 Cenizas

El porcentaje de ceniza en la harina de yuca manifiesta el contenido de minerales presentes y la composición no volátil de la yuca. En la tabla 43 se muestran las medias del porcentaje de ceniza obtenida de harina de yuca blanca y amarilla.

Tabla 43. Valores medios y desviación estándar del análisis de cenizas en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Cenizas
70	Yuca amarilla	2,5889 ± 0,0131A
60	Yuca amarilla	2,5136 ± 0,0208 B
50	Yuca amarilla	2,3985 ± 0,0126 C
50	Yuca blanca	2,1777 ± 0,0213 D
60	Yuca blanca	2,1047 ± 0,0254 E
70	Yuca blanca	2,0738 ± 0,0368 E

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 43 los resultados la harina de yuca amarilla presentaron valores de 2,39; 2,51 y 2,58 %, la harina de yuca blanca 2,17; 2,10 y 2,07 % para tratamientos de 50, 60 y 70 °C respectivamente. La harina de la variedad amarilla en el porcentaje de ceniza aumenta conforme aumenta la temperatura de secado sin embargo para la harina de yuca blanca disminuye al aumentar la temperatura. Para cenizas si existe diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) en cuanto a las variedades y tratamientos de las harinas. Según la norma INEN 2786 (2013) la harina de yuca debe contener un máximo de 3 % de cenizas en su composición por lo tanto estas si cumplen con la normativa vigente.

Según las medias obtenidas para cenizas de 2,5 y 2,12 % se manifiesta que existe diferencia significativa y que la harina de yuca amarilla posee más contenido de cenizas. En comparación con los valores de yuca fresca (0,84 variedad amarilla y 0,49 variedad blanca) después de someterse a un proceso de secado y pulverizado estos valores aumentaron.

En la figura 20 se muestra la gráfica de interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la ceniza.

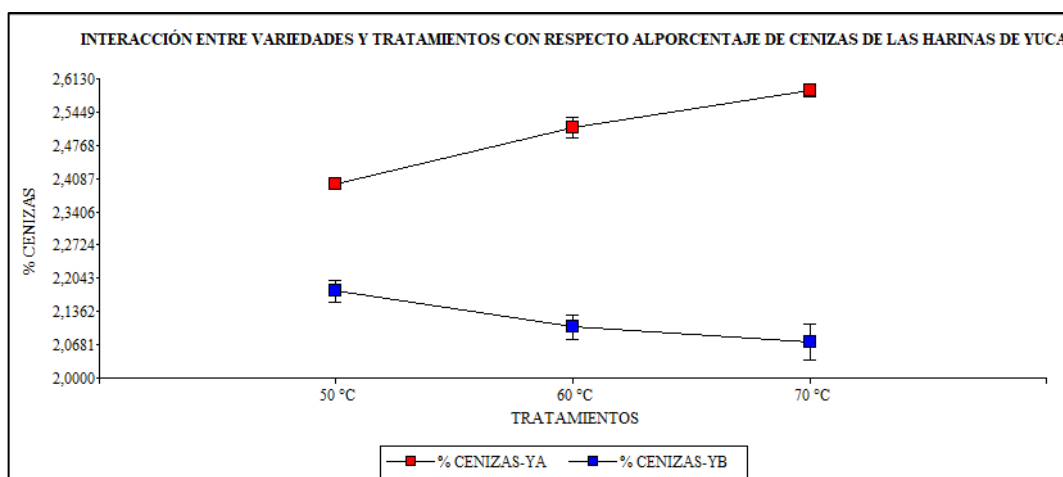


Figura 20. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a las cenizas de las harinas de yuca

Con un p-valor de 0,0001 si existe una interacción tipo cambio de magnitud para estos dos factores. Si se desea obtener una harina con un porcentaje alto en cenizas se debe secar a 70 °C para el caso de la yuca amarilla mientras que para la blanca a 50 °C como se observa en la figura 20.

4.1.4.9 Rendimiento

El rendimiento muestra la proporción total de producto terminado que se obtiene a partir de yuca fresca sometida a diferentes procesos. En la tabla 44 se encuentran los rendimientos que resultaron para las diferentes temperaturas de secado.

Tabla 44. Valores medios y desviación estándar del análisis de rendimiento en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Rendimiento
50	Yuca blanca	32,3578 ± 0,0523 A
60	Yuca blanca	31,4479 ± 0,0453 B
70	Yuca blanca	29,7076 ± 0,0272 C
60	Yuca amarilla	25,4108 ± 0,0208 D
50	Yuca amarilla	25,1778 ± 0,0175 E
70	Yuca amarilla	25,0575 ± 0,0442 F

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

El rendimiento es directamente proporcional a la humedad de la harina, a mayor humedad de la harina mayor rendimiento. Existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en cuanto al rendimiento para las harinas de las dos variedades y tratamientos.

La tabla 44 se describe que en la harina de yuca amarilla los rendimientos según el tratamiento 50, 60 y 70 °C son de 25,17 % (H: 10,79 %), 25,41 % (H: 8,09 %) y 25,05 % (H: 8,35 %) respectivamente. Se evidencia claramente que el segundo tratamiento tiene mayor rendimiento a pesar de tener el porcentaje de humedad menor. Con respecto a la harina de yuca blanca los

rendimientos de 50, 60 y 70 °C son de 32,35 % (H: 9,52 %), 31,45 % (H: 8,01 %) y 29,70 % (H: 8,04 %) respectivamente. Para la harina de yuca amarilla el mejor tratamiento es de 60 °C, pero para la harina de yuca blanca es el de 50 °C.

En los rendimientos de las harinas según los tratamientos de secado se evidencia que existe diferencia significativa, a menor temperatura de secado mayor es el rendimiento. La harina de yuca blanca posee mayor rendimiento que la variedad amarilla con medias de 31,17 y 25,21 % respectivamente.

En la figura 21 se muestra la interacción de dos factores con respecto al rendimiento de la harina.

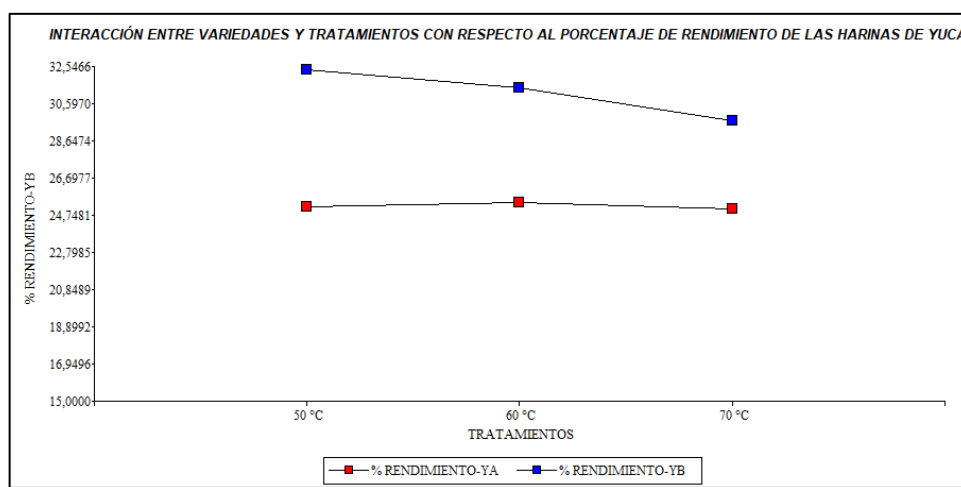


Figura 21. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto al rendimiento de las harinas de yuca

Las harinas de yuca amarilla tienen una tendencia más lineal al momento de representar el rendimiento debido a que están en un rango de 24,7 % mientras que el rendimiento de las harinas de yuca blanca si hay más variación al momento de aumentar la temperatura. Si se requiere mayor rendimiento se recomienda procesar la harina de yuca blanca a 50 °C mientras que para la variedad amarilla a 60 °C.

4.1.4.10 Granulometría

En la tabla 45 se plasma el porcentaje de masa pasada por cada tamiz usado para la granulometría.

Tabla 45. Valores medios y desviación estándar del análisis de rendimiento en las harinas de yuca amarilla y blanca

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Masa pasada tamiz 500 μm	% Masa pasada tamiz 355 μm
50	Yuca amarilla	95,4428 \pm 0,3253 B	97,5656 \pm 0,2551 A
50	Yuca blanca	98,3559 \pm 0,2992 A	96,6587 \pm 0,2005 AB
60	Yuca amarilla	98,4938 \pm 0,2070 A	95,4267 \pm 1,0470 BC
60	Yuca blanca	96,1403 \pm 0,5076 B	93,8685 \pm 0,7830 CD
70	Yuca amarilla	97,4371 \pm 0,6214 A	95,4897 \pm 0,3656 B
70	Yuca blanca	94,3634 \pm 0,1452 C	92,5885 \pm 0,3748 D

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

La masa tamizada en el análisis granulométrico para todas las harinas fue de 100 g. La guía utilizada para la determinación del tamaño de partícula es la NTE INEN 2786 (2013) norma para la harina de yuca comestible, donde menciona que una harina fina debe pasar el 90 % por un tamiz de 0,60 mm (600 μm) y una harina gruesa por un tamiz de 1,20 mm.

En este caso se considera que todas las harinas de los diferentes tratamientos como harina fina ya que más del 90 % de harina pasaron por dos tamices con menor apertura que la norma.

La humedad de las harinas también interfiere en el tamaño de partícula de las mismas debido a que a mayor humedad se complica el proceso de molienda.

4.1.5 Análisis fisicoquímicos de las harinas de plátano verde dominico y barraganete

4.1.5.1 Humedad

En la tabla 46 se presenta los resultados estadísticos de la humedad de la harina de plátano verde variedad barraganete establecidas a tres temperaturas.

Tabla 46. Valores medios y desviación estándar del análisis de humedad de las harinas de plátano dominico y barraganete

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Humedad
50 °C	Plátano barraganete	10,8370 \pm 0,0069 A
60 °C	Plátano barraganete	10,3689 \pm 0,0012 B
60 °C	Plátano dominico	8,9221 \pm 0,0634 C
50 °C	Plátano dominico	8,7290 \pm 0,1084 D
70 °C	Plátano barraganete	8,6819 \pm 0,0641 D
70 °C	Plátano dominico	8,3721 \pm 0,0209 E

A, B, C, D, E = medias con una letra común no son significativamente diferentes (nivel de significación 0,05)

En la tabla 46 se observa que existe diferencia estadísticamente significativa en todos los tratamientos entre temperaturas y variedades, excepto entre 50 °C y 70 °C de variedades dominico y barraganete respectivamente, siendo así a 50 °C plátano barraganete tuvo un valor de 10,8370 \pm 0,0069 % y a 60 °C plátano dominico 10,3689 \pm 0,0012 %, estos son los que

alcanzaron datos más altos de humedad, en comparación con los otros tratamientos que sus porcentajes son por debajo de 9 %. Blanco, Durañona, & Acosta (2016) afirman que la humedad es un parámetro relevante al momento de su transformación en harina ya que ayuda a asegurar su conservación debido a la reducida actividad microbiana en el almacenamiento, la humedad de todas las muestras se encontró entre 8 y 10 %, es decir bajo los parámetros de calidad de la norma NTE INEN 616 (2015) para harina de trigo, donde menciona un máximo de 14,5 %. En la siguiente figura 22 se analiza la interacción entre variedades y tratamientos de las harinas de plátano verde

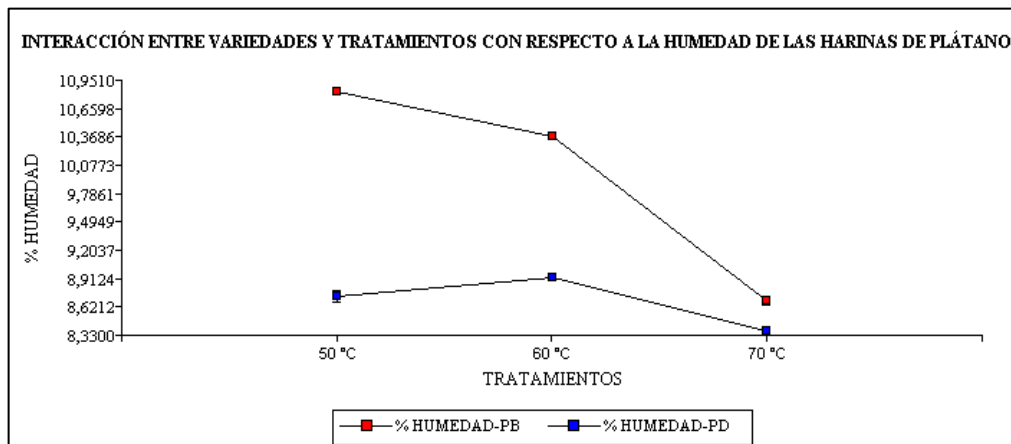


Figura 22. Interacción entre variedades y tratamientos con respecto a la humedad de las harinas de plátano verde.

En la figura 22 se puede visualizar que entre tratamientos y variedades con respecto al porcentaje de humedad existe interacción por cambio de magnitud ya que el (p-valor fue de 0,0001), por lo que se puede analizar que la humedad de la harina de plátano verde barraganete a 50 °C es alta, a 60 °C es menor que la anterior y a 70 °C alcanza un valor menor de las dos temperaturas anteriores, en el caso del plátano dominico a 50 °C tiene una baja humedad, a 60 °C es mayor que la anterior y a 70 °C su humedad es más baja que el primer tratamiento. En este caso a 70 °C se obtuvieron humedades bajas que se encuentran dentro de los rangos de las normas INEN 616 (2015), siendo el caso de los mejores tratamientos porque mientras menos humedad mayor estabilidad en el almacenamiento.

4.1.5.2 Acidez

La acidez es un parámetro importante que ayuda a la determinación de la presencia de algunos ácidos, minerales, sales de ácidos fuertes, bases débiles y a identificar la presencia de microorganismos (Valdiviezo, 2019) en la tabla 47 se puede observar los datos estadísticos de las harinas de plátano verde de variedad dominico y barraganete.

Tabla 47. Valores medios y desviación estándar del análisis de acidez en las harinas de plátano dominico y barraganete.

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Acidez
70 °C	Plátano dominico	0,1546 ± 0,0001 A
50 °C	Plátano barraganete	0,1518 ± 0,0002 B
60 °C	Plátano barraganete	0,1475 ± 0,0001 C
50 °C	Plátano dominico	0,1436 ± 0,0002 D
70 °C	Plátano barraganete	0,1241 ± 0,0004 E
60 °C	Plátano dominico	0,1125 ± 0,0002 F

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

Existió diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre todos los tratamientos y variedades, el valor más alto lo obtuvo el tratamiento de 70 °C plátano dominico y tratamiento de 50 °C plátano barraganete respectivamente $0,1546 \pm 0,0001 \%$ y $0,1518 \pm 0,0002 \%$, y los más bajos fueron T 70 °C plátano barraganete y T 60 °C plátano dominico con valores de $0,1241 \pm 0,0004 \%$; $0,1125 \pm 0,0002 \%$ respectivamente. Las harinas del estudio se mantuvieron por debajo del límite máximo de 0,2 % establecidos por la INEN 616 (2015), por lo que son adecuadas.

En la figura 23 se observa la interacción de la acidez entre dos factores.

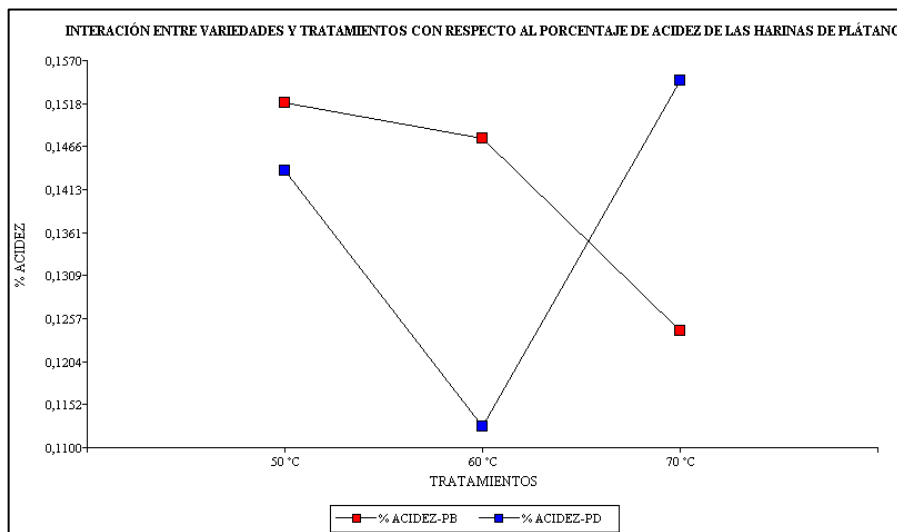


Figura 23. interacción entre variedades y tratamientos en referencia a la acidez de las harinas de plátano verde

En la figura 23 se observa que en la acidez de las harinas de plátano existió una interacción por cambio de dirección entre tratamientos y variedades a temperaturas entre 60 °C y 70 °C con un (p-valor: 0,0001), por lo que se puede decir que a 50 °C la acidez de las dos variedades fue elevada, a 60 °C disminuyó y finalmente a 70 °C la harina de variedad dominico elevó su acidez y barraganete disminuyó. Esto puede deberse a la temperatura de aplicación. No obstante, todas

las harinas se encontraron bajo los estándares requeridos por las normas INEN 616 (2015), por lo que fue óptima a 70 °C, ya que no influye con su calidad y el tiempo empleado fue menor

4.1.5.3 pH

En la tabla 48 se puede visualizar los valores estadísticos de las harinas de plátano verde variedad dominico y barraganete.

Tabla 48. Valores medios y desviación estándar del análisis de pH en las harinas de plátano dominico y barraganete.

Tratamiento (T °C)	Variedades	pH
50 °C	Plátano barraganete	6,3610 ± 0,0115 A
60 °C	Plátano barraganete	6,2930 ± 0,0187 B
70 °C	Plátano barraganete	6,1710 ± 0,0255 C
50 °C	Plátano dominico	6,0303 ± 0,0256 D
60 °C	Plátano dominico	6,0210 ± 0,0050 D
70 °C	Plátano dominico	5,9513 ± 0,0136 E

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 48 se puede visualizar que el parámetro de pH existió diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) entre T 50 °C, T 60 °C, T 70 °C (variedad barraganete) y T 70 °C (variedad dominico), pero no existió diferencias estadísticas entre T 50 °C y T 60 °C (variedad dominico), la media más alta de la variedad barraganete fue T 50 °C con $6,3610 \pm 0,0115$, y en el caso de la variedad dominico fue T 60 °C con $6,0210 \pm 0,0050$, no obstante todos los tratamientos alcanzaron valores apropiados de acuerdo a Pascual y Zapata (2010) mencionan (pH de 5,95-6,36) con baja acidez o no ácidos.

En la figura 24 se evidencia la interacción existente entre variedades y tratamientos con respecto al pH.

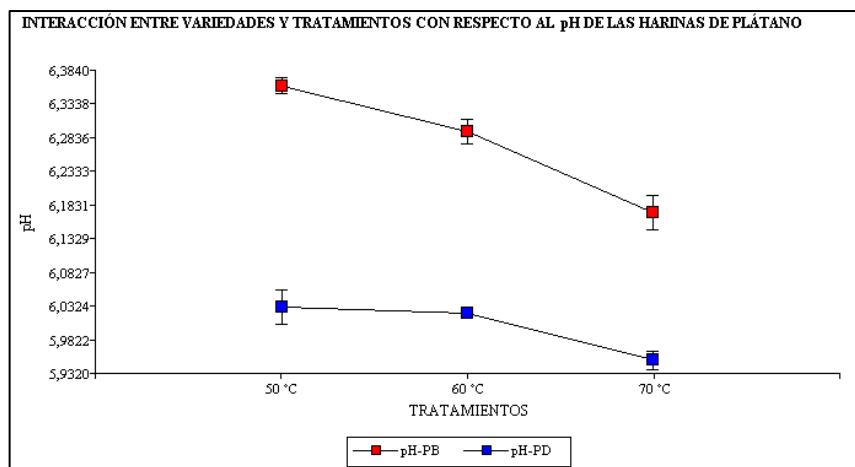


Figura 24. Interacción entre variedades y tratamientos con referencia al pH de las harinas de plátano

Se muestra en la figura 24 que las harinas de plátano tienen una interacción por cambio de magnitud entre variedades y temperaturas, ya que el p-valor fue de 0,0008. Se puede visualizar un descenso de pH al aumentar la temperatura en las dos variedades. Se obtiene como mejor tratamiento el de 70 °C debido a que se busca un pH bajo en harinas.

4.1.5.4 Proteína

En la siguiente tabla 49 se muestran los valores estadísticos de las harinas de plátano verde variedad domínico y barraganete.

Tabla 49. Valores medios y desviación estándar del análisis de proteína en las harinas de plátano domínico y barraganete.

Tratamientos (T °C)	Variedades	% Proteína
50 °C	Plátano domínico	3,8750 ± 0,0523 A
60 °C	Plátano domínico	3,7833 ± 0,1025 A
70 °C	Plátano domínico	3,6532 ± 0,1226 A
70 °C	Plátano barraganete	3,0448 ± 0,0072 B
50 °C	Plátano barraganete	2,7871 ± 0,0984 C
60 °C	Plátano barraganete	2,7784 ± 0,0862 C

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En el caso de los tratamientos de secado de harina de variedad de plátano domínico no difirieron significativamente, sin embargo, entre variedades si hubo diferencia significativa. Al comparar entre tratamientos de 50 °C plátano barraganete y 60 °C no hubo diferencia significativa, pero si con 70 °C, las medias más altas se obtuvieron a 70 °C en domínico 3,6532 ± 0,1226 % y barraganete 3,0448 ± 0,0072 %, en cuanto a domínico el nutriente no varió estadísticamente. Se presume que mientras más temperatura de aplicación mayor proteína debido que al usar menor tiempo se mantiene el nutriente (Soares et al., 2016). Por otro lado, la harina de plátano verde al ser libre de gluten no contiene un alto porcentaje de proteína como la harina de trigo que de acuerdo con (Kowalski, Mikulec, Mickowska, Skotnicka y Mazurek, 2022) alcanza valores de 13,13 %.

En la figura 25 se muestra la interacción con respecto a la proteína de las harinas de plátano

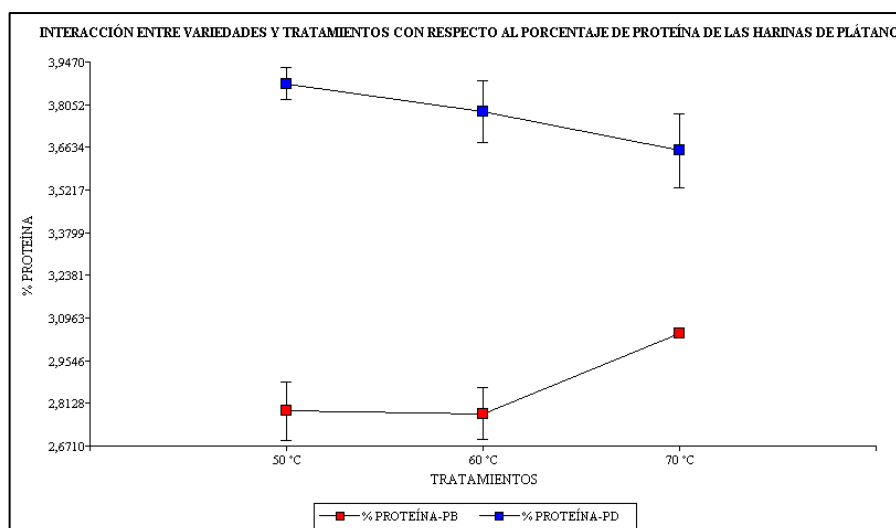


Figura 25. Interacción entre variedades y tratamientos con relación a la proteína de las harinas de plátano

En la figura 25 se muestra que existe una interacción por cambio de magnitud de la temperatura con la variedad con un (p-valor de 0,010), ya que en cuanto al tratamiento de temperatura se puede visualizar como la proteína en el caso de la variedad domínico se reduce sin embargo no tiene una diferencia significativa, en el caso de la variedad barraganete mientras más temperatura mayor proteína. Por tanto, se presume que en el caso del plátano domínico si afecta mínimamente la temperatura, pero en barraganete permite que a menor tiempo y mayor temperatura se mantenga el nutriente.

Al comparar el plátano fresco con la harina se tuvo valores de $1,1276 \pm 0,0261$ % para domínico y $1,0174 \pm 0,0193$ % para barraganete, y para el caso de la harina aumentó siendo $3,6532 \pm 0,1226$ % para domínico y $3,0448 \pm 0,0072$ % para barraganete, esto se debe a que en harinas los nutrientes se concentran por la cantidad secada.

4.1.5.5 Grasa

Los porcentajes de grasa son bajos en la harina de plátano verde y en la tabla 50 se muestran los valores estadísticos de las harinas de plátano verde variedad domínico y barraganete.

Tabla 50. Valores medios y desviación estándar del análisis de grasas en las harinas de plátano domínico y barraganete.

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Grasa
70 °C	Plátano domínico	$0,5567 \pm 0,3950$ A
70 °C	Plátano barraganete	$0,5013 \pm 0,0210$ A
50 °C	Plátano domínico	$0,3721 \pm 0,0393$ A
60 °C	Plátano domínico	$0,3271 \pm 0,3411$ A
50 °C	Plátano barraganete	$0,2466 \pm 0,0090$ A
60 °C	Plátano barraganete	$0,2013 \pm 0,0021$ A

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 50 se muestra que las medias estadísticamente no tienen diferencia significativa entre tratamientos y variedades, sus valores estuvieron entre $0,5567 \% \pm 0,3950$ y $0,2013 \% \pm 0,0021$, se presume que al aplicar las diferentes temperaturas a las dos variedades no influyeron sobre el parámetro grasa, ya que estas se mantuvieron. Al compararse con una harina nixtamalizada de 3,22 % se pudo comprobar que la harina de plátano verde tiene menor cantidad de grasa (Bressani, Turcios, Reyes y Mérida, 2001).

Como se observa en la figura 26 las concentraciones de proteína de cada tratamiento son similares.

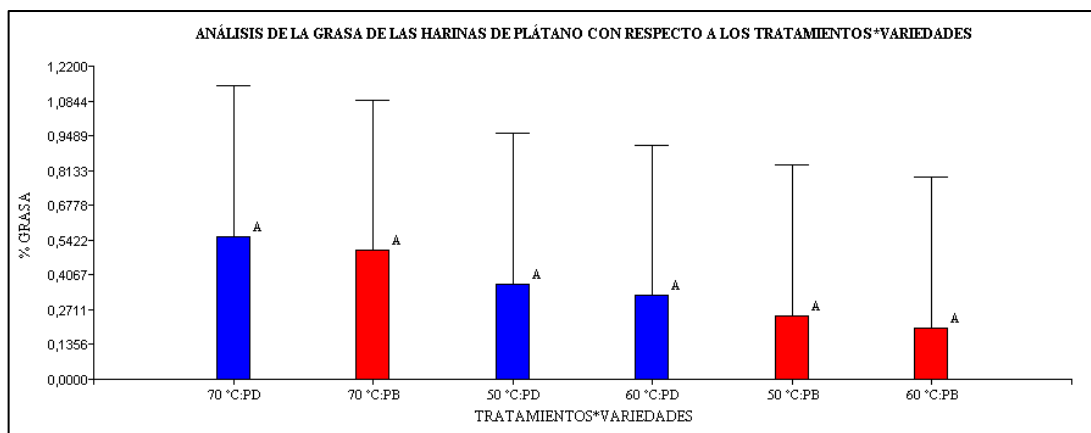


Figura 26. Análisis de la grasa de las harinas de plátano

En la figura 26 se muestra que las harinas de plátano no tienen diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas se analiza que el mejor tratamiento óptimo sería 70 °C, debido a que no influye en el parámetro de grasa y se optimiza el tiempo de secado.

4.1.5.6 Carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos en las harinas son evidentemente mayores porque predominan en este tipo de alimento, en la tabla 51 se puede observar los valores estadísticos obtenidos de la harina de plátano verde de dos variedades dominico y barraganete.

Tabla 51. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos en las harinas de plátano dominico y barraganete.

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Carbohidratos
50 °C	Plátano dominico	86,8240 \pm 0,0378 A
70 °C	Plátano dominico	85,0462 \pm 0,0057 B
70 °C	Plátano barraganete	84,7463 \pm 0,0362 C
60 °C	Plátano barraganete	84,6476 \pm 0,0363 D
60 °C	Plátano dominico	84,4855 \pm 0,0252 E
50 °C	Plátano barraganete	84,3154 \pm 0,0378 F

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 51 se observa que existe una diferencia estadística en todos los tratamientos entre temperaturas y variedades, donde a 50 °C con mayor tiempo de secado la harina de dominico obtuvo $86,8240 \pm 0,0378$ %, seguido de $85,0462 \pm 0,0057$ % a 70 °C dominico con menor tiempo de secado, por ende, obtuvo mayor porcentaje que la variedad barraganete que fue $84,7463 \pm 0,0362$ % a 70 °C. En todo caso todos los tratamientos contienen altos porcentajes de carbohidratos, por lo que este tipo de alimento generan energía al momento de su consumo. En la figura 27 se observa la interacción con respecto al porcentaje de carbohidratos de las harinas de plátano.

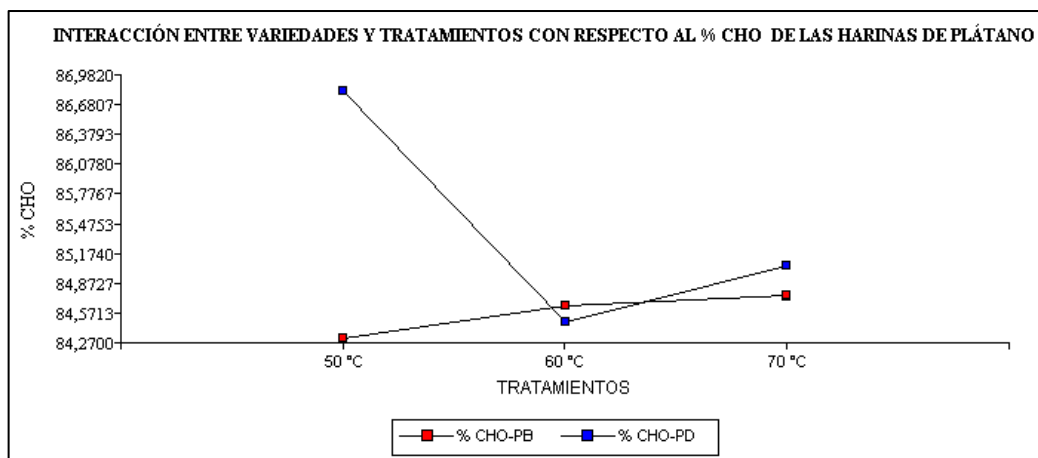


Figura 27. Interacción entre variedades y tratamientos con relación a los carbohidratos de las harinas de plátano

En la figura 27 se demuestra que las harinas plátano si tiene interacción de cambio de magnitud con un (p-valor de 0,0001). Se observa que a 50 °C la harina de variedad barraganete tiene menor cantidad de carbohidratos, mientras que en la de dominico contiene mayor porcentaje, pero entre 60 °C y 70 °C comienzan a ascender su valor de carbohidratos para dominico como barraganete donde es su interacción y finalmente a 70 °C se toma como la mejor temperatura porque las dos variedades alcanzan valores elevados.

4.1.5.7 Fibra cruda

La fibra cruda indica contenido de alfa y beta glucanos, celulosa, hemicelulosa, pectinas y lignocelulosas que se encuentran en el alimento (Surco y Alvarado, 2010). En la tabla 52 se visualiza los datos estadísticos obtenidos de fibra cruda presentes en la harina de plátano de dos variedades dominico y barraganete.

Tabla 52. Valores medios y desviación estándar del análisis de carbohidratos en las harinas de plátano dominico y barraganete.

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Fibra cruda
70 °C	Plátano dominico	2,7633 ± 0,0058 A
60 °C	Plátano dominico	2,0667 ± 0,0058 B
50 °C	Plátano dominico	1,7667 ± 0,0058 B
70 °C	Plátano barraganete	1,4960 ± 0,3669 BC
60 °C	Plátano barraganete	1,1174 ± 0,0575 C
50 °C	Plátano barraganete	1,0039 ± 0,4224 C

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 52 se muestra que estadísticamente existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre variedades y entre las harinas de 70 °C con las de 50 y 60 °C de la variedad dominico, en el caso de la harina variedad barraganete a 70 °C se observa que comparte similitud con todas las harinas más no con la de 70 °C variedad dominico la cual es la que posee mayor contenido de fibra cruda con $2,7633 \pm 0,0058 \%$.

Se muestra que entre variedades y temperaturas hay diferencias significativas, esto puede deberse a la composición química de cada variedad y también a la temperatura de secado ya que mientras más temperatura menos tiempo de secado y por eso se mantiene los nutrientes.

En la figura 28 se detalla la variación del porcentaje de fibra cruda de los diferentes tratamientos.

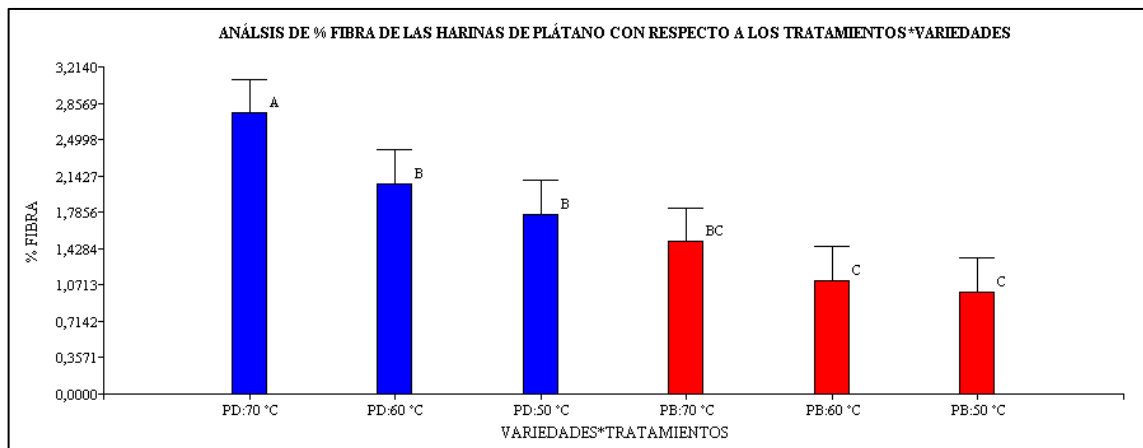


Figura 28. Análisis de fibra cruda de las harinas de plátano verde

En la figura 28 se demuestra que a mayor temperatura mayor porcentaje de fibra en las dos variedades, por lo cual la mejor temperatura de secado es la de 70 °C.

4.1.5.8 Cenizas

Las cenizas nos permiten conocer el porcentaje de minerales que se encuentran en todo tipo de alimento en la siguiente tabla 53 se visualiza los datos estadísticos obtenidos de cenizas presentes en la harina de plátano de dos variedades dominico y barraganete.

Tabla 53. Valores medios y desviación estándar del análisis de cenizas en las harinas de plátano dominico y barraganete.

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Cenizas
50 °C	Plátano dominico	2,4653 ± 0,0133 A
60 °C	Plátano dominico	2,4586 ± 0,0179 A
70 °C	Plátano dominico	2,3653 ± 0,0440 A
70 °C	Plátano barraganete	1,9895 ± 0,0150 B
60 °C	Plátano barraganete	1,9745 ± 0,0063 B
50 °C	Plátano barraganete	1,7895 ± 0,2868 B

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 53 se muestra que entre la misma variedad no existió diferencia estadísticamente significativa, pero si hubo diferencia estadística entre dominico y barraganete, por lo que se puede evidenciar que los valores son más altos en la harina es para la variedad dominico con datos entre 2,4653 ± 0,0133 % y 2,3653 ± 0,0440 % y barraganete de entre 1,9895 ± 0,0150 % y 1,7895 ± 0,2868 %, es decir que la harina de plátanos dominicos contienen mayor porcentaje de minerales esto puede deberse a su genética, el suelo donde se realiza la siembra. Los contrastes hallados en el contenido de cenizas pueden deberse a la materia prima por sus características agronómicas de la variedad o híbrido (Aguirre et al.,2007).

En la figura 29 se muestra la variación del porcentaje de ceniza en las harinas de plátano.

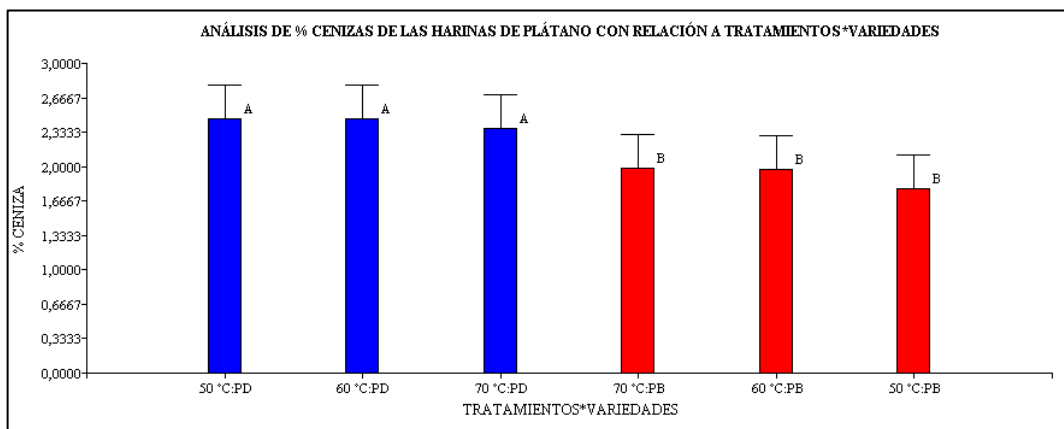


Figura 29. Análisis de porcentaje de cenizas de las harinas de plátano verde

En la figura 29 se puede observar que la mejor temperatura fue 70 °C, ya que las cenizas no varían significativamente en base a las temperaturas. Se analiza que la harina de variedad dominico contiene mayor porcentaje de minerales que de la variedad barraganete.

4.1.5.9 Rendimiento

En la siguiente tabla 54 se presenta los resultados de los análisis estadísticos del rendimiento de plátano verde de dos variedades domínico y barraganete.

Tabla 54. Valores medios y desviación estándar del análisis de rendimiento en las harinas de plátano domínico y barraganete.

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Rendimiento
60 °C	Plátano barraganete	28,2743 ± 0,0153 A
50 °C	Plátano barraganete	26,8672 ± 0,0152 B
50 °C	Plátano domínico	24,2821 ± 0,0253 C
60 °C	Plátano domínico	24,2303 ± 0,0243 C
70 °C	Plátano domínico	23,6324 ± 0,0270 D
70 °C	Plátano barraganete	23,1222 ± 0,0266 E

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 54 se puede visualizar que existe una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos y variedades, sin embargo, no es el caso de tratamiento de 50 °C y 60 °C (domínico). La media más alta de la variedad barraganete fue a 60 °C un valor de $28,2743 \pm 0,0153$ % y su humedad fue de $10,3689 \pm 0,0012$ %, y de domínico fue a 50 °C un porcentaje de $24,2821 \pm 0,0253$ % y la humedad de $8,9221 \pm 0,0634$ %, en relación con la humedad se pudo analizar que a más humedad más rendimiento porque da un valor de pesado elevado. Se puede considerar que existe una pequeña variación de rendimiento entre tratamientos, es decir que va disminuyendo el rendimiento a más temperatura, sin embargo, al existir una interacción entre las dos variedades a 70 °C la cantidad de producto no se diferencia en gran porción, y no existe un alto descenso de nutrientes y se puede obtener una buena proporción de harina.

En la figura 30 se analiza la interacción entre variedades y tratamientos del rendimiento de las harinas de plátano.

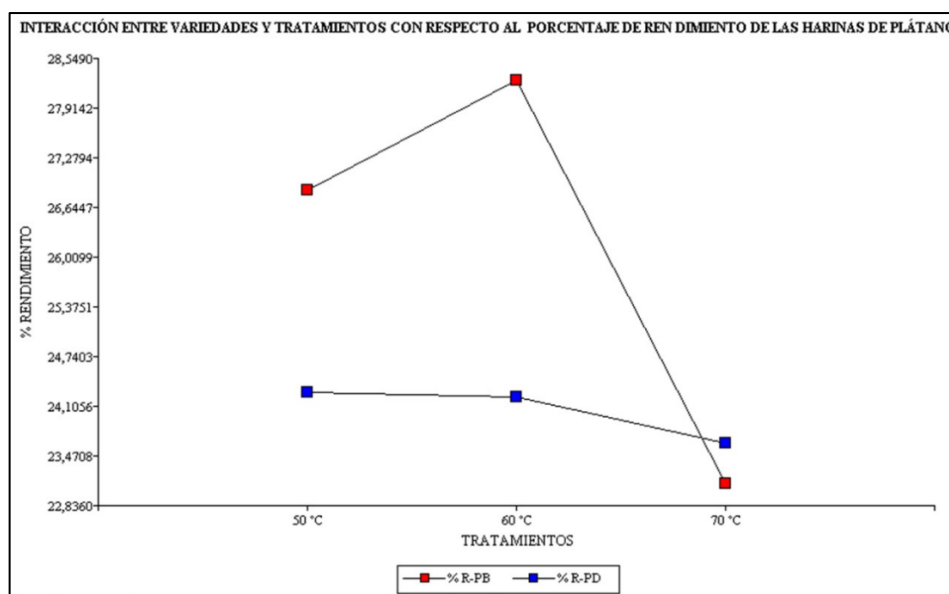


Figura 30. Interacción entre variedades y tratamientos con referencia al rendimiento de las harinas de plátano.

En la figura 30 se muestra que las harinas de plátano de variedad domínico y barraganete tuvieron una interacción por cambio de dirección con el (p-valor de 0,0001). La harina de la variedad barraganete resultó con mayor rendimiento, pero esto se debe a que tiene mayor porcentaje de humedad y al comparar las dos variedades domínico (H: 8,3 %) y barraganete (H:8,6 %) con la temperatura de secado de 70 °C resultó que la harina de domínico tiene mayor rendimiento que la de barraganete a pesar de que esta tiene mayor humedad por lo cual los mejores rendimientos se obtienen con variedad domínico y según la temperatura de secado con la temperatura de 70 °C porque existe una interacción entre las dos variedades, con mencionada temperatura ayuda a optimizar los tiempos de secado. No obstante, en general la variedad barraganete contienen mayor rendimiento en la suma de tratamientos.

4.1.5.10 Granulometría

La granulometría nos permite determinar el tamaño de partícula de acuerdo con normas establecidas, en la siguiente tabla 55 se puede visualizar los análisis estadísticos de granulometría en las harinas de plátano verde de variedad domínico y barraganete.

Tabla 55. Valores medios y desviación estándar de la granulometría en las harinas de plátano domínico y barraganete.

Tratamiento (T °C)	Variedades	% Granulometría 500 μm	% Granulometría 355 μm
50 °C	Plátano barraganete	99,6881 \pm 0,1837 A	99,4213 \pm 0,2379 A
60 °C	Plátano barraganete	99,5629 \pm 0,1516 A	98,7145 \pm 0,1346 A
70 °C	Plátano barraganete	99,5076 \pm 0,2032 A	97,5343 \pm 0,2057 B
70 °C	Plátano domínico	98,6694 \pm 0,1285 B	97,4609 \pm 0,4051 B
60 °C	Plátano domínico	98,5024 \pm 0,2915 B	96,6922 \pm 0,2110 C
50 °C	Plátano domínico	98,2328 \pm 0,2931 B	97,4609 \pm 0,4051 C

A, B, C, D, E = medias con letra igual no tienen diferencia significativa (nivel de significación 0,05)

En la tabla 55 El mayor porcentaje pasó por el tamiz de 355 μm , es decir que el producto es fino que cumple los estándares adecuados de NTE INEN 2786.

4.1.5 Análisis microbiológico

En la tabla 56 se muestra los resultados del análisis microbiológico de la harina de plátano verde variedad dominico y barraganete sometido a 70 °C y 60 °C respectivamente.

Tabla 56. Análisis microbiológico de la harina de plátano dominico y barraganete

Variedad	Mesófilos aerobios UFC/g	Mohos y levaduras UFC/g	E. coli y coliformes UFC/g
Dominico a 70 °C y H = 8,03 %	9×10^2	1×10^2	Ausencia
Barraganete a 60 °C y H = 10,36 %	$1,1 \times 10^3$	3×10^2	Ausencia

Los resultados del análisis microbiológico de la harina de plátano verde de dos variedades se encuentran en la tabla 56 se analizó que la harina de plátano dominico sometida a 70 °C obtuvo una humedad de 8,3 % y un recuento de mesófilos aerobios de 900 UFC/g y levaduras de 300 UFC/g, en relación con barraganete la muestra que se tomó fue la que se encontraba secada a 60 °C con una humedad de 10,36 %, lo cual se presenció mesófilos aerobios de 110 UFC/g, en cuanto a mohos y levaduras fue de 100 UFC/g, donde se puede decir que a mayor humedad influyó en el crecimiento microbiano de las harinas, no obstante no sobrepasaron los límites permitidos por el INEN 616 (2015), siendo así alimentos inocuos.

En la tabla 57 se puede evidenciar los datos obtenidos del análisis microbiológico de la harina de yuca de variedad blanca y amarilla.

Tabla 57. Análisis microbiológico de la harina de yuca blanca y amarilla.

Variedad	Mesófilos aerobios UFC/g	Mohos y levaduras UFC/g	E. coli y coliformes UFC/g
Amarilla a 50 °C y H= 10,7 %	$1,4 \times 10^3$	4×10^2	Ausencia
Blanca a 70 °C y H = 8,04 %	8×10^2	9×10^1	Ausencia

En la tabla 57 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de la harina de yuca variedad amarilla y blanca secada 50 °C y a 70 °C respectivamente. La normativa INEN 616 (2006) menciona un máximo de 100 000 UFC/g para mesófilos aerobios y en este caso se cuenta con 1400 UFC/g para harina de yuca amarilla y 800 UFC/g para harina de yuca blanca, por lo tanto, se encuentran en los límites establecidos. Un elevado recuento de estos microorganismos indica la presencia de contaminantes en la harina y entre ellos pueden ser patógenos, también que la harina puede tener y estar en condiciones favorables de multiplicación, otra consecuencia

es la contaminación con bacterias productoras de ácidos lo cual conlleva a una fermentación ácida y seguida de una fermentación alcohólica si existe presencia de levaduras. La humedad atrae a los hongos por lo que pueden afectar a las características sensoriales de los productos a base de la harina. La INEN 616 (2015) permite un límite de aceptación para mohos y levaduras de 1 000 UFC/g y un máximo de 10 000 UFC/g por lo tanto la harina obtenida si se encuentra entre los límites establecidos con 400 UFC/g y 90 UFC/g para harina de yuca amarilla y blanca respectivamente. Se evidencia mayor crecimiento de microorganismos en la harina que contiene la humedad más elevada en sí la de 10,7 %. La normativa menciona que para E.coli se acepta <10 UFC/g en esta investigación no hubo recuento de estos microorganismos.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1 Análisis fisicoquímicos de yucas variedad amarilla y blanca

- **Humedad**

La humedad de la materia prima es una característica importante al momento de determinar la estabilidad del producto y por ende su tiempo de vida útil, la yuca fresca contiene grandes cantidades de agua lo cual es una limitación muy grande al momento de la industrialización ya que se deterioran dentro de 2 a 3 días después de la cosecha Blagbrough, Bayoumi, Rowan y Beeching (2010). Carranza y Sánchez (2002) mencionan 66,2 % de humedad en la yuca, y Montagnac et al. (2009) 59,68 %. Los valores obtenidos de humedad fueron para la yuca blanca 64,61 y yuca amarilla 67,55 %.

- **pH, °Brix y acidez**

En cuanto a pH, °Brix y acidez de la yuca fresca Martínez y Brito (2019) indican valores de 7,15; 7,5 y 0,03 % respectivamente, se obtuvieron valores diferentes a los mencionados debido a que en la investigación se midió estos parámetros al cuarto día de almacenamiento de las yucas con un pH de 6,34 y 6,18 (amarilla y blanca), °Brix de 5 y 6,3 (amarilla y blanca) y acidez de 0,05 y 0,04 % (amarilla y blanca).

- **Proteína**

La yuca tiene bajo contenido de proteína cruda y aminoácidos. Existe escasez de metionina, cistina y triptófano es decir aminoácidos esenciales Ortiz y Ramírez (2007), pero hay mayor concentración de arginina, ácido glutámico y ácido aspártico. Aproximadamente el 50 % de la proteína cruda es proteína entera y el resto son aminoácidos libres (predominantemente ácidos glutámico y aspártico), nitrito, nitrato y compuestos cianogénicos. Montagnac, Davis y Tanumihardjo (2009). Se obtuvo porcentajes de proteína en la yuca blanca de 0,77 y en la

amarilla de 0,90, estos son similares a los reportados por Carranza y Sánchez (2002) con 1,1 % y Mühlbauer y Müller (2020) con 0,95 %.

- **Grasa**

En cuanto a la grasa la yuca blanca y amarilla presentaron valores de 0,34 y 0,31 % respectivamente. Estos coinciden con lo reportado por Montagnac, Davis y Tanumihardjo (2009) donde mencionan que los lípidos en los tubérculos varían de 0,1 a 0,3 %, se encuentran como no polares (45%) o poseen diferentes tipos de glicolípidos (52 %) también el palmitato y oleato son los ácidos grasos más predominantes. Se presenta una pequeña elevación en cuanto a los resultados obtenidos por Mühlbauer y Müller (2020) y Carranza y Sánchez (2002) con valor de 0,2 %.

- **Carbohidratos**

La yuca posee alto contenido de carbohidratos, que varía del 32 al 35 % en peso fresco y entre el 80 y el 90 % en base seca. El componente que predomina es el almidón con un porcentaje del 80 %, también hay sacarosa, glucosa, fructosa y maltosa, pero en bajas concentraciones. Montagnac et al. (2009). La yuca blanca presentó 32,46 % mientras que la amarilla 29,29 %, Mühlbauer y Müller (2020) reportan datos similares con 30,4 % al igual que Carranza y Sánchez (2002) con 31,6 %.

- **Fibra bruta**

El contenido de fibra cruda en las raíces de yuca varía según la variedad y la edad de la raíz, su contenido no supera el 1,5 % Montagnac et al. (2009). La yuca blanca tiene 1,08 % de fibra cruda mientras que la amarilla 0,93 %, estos valores resultaron muy bajos en comparación con los de Mühlbauer y Müller (2020) de 2,8 % y Rojas (2012) de 2,07 %.

- **Cenizas**

Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento, suponen menos del 5% de la materia seca. La yuca blanca y amarilla resultaron con 1,49 y 1,84 % de cenizas, tienen valores similares en comparación con Carranza y Sánchez (2002) que mencionan un porcentaje de 1,0 % y valores más altos con Montagnac et al. (2009) donde obtuvieron 0,62 %. Los principales minerales que se encuentran en pequeñas cantidades en la raíz son el calcio, hierro, potasio, magnesio, cobre, zinc y manganeso.

- **Almidón**

El almidón de la yuca se deriva en 83 % en forma de amilopectina y el 17 % restantes en amilosa Montagnac et al. (2009). Se considera la mayor fuente de energía y posee mayor concentración de amilosa en comparación con otras fuentes de almidón Aristizábal y Sánchez (2007). Los

resultados del análisis de almidón para la yuca blanca y amarilla fueron 86,49 y 88,84 % respectivamente. Rojas (2012) reporta niveles de 90,12 %.

4.2.2 Análisis fisicoquímico de plátanos variedad dominico y barraganete

- **Humedad**

Se determinaron las características físicas de la materia prima de dos variedades de plátano verde, el plátano verde barraganete (*Musa paradisiaca*) y dominico (*Musas Cavendish*) obtuvieron valores de 67,90 % y 67,78 % respectivamente. En relación con este parámetro INCAP (2012) describe el valor de 62,60 % para plátano verde y otra investigación por Farooq et al. (2020) encontraron un porcentaje de 72 % en variedad *Cavendish*, estos son valores cercanos a los registrado en la presente investigación, no obstante, la variación de humedad se debe al tiempo que pasa luego de la cosecha.

- **Acidez**

Referente a la acidez en la presente investigación se obtuvo para plátano verde dominico y barraganete resultados de 0,16 % y 0,14 % que se asemeja con lo obtenido por Ortega (2016) mostrando un valor de 0,12 % para la variedad *Musa acuminata* AAA.

- **pH**

Los resultados para el parámetro pH del plátano verde dominico y barraganete fueron los siguientes 5,87 y 5,81, estos valores son similares a la investigación realizada por Espinosa et al. (2018) donde alcanzaron valores de 6,70; 5,73; 6,06 para variedades Pisang Awak, FHIA-18 y Yangambi km 5 respectivamente. También Dussán, Gaona, y Hleap (2017) reportaron datos cercanos de 4,99 a 5,75.

- **°Brix**

Los °Brix de plátanos dominico y barraganete alcanzaron valores de 8,00 y 7,66, estos resultados son cercanos al valor reportado por Auriema et al. (2021) de la variedad *Musa spp.*, AAAB y Prata BRS Platina fueron 4 °Brix y 5,48 °Brix respectivamente. Farooq et al. (2020) encontraron un valor de 6,17 ° Brix en variedad *Cavendish*.

- **Proteína, grasa y carbohidratos**

La composición química del plátano verde resultó para las variedades dominico y barraganete de la siguiente forma para proteína 1,12 % y 1,01 %, la grasa fue de 0,40 % y 0,36 %, con respecto a carbohidratos 29,90 % y 29,90 %, tales valores son similares al estudio encontrado por Dinon, Devitte, Canan, Kalschne y Colla (2014) donde encontraron 1,33 % para proteína, 0,16 % de grasa y 24,7 % en carbohidratos en biomasa de banana verde. Se puede decir que entre variedades no existe una gran variación.

En otro estudio elaborado por Encarnación y Salinas (2017) obtuvieron valores del análisis proximal de pulpa verde de Curaré Enano para proteína 2,25 %, grasa 0,15 %, carbohidratos totales 38,50 %, fibra 0,14 %, al comparar con los datos mencionados se pudo visualizar que el contenido de proteína, ceniza, CHO varía en cierto grado, en cambio la grasa y fibra de la presente investigación son valores un poco elevados, asimismo se analizó que entre variedades se diferencian solo en decimales.

- **Fibra bruta**

Con respecto a los datos de fibra de la variedad domínico y barraganete fueron 0,83 % y 0,78 % respectivamente, tales resultados se asemejan al trabajo de Lii, Chang, y Young (1982) que obtuvieron 0,49 % de fibra cruda en banana (*Musa sp.*), aunque por su genética puede existir una variación.

- **Cenizas**

Con respecto a la ceniza de diversidad de domínico y barraganete sus valores fueron 0,76 % y 0,80 %. Estos resultados son cercanos con los datos proporcionados por Costa, Machado, Santos, y Lara (2017) para plátano verde brasileño con valores de 0,8 %. Se analiza que al ser las dos variedades cosechadas de la misma región sus minerales pueden llegarán a ser similares, en cierto grado.

- **Almidón**

Los resultados de almidón obtenidos de la variedad domínico y barraganete de plátano verde fueron 79,1517 % y 76,7020 % respectivamente, estos datos se aproximan a los valores reportados por Martínez, Cayón, y Ligarreto (2016) 85,3 % de almidón para la variedad *Cavendish*.

4.2.3 Temperaturas y tiempos de secado

- **Yuca variedad amarilla y blanca**

Al mantener constante la cantidad y espesor de las rodajas, pero aumentando las temperaturas de secado (50°C, 60°C y 70°C) crece con ella la rapidez de transferencia de calor y de masa, teniendo como resultado una disminución en el tiempo de secado. Para la yuca amarilla con (50 °C – 1 h 55 min), (60 °C - 1 h 20 min), (70° C - 56 min) y yuca blanca (50 °C – 1 h 40 min), (60 °C - 1 h 8 min), (70° C - 50 min).

Carranza y Sánchez (2002) experimentaron con temperaturas de secado de 40, 50 y 60 °C y con esta última obtuvieron menor tiempo de secado, sin embargo, la harina presentó pérdida de calidad en el color debido al oscurecimiento de la superficie por la exposición prolongada a la alta temperatura, también demostraron que las rodajas en su superficie forman una costra debido

a que se secan totalmente en esa zona, esta costra impide un producto secado correctamente ya que se retiene humedad en el interior más aún en el centro de las rodajas.

Esta pérdida de calidad que afectó al color de las rodajas secas y por ende a la harina se presentó con más intensidad en las harinas sometidas a temperatura de secado de 70 °C, con menos intensidad la de 60 °C y ningún cambio con la de 50 °C.

Caldas (2019) menciona que rodajas de yuca con espesor de 2 mm y velocidad de aire de 2,2 m/s presentan tiempos a 40 °C (4 h 6 min) a 50 °C (3 h 30 min), a 60 °C (2 h 36 min), estos tiempos difieren con los obtenidos ya que el espesor de las rodajas influye en el tiempo de secado.

En la investigación realizada por Torregroza, Montes, Ávila y Remolina (2014) al secado de tres variedades de yuca (Corpoica Tai, Gines y Verónica) en diferentes temperaturas de secado (45, 55 y 70 °C) velocidades de aire (1, 3 y 4 m/s), determinaron que las mejores condiciones con fin de obtener menores costo de producción fueron: temperatura de 70 °C y la velocidad del aire de 3 m/s y 4 m/s, porque los tiempos de estas dos velocidades no tuvieron diferencia significativa y en sí con estos parámetros se obtuvieron los menores tiempos de secado de la yuca para las tres variedades; 1 h 33 min, 1 h 31 min y 1 h 20 min para las variedades Corpoica Tai, Corpoica Gines y Corpoica Verónica respectivamente. En este caso la influencia en tener un mayor tiempo al que se obtuvo en la investigación es igual por el espesor de las rodajas.

- **Plátano verde variedad dominico y barraganete**

Las muestras de plátano verde dominico y barraganete a temperaturas de secado de (50 °C, 60 °C y 70 °C) al someter una cantidad de tan solo 400 g y con espesor de 1 mm de las rodajas fue rápida la transferencia de calor y masa, obteniéndose los tiempos de secado de la siguiente manera dominico 70 °C 50 min; 60 °C 1h 10 min y 50 °C 1 h 49 min, en cuanto a barraganete 70 °C 45 min; 60 °C 1h; 50 °C 1h 35 min

Torres (2012) afirma que aplicación de temperaturas altas disminuyen significativamente el tiempo requerido para secar el plátano verde, por lo que las curvas de secado se vieron influenciadas al aumentar la temperatura de 40 °C a 60 °C reduciendo el tiempo de secado de los tratamientos.

En la presente investigación se evidenció que el color de las rodajas del plátano verde ejecutadas a temperatura de secado de 70 °C la harina tuvo mayor intensidad, con menor intensidad la de 60 °C y sin cambio con la de 50 °C.

El tiempo de secado es muy variable, ya que depende del tipo de alimento, del tamaño y espesor de las muestras que este siendo sometidas al proceso, así como también depende de la temperatura. En el estudio de Ojeda (2018) emplearon temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C,

sin embargo, los tiempos que tardaron fueron altos 35 h, 35 h y 28 h respectivamente, esto debido al corte que tuvo 3 cm de alto, 5 cm de largo y 2 mm de espesor, por lo que en la presente investigación al ser un corte de 1 mm y la cantidad de 400 g dieron menores tiempos de secado para las tres temperaturas.

4.2.4 Análisis fisicoquímicos de las harinas de yuca amarilla y blanca

- **Humedad**

Las harinas de la variedad de yuca amarilla tienen una humedad de 10,79, 8,09 y 8,35 % y la de la variedad blanca 9,52, 8,01 y 8,04 % para temperaturas de 50, 60 y 70 °C respectivamente. Chimphepo, Alamu, Monjerezia Ntawurubunga y Sakaa (2021) en su estudio con 10 variedades avanzadas de yuca obtuvieron harinas con humedad en un rango de 7-10,20 %. Colina, Laguado y Faneite (2016) determinaron una harina de yuca secada al sol con humedad de 7,52 %, esta harina fue almacenada por 4 meses en bolsas de polietileno, en el segundo mes aumentó a 7,81 % sin embargo al tercer y cuarto disminuyó a 7,64 % y 7,62 % respectivamente. Este aumento ligero se debe a que el almidón es hidrofílico, a cambios en la temperatura de ambiente, humedad relativa y por ende en la manipulación de la harina. Otondi, Nduko y Omwamba (2020) mencionan humedad de 10,09 % similar a la de 50 °C mientras que en la investigación de Kayodea, Kayodea, Abiodúna, Nwosu, Karima y Oyeyinkaa (2021) obtuvieron humedad de 8,82 % siendo parecida a la de los otros tratamientos. En sí todos buscan una harina por debajo de 13 % de humedad ya que garantiza una mejor conservación.

- **Acidez**

La acidez de las harinas se expresa en porcentaje de ácido láctico. Se obtuvo la acidez en un rango de 0,086 a 0,12 %. Chimphepo et al. (2021) menciona que para los genotipos nuevos la harina obtenida a 60 °C tuvo una acidez de 0,36 a 0,53 g/100 g. Eriksson (2013) obtuvo harina de tres variedades de yuca a una temperatura de secado de 50 °C en donde la acidez varía de 0,36 a 0,41 %, mientras que Mosquera (2017) a 80 °C obtuvo harina de yuca con una acidez de 0,24 %. Estos valores difieren con los obtenidos en la investigación porque puede estar relacionado directamente con la variedad.

- **pH**

De la harina de yuca amarilla resultaron pH de 6,61, 6,65 y 6,21 mientras que de la blanca 6,49, 6,39 y 6,31 para temperaturas de secado de 50, 60 y 70 °C respectivamente. Colina et al. (2016) en su investigación la harina de yuca inició con un pH de 6,42 y a los 4 meses de almacenamiento resultó con pH de 6,12 donde aseguran que este descenso es beneficioso para la conservación de la harina ya que disminuye la probabilidad de crecimiento microbiano sin

alterar características sensoriales como el sabor. Chimphepo et al. (2021) puntualizan que una harina de calidad debe encontrarse en un rango de pH de 5 a 7 ya que valores menores a 4 indican un producto fermentado generalmente agrio y no apto ni deseable para su uso ya sea en productos de panadería, pastas, bebidas entre otros. Varios autores exponen pH similares a los obtenidos como mencionan Rosales, Gray, Fellman, Scott, Ünlü, Huber y Powers (2016) para harinas de yuca de 6,31 a 6,72, también Mata y Vásquez (2014) por el método de la papilla pH de 6,36 y método del rayado 6,21. Techeira, Sívoli, Perdomo, Ramírez y Sosa (2014) indican pH para la harina de yuca amarilla de 6,10 y de yuca blanca 6,34.

- **Proteína**

La harina tanto de yuca posee niveles bajos de proteínas en su composición, se obtuvo para la de yuca amarilla 1,56; 1,54 y 1,48 % mientras que la de yuca blanca 0,92; 0,99; 0,94 % para temperaturas de secado de 50, 60 y 70 respectivamente. Techeira et al. (2014) indican en su investigación que la harina de yuca amarilla presentó 2,50 % y la de yuca blanca 1,86 %, valores más elevados a las variedades del cantón Arajuno, pero en la misma sintonía, es decir la variedad amarilla tiene más proteínas que la variedad blanca. Carranza y Sánchez (2002) también lograron obtener un aumento de proteínas en la harina de yuca, iniciaron con proteína de la materia prima de 1,1 % y finalizaron con el producto procesado de 2,10 %. Aponte y Collachagua (2019) obtuvieron harina de yuca a 70 °C para uso en galletas, en este caso la harina contiene 1,37 % de proteínas. A 50 °C Kayode et al. (2021) consiguieron una harina de yuca con porcentaje de proteína de 2,32 y Chimphepo et al. (2021) a 60 °C obtuvieron harinas de diferentes variedades de yuca en las cuales el promedio del contenido de proteína fue de 1,05 %. Los aminoácidos más limitantes son la Metionina y cistina mientras que predomina el contenido de Lísina y Treonina en harinas de yuca (Cordón 2001)

- **Grasa**

Se determinó que no hubo diferencia significativa en el porcentaje de grasa de la harina de yuca blanca con valores de 0,32 % (50 °C); 0,28 % (60 °C); y 0,51 % (70 °C). En cambio, la harina de yuca amarilla resultó diferencia significativa entre los tratamientos de 60 y 70 °C; 0,58 % (50 °C); 0,43 % (60 °C); y 0,69 % (70 °C). Techeira et al. (2014) afirman porcentajes similares de grasa en harina de yuca amarilla de 0,41 % y en harina de yuca blanca 0,34 % manteniendo la misma conclusión de que la harina de yuca amarilla posee más contenido de grasa que la de la variedad blanca. Aponte y Collachagua (2019) mencionan porcentaje de grasa de 0,5 % en harinas de yuca mientras que Mühlbauer y Müller (2020) porcentajes de 0,54 %. Kayode et al. (2021) reportaron valores mayores a los obtenidos de 1,49 % al igual que Mosquera (2017) con 1,55 %.

- **Carbohidratos**

Los carbohidratos son los elementos más abundantes en la harina de yuca, donde el componente con más concentración es el almidón. La harina de la variedad amarilla posee 72,37 % de almidón, azúcares totales de 9,57 % mientras que la harina de la variedad blanca tiene 77,49 % de almidón y 8,03 % de azúcares totales (Techeira et al., 2014). En esta investigación se obtuvo diferencia significativa en las harinas de las dos variedades en cuanto a carbohidratos, para la harina de yuca amarilla estos porcentajes son 84,45 % (50 °C), 87,27 % (60 °C) y 86,77 % (70 °C), para la harina de yuca blanca los resultados son 87,08 % (50 °C), 88,68 % (60 °C) y 88,35 % (70 °C). Dudu et al. (2019) especifica 83,55 % de carbohidratos totales, de estos el 82,94 % se encuentra como almidón, Kayode et al. (2021) demuestran valores similares con 85,22 % al igual que Otondi et al. (2020) con 83,56 %, en cambio valores más bajos se evidencian en la investigación de Mühlbauer y Müller (2020) con 74,8 % de carbohidratos en harina de yuca.

- **Fibra cruda**

Los resultados oscilan desde 1,64 % (50 °C), 2,16 % (60 °C) y 3,14 % (70°C) para harina de yuca amarilla mientras que para la de variedad blanca se presenta 2,04 % (50 °C), 3,14 % (60 °C) y 4,05 % (70°C). Al comparar estos valores con Aponte y Collachagua (2019) se evidencia valores similares ya que obtuvieron para harina de yuca un porcentaje de fibra cruda de 4,8 %. Una harina obtenida a 50 °C indica valor de fibra cruda de 0,64 % (Kayode et al., 2021) a 60 °C 1,8 % (Chunga, 2020). Dudu et al. (2019) también indican valores similares con porcentaje de fibra de 1,73 % para la harina de yuca y 0,43 % para el almidón.

- **Cenizas**

El porcentaje de ceniza en la harina de yuca manifiesta el contenido de minerales presentes y la composición no volátil de la yuca, en este caso en los resultados la harina de yuca amarilla presentó 2,39; 2,51 y 2,58 %, la harina de yuca blanca 2,17; 2,10 y 2,07 % para tratamientos de 50, 60 y 70 °C respectivamente. Colina et al. (2016) indican que la harina de yuca tuvo 2,08 % de ceniza, Otondi et al. (2020) 2,59 % mientras que Carranza y Sánchez (2002) 2,15 % valores similares a los obtenidos. Entre la investigación de Chimphepo et al. (2021) que trata de harinas derivadas de variedades nuevas de yuca el porcentaje de ceniza osciló entre 0,11 a 1,83 % valores mucho más bajos a los obtenidos. Para comparación de variedades Techeira et al. (2014) menciona porcentaje de cenizas de la variedad amarilla de 2,43 % mientras que de la blanca 2,03 % coincidiendo con la tendencia de resultados obtenidos donde la harina de yuca amarilla posee más porcentaje de ceniza.

- **Rendimiento**

Existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento para las harinas de las dos variedades. La harina de yuca amarilla los rendimientos según el tratamiento 50, 60 y 70 °C son de 25,17 % (H: 10,79 %), 25,41 % (H: 8,09 %) y 25,05 % (H: 8,35 %) respectivamente. Con respecto a la harina de yuca blanca los rendimientos de 50, 60 y 70 °C son de 32,35 % (H: 9,52 %), 31,45 % (H: 8,01 %) y 29,70 % (H: 8,04 %) respectivamente. En la investigación de Mosquera (2017) afirma rendimiento de harina de yuca obtenida a 80 °C de 25,15 % similar a la de harina de yuca amarilla. Alvarado (2009) asevera que con 1 kg de yuca fresca obtuvo 325 g de harina aproximadamente 33 % de rendimiento. Paillacho (2017) asegura que con 1000 kg se obtiene 280 kg de harina de yuca por lo tanto es el 28 % de rendimiento. Del Carmen (2007) menciona que se puede obtener rendimientos de 25 a 30 % de harinas a partir de yuca fresca. Todos estos valores bibliográficos tienen similitud con los obtenidos.

- **Granulometría**

En esta investigación todas las harinas de yuca de las dos variedades y de los tres tratamientos se consideran harinas finas ya que más del 95 % del polvo pasó por un tamiz de 0,50 mm es decir un tamiz más pequeño que el de la norma. Colina et al. (2016) obtuvo que el 98,24 % de la harina de yuca pase por un tamiz con abertura 0,594 mm por lo tanto le clasifica como harina fina. Mientras tanto, Alvarado y Cornejo (2009) se basaron en la norma para la harina de trigo, donde menciona que el 95 % deben pasar por una malla con apertura de 0,210 mm (N° 70) por lo tanto, el 98,1 % de la harina de yuca pasó por el tamiz mencionado.

4.2.5 Análisis fisicoquímicos de las harinas de plátano barraganete y dominico

- **Humedad**

El contenido de humedad de la harina de plátano verde secado a 50 °C, 60 °C y 70 °C con dos variedades para dominico 8,72 %; 8,92 % y 8,37 %, en cuanto a barraganete 10,83 %; 10,36 % y 8,68 %. Kumar, Saravanan, Sheeba, y Uma (2019) reportó que a una temperatura de 55 °C de dos variedades Grand Naine, Nendran 8,59 %; 8,03 % respectivamente, estos datos son similares a la presente investigación. Por otro lado, dos trabajos donde se aplicaron una temperatura de 60 °C dieron para el plátano verde de india un contenido de 11,31 % (Padhi y Dwivedi, 2022). Así mismo el plátano variedad Musa acuminata AAA alcanzó 11,32 % (Salazar, et al., 2022). Para el secado a 70 °C se alcanzó humedades de la variedad dominico y barraganete fueron 8,68 % y 8,37 % respectivamente, estos datos son cercanos al estudio realizado por Bakare, Ogunbowale, Adegunwa, y Olusanya (2017) a 70 °C donde obtuvieron una humedad de 11,32 %, por otra parte, un estudio que aplicó 90 °C reportado por Encarnación

y Salinas (2017) determinó 10,40 % en humedad, otra variedad *Musa acuminata* L fue sometida a 80 °C y su humedad fue de 9,51 %.

- **Acidez**

Con referencia a la acidez de la harina de plátano verde variedad domínico y barraganete y sometidos a temperaturas de 50 °C, 60 °C y 70 °C se obtuvieron los siguientes resultados 0,14 %; 0,11 %; 0,15 % y 0,15 %; 0,14 %; 0,12 % respectivamente de su variedad y temperatura, estos datos son cercanos a los valores obtenidos por Rayo et al. (2015) y Padhi y Dwivedi (2022) 0,11 %; 0,20 % respectivamente.

- **pH**

Con relación al pH de las harinas de domínico sometidas a tres temperaturas de 50 °C, 60 °C, 70 °C sus datos fueron de 6,03; 6,02 y 5,95 respectivamente, en el caso de la harina de variedad barraganete se obtuvo valores de 6,36; 6,29; 6,17, datos cercanos al reportado por Padhi y Dwivedi (2022) que fue de 6,12, asimismo Rayo et al. (2015) en la variedad *Musa cavendishii* var. Nanição reportó 5,95 por lo cual se puede evidenciar que no existe una gran variabilidad con los diferentes autores y entre temperaturas ya que se mantienen en un rango similar.

- **Proteína**

Con referencia a la proteína se obtuvieron los siguientes datos a 50 °C, 60 °C, 70 °C para domínico 3,87 %; 3,78 %; 3,65 % y barraganete 2,78 %; 2,77 %; 3,04 % comparando los resultados con la del Domínico Hortón 2,57 % en proteína siendo similar a la variedad barraganete a 50 °C, en el caso de la *variedad Paradisiaca* 3,32 % que fue cercano al valor de domínico Montoya, Quintero, y Lucas (2014). En lo que respecta a la temperatura de 60 °C reportado por Salazar et al. (2022) el valor para variedad *Musa acuminata* AAA es de 3,53 % semejante a la variedad domínico, en el caso de Padhi y Dwivedi (2022) obtuvieron 3,19 % en cierto grado más cercano a la variedad barraganete.

Para la temperatura de 70 °C se comparó con el estudio realizado por Macías (2020) con variedad Mocache que fue de 1,14 %, en el presente estudio la proteína alcanzó un valor más elevado en las dos variedades. En otro estudio a 90 °C elaborado por Encarnación y Salinas (2017) alcanzaron como dato 2,35 % siendo un valor menor a comparación del presente estudio debido al aumento de temperatura si influye a 90 °C de manera descendiente.

- **Grasa**

El contenido de grasa en la harina de plátano verde domínico y barraganete a 50 °C, 60 °C, 70 °C fueron 0,37 %; 0,32 %; 0,55 % y 0,24 %; 0,20 %; 0,50 % respectivamente; comparando los resultados a temperatura de 50 °C la variedad *Domínico Hortón* obtuvo 0,20 % valor que es

similar con la variedad barraganete (Montoya et al., 2014), por otro lado, Kumar et al. (2019) reportó 0,42 % en la variedad Grand Naine dato cercano a dominico. Para temperatura de 60 °C al comparar el resultado con Padhi y Dwivedi (2022) que fue de 0,5 % se puede visualizar que es un valor varían en cierto grado con las dos variedades de la presente investigación, esto puede deberse a la variedad o. En cuanto a la temperatura de 70 °C para las dos variedades se comparó con Curaré Enano que se realizó el secado a 90 °C y fue de 0,27 %.

- **Carbohidratos**

El contenido de carbohidratos sometida a 50 °C, 60 °C y 70 °C fueron de 84,31 %; 84,64 %; 84,74 % en la harina de plátano barraganete; y de dominico fue de 86,82 %; 84,48 %; 85,04, encontrándose valores cercanos a los datos reportados por los autores donde a 50 °C Campuzano, Rosell, y Cornejo (2018) en variedad *Cavendish of Musa acuminata* (AAA) reportaron 82,34 %, valor cercano para barraganete y para dominico existió una variación. En cuanto a una temperatura de 60 °C se cuantificó un valor de 79,6 %, el cual varió tanto para barraganete como para dominico. Para 70 °C Flores (2018) alcanzó 79,26 %, lo cual este dato es aproximado hacia barraganete y dominico.

- **Fibra cruda**

En la harina de plátano verde a temperaturas de 50 °C, 60 °C, 70 °C para dominico y barraganete se cuantificó 1,76 %; 2,06 %; 2,76 % y 1,00 %; 1,11 %; 1,49 % respectivamente de fibra bruta. Montoya, Quintero, y Lucas (2014) indican 1,65 % de la variedad Paradisiaca a un secado de 40 °C donde al comparar con barraganete y dominico tiene una pequeña variación. Para 60 °C la variedad la Mana y Empalme verdes obtuvieron 1,64 % y 2,08 % respectivamente datos análogos a barraganete y dominico. En cuanto a 70 °C Flores (2018) reportó 0,79 % valores que se diferencian de los obtenidos en la presente investigación.

- **Cenizas**

Los resultados de las cenizas donde se midió para 50 °C, 60 °C, 70 °C para barraganete 1,78 %; 1,97 %; 1,98 % y dominico 2,46 %; 2,45 %; 2,36 % respectivamente. Con relación a 50 °C Campuzano, Rosell, y Cornejo (2018) reportaron 2,10 % porcentaje cercano a las dos variedades del presente estudio. Para 60 °C Tuárez, Erazo, Torres, y Moreno (2021) alcanzaron 2,49 % para la variedad empalme verde, cual es cercana a las dos variedades. En cuanto a temperatura de 70 °C en el estudio realizado por Flores (2018) a un secado de 65 °C se encontró 1,41 %, porcentaje que varía en comparación de las dos variedades.

- **Rendimiento**

En la elaboración de la harina de plátano verde variedad dominico y barraganete para temperaturas de 50 °C, 60 °C y 70 °C se obtuvo valores de rendimiento de 24,28 %; 24,23 %; 23,63 % y 26,86 %; 28,27 %; 23,12 % respectivamente indican un promedio cercano al reportado por Mosquera (2017) que fue de 25,15 %. En otro estudio se pudo constatar que los valores de la presente investigación son cercanos a la variedad (Yangambi km 5) con un rendimiento de 26,96 % (Espinosa, et al, 2018). También los rendimientos obtenidos en el estudio fueron cercanos a los reportados por Ortega (2016) quien obtuvo para variedad (*Musa acuminata* AAA) 21,16 % para la OCS y 29,85 % para OOS.

- **Granulometría**

La granulometría al ser determinado por los índices de finura y uniformidad está relacionada primordialmente con la molienda; esta operación unitaria influye en las características intrínsecas de la harina de plátano verde, por consiguiente, en la calidad del producto final (Salazar et al., 2021). El producto cumplió con standard de granulometría fina de la NTE INEN 2786 (2013), donde la harina debe pasar el 90 % por un tamiz de 0,60 mm (600 µm), por lo que la harina de variedad dominico y barraganete sometidas a 50 °C, 60 °C y 70 °C con tamices de 500 y 355 micras para dominico 97,46 % y 98,23 %; 96,69 % y 98,50 %; 97,46 % y 99,56%, con respecto a barraganete 99,42 % y 99,68 %; 98,71 % y 99,50 %; 99,50 % y 98,66 %. Estos datos se correlacionan con el estudio realizado por Machado (2006) donde el porcentaje de materia pasó por el tamiz de 60 mesh 94,5 % de las partículas de la harina de variedad cuerno, valor que varía en 2 % del presente estudio, esto debido a la norma aplicada.

4.2.6 Análisis microbiológico

- **Harinas de Yuca amarilla y blanca**

Se reportaron para mesófilos aerobios 1400 UFC/g y 800 UFC/g para harina de yuca amarilla y blanca respectivamente. Mosquera (2017) menciona en su investigación que para harina de yuca con humedad de 6,5 % se formaron 270 UFC/g, siendo este valor mucho más bajo en comparación con los obtenidos debido a la diferencia de humedad, entre menos humedad tenga la harina mayor será su estabilidad microbiana. Con respecto a mohos y levaduras se contó 400 UFC/g y 90 UFC/g para harina de yuca amarilla y blanca respectivamente, en la misma investigación de Mosquera (2017) no se evidencia crecimiento de mohos y levaduras, esto debe ser por el sellado hermético que tuvo la harina, en cambio en este estudio la harina fue manipulada y no almacenada en envases herméticos.

- **Harina de plátano dominico y barraganete**

Para el análisis microbiológico se tomó en cuenta muestra de harina de las dos variedades dominico y barraganete sometidas a temperaturas de 70 °C y 60 °C se obtuvieron los siguientes datos para mesófilos aerobios 900 UFC/g y 110 UFC/g; mohos y levaduras 300 UFC/g y 100 UFC/g respectivamente. Los datos fueron cercanos a Ojure y Quadri (2012) donde ellos evaluaron la harina de plátano variedad *Musa Paradisiaca normalis* señalando un valor 200 UFC/g de bacterias mesófilas totales, 110 UFC/g de hongos y levaduras, y no detectaron coliformes totales. La variedad FHIA-18 obtuvo $3,8 \times 10^5$ UFC/g bacterias mesófilas aerobias; $0,90 \times 10^2$ UFC/g hongos y levaduras. (Espinosa, et al, 2018). Si bien en Ecuador no existe una norma para harina de plátano verde la Norma NTE INEN 616 (2015) especifica los límites microbiológicos para Harina de trigos Requisitos de rangos máximos de mohos y levaduras 1×10^4 y *E. coli* 0. Asimismo, se pudo analizar que la variedad dominica al tener una humedad inferior a barraganete se evidenció menor crecimiento microbiano, por ello, mientras más humedad mayor crecimiento microbiano y menos tiempo de vida útil. No obstante, las harinas mostraron valores menores a los establecidos para mohos y levaduras NTE INEN 616 (2015) y un valor menor de coliformes determinados por Ojure y Quadri (2012).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La materia prima fue proveniente del cantón Arajuno, Pastaza, se experimentó con yuca amarilla, blanca, plátano barraganete y domínico, donde, los carbohidratos son los componentes con mayor concentración (YA: 29,29 %; YB: 32,46 %; PD: 29,90 % y PB: 29,90 %) y por ende el almidón (YA: 88,84 %; YB: 86,49 %; PD: 79,15 % y PB: 76,70 %), también se determinaron niveles bajos de proteína (YA: 0,90 %; YB: 0,77 %; PD: 1,12 % y PB: 1,01 %), grasa (YA: 0,31 %; YB: 0,34 %; PD: 0,40 % y PB: 0,36 %), fibra cruda (YA: 0,93 %; YB: 1,08 %; PD: 0,83 % y PB: 0,78 %) y cenizas (YA: 1,84 %; YB: 1,49 %; PD: 0,76 % y PB: 0,80 %). En cuanto a la humedad parámetro importante en la estabilidad del alimento la yuca amarilla posee 67,55 % mientras que la blanca 64,61 %, el plátano domínico 65,29 % y barraganete 62,04 % un ligero aumento en la variedad amarilla que le lleva a ser más perecedera, comprobándose esto al momento del almacenamiento a temperatura ambiente. También se determinó pH de 6,34 y 6,18 (amarilla y blanca), 5,87; 5,81 (domínico y barraganete), °Brix de 5 y 6,3 (amarilla y blanca), 8,00 y 7,66 (domínico y barraganete) y acidez de 0,05 y 0,04 % (amarilla y blanca), 0,16 % y 0,14 % (domínico y barraganete).
- Con respecto a la temperatura de secado se tomó en cuenta la humedad inicial de la materia prima y se determinó que a mayor temperatura aumenta la rapidez de transferencia de calor y por ende se reduce el tiempo de secado. Para obtener una humedad final de 8-10 % se emplearon tiempos de: yuca amarilla con (50 °C – 1 h 54 min), (60 °C - 1 h 20 min), (70° C - 56 min) y yuca blanca (50 °C – 1 h 40 min), (60 °C - 1 h 8 min), (70° C - 50 min), para domínico y barraganete 50 °C (1 h 49 min y 1 h 34 min), 60 °C (70 min y 59 min) y 70 °C (50 y 45 min). Se evidencia un ahorro significativo de tiempo comparando las temperaturas de 50 °C con las de 60 y 70 °C, también, se concluyó que con la temperatura de 70 °C las harinas de yuca y plátano mostraron pérdida de calidad en el color debido al oscurecimiento de la superficie por la exposición prolongada a la alta temperatura, con la de 60 °C presentó un leve oscurecimiento y con la de 50 °C ningún cambio.
- Se determinó mediante el análisis estadístico con un nivel de confianza del 95 % que se rechaza la Ho por lo tanto las temperaturas de secado y variedades si influyen en las propiedades fisicoquímicas de las harinas de yuca y plátano, esta influencia es positiva ya que se evidencia un aumento de las características fisicoquímicas conforme aumenta

la temperatura de secado. Se obtuvo mejores propiedades según lo siguiente; para harina de yuca amarilla en acidez, proteína, rendimiento y carbohidratos a 60 °C; pH, cenizas y grasa a 70 °C; fibra bruta a 50°C y para harina de yuca blanca acidez, grasa, y pH a 70 °C; proteína, cenizas y carbohidratos a 60 °C; fibra bruta y rendimiento a 50°C. La mayor parte de las mejores propiedades obtenidas a 60 °C no tienen diferencia estadísticamente significativa con la de 70 °C. En la granulometría se obtienen las harinas más finas a menores humedades de secado y según esta razón a 70 °C se obtiene dicho enunciado. Por lo tanto, la temperatura de secado óptima para la mayoría de parámetros es la de 70 °C siendo esta la que también ayuda ahorrar tiempo en el proceso, en cuanto a las variedades las dos tienen sus pros y contras por lo que no es posible definir cuál es mejor sin embargo en cuestión de rendimientos y ahorro de tiempos de secado la variedad blanca es la más adecuada. A 70 °C se tienen los siguientes valores (YA: proteínas 1,48 %; grasa 0,58 %; fibra bruta 3,15 %; CHO 86,77 %; cenizas 2,59 %; humedad 8,35 %; acidez 0,12 %; pH 6,21 y rendimiento 25,05 %) (YB: proteínas 0,51 %; grasa 0,28 %; fibra bruta 4,05 %; CHO 88,35 %; cenizas 2,07 %; humedad 8,04 %; acidez 0,07 %; pH 6,31 y rendimiento 29,70 %). En sí la harina obtenida se considera harina fina según la normativa NTE INEN 2786 (2013)

- Para la harina de plátano la temperatura que se escogió fue de 70 °C debido a que el producto presenta mayores propiedades físicoquímicas, y relación a la variedad dominico y barraganete existe ventajas y desventajas, ya que dominico tiene valores elevados en comparación a la variedad barraganete, en cuanto a proteína 3,65 % y 3,04 %;grasa 0,55 % y 0,50 %; fibra 2,76 % y 1,49 %; CHO 85,04% y 84,74 %; cenizas 2,36 % y 1,98 %; humedad 8,37 % y 8,68 %; acidez 0,15 % y 0,12 %; pH 5,9 y 6,17 respectivamente, pero barraganete tuvo mayor rendimiento y menor tiempo de secado, la elección de la variedad de plátano dependerá de la industria alimentaria dependiendo de sus requerimientos. La harina obtenida se considera harina fina según la normativa NTE INEN 2786 (2013).
- En el análisis microbiológico se demostró que el crecimiento de mohos y levaduras y mesófilos aerobios microorganismos capaces de deteriorar la vida útil de las harinas dependen mucho de la humedad del producto. La harina antes de la siembra fue almacenada 2 semanas a temperatura ambiente en envases de polipropileno. Por lo cual mohos y levaduras tuvieron mayor crecimiento en las harinas con humedades de 10 % (YA 400 UFC/g y PB 300 UFC/g): en comparación con las harinas que tuvieron 8 % (YB 90 UFC/g y PD 100 UFC/g) al igual que mesófilos aerobios con humedad de 10 %

(YA 1400 UFC/g y PB 1100 UFC/g) y 8 % (YB 80 UFC/g y PD 900 UFC/g). No hubo recuento de coliformes totales ni de E.coli y todas las harinas se encuentran en el nivel microbiológico enunciado por la NTE INEN 616 (2015).

5.2. RECOMENDACIONES

- Debido a que las yucas son altamente perecederas se recomienda aplicar a las raíces frescas un método de conservación como la congelación y estudiar sus propiedades fisicoquímicas al igual que las de la harina, tiempos de secado, rendimientos, entre otros.
- Dado que se obtuvo una harina baja en proteínas se plantea investigar una mezcla con otra harina con niveles altos de proteínas, utilización de hojas de yuca para aumentar el nivel de proteína en la harina, o algún tipo de fortificación que ayude a que la harina de yuca no sea rica solo en carbohidratos si no también en otros macro y micronutrientes.
- Realizar un estudio de cómo influye las temperaturas de secado en la eliminación del ácido cianhídrico.
- Es importante una baja humedad de la harina para retrasar el crecimiento microbiano, se recomienda una humedad de 8 %.
- Al ser los plátanos verdes frutos climatéricos se recomienda no exponerlos a la luz o congelación para una mejor conservación del producto.
- Al momento del secado tomar un control de temperaturas en ambientes fríos debido a que los equipos muchas veces ascienden o descienden la temperatura.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, A., Gonzáles, R y Álvarez, A. (2007). Modificación química del almidón presente en la harina de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.) y su efecto en el contenido de fibra dietética. Centro de desarrollo de productos bióticos del IPN Apartado postal 24 C.P., 62731, Yautepec, Morelos, México. 63 -70 p.
- Alcívar, U., Dueñas, A., Sacon, E., Bravo, L., y Villanueva, G. (2016). Influencia de los tipos de secado para la obtención de harina de Lombriz Roja californiana (*eisenia foetida*) a harina de Lombriz Roja californiana (*eisenia foetida*) a. *Scielo*. 36(2). Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v36n2/rtq07216.pdf>
- Alkarkhi, A., Ramli, S., Yong, Y., y Easa, A. (2011). Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chemistry* 129 (2). Recuperado de: 10.1016/j.foodchem.2011.04.060
- Alvarado, G y Cornejo, F. (2009). Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de Celíacos. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6391/1/Obtenci%C3%B3n%20de%20harina%20de%20yuca%20para%20el%20desarrollo%20de%20productos%20dulces.pdf>
- Alvarado, L. (2009). *Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6645/1/D-39364.pdf>
- Aponte, I y Collachagua, A. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de harina de Trigo (*Triticum Vulgare*) por harina de Yuca (*Manihot Esculenta*) en la elaboración de galleta crocante fortificado con fibra*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, La Merced, Perú. Recuperado de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/469/5/T026_42885981_T.pdf
- Aristizábal, J y Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Recuperado de <https://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf>
- Auriema, B., Braz, F., Toledo, J., Santos, P., Rosenthal, A., Everaldo., pereira, S. (2021). Green banana biomass: Physicochemical and functional properties and its potential as a fat replacer in a chicken mortadella. *Food Science and Technology* 140. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110686>
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Person Educación, México

- Bakare, A., Ogunbowale, O., Adegunwa, M., y Olusanya, J. (2017). Effects of pretreatments of banana (*Musa AAA, Omini*) on the composition, rheological properties, and baking quality of its flour and composite blends with wheat flour. *Food Science y Nutrition* 5 (2) 182-196. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/fsn3.378?src=getftr>
- Barreto, J., Calderón, E., Cedeño, V., Chavarría, R., Hidalgo, R., y Rodríguez, M. (2015). *Elaboración de harina de plátano (musa paradisiaca) a tres temperaturas diferentes para establecer los porcentajes de humedad*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manabí, Ecuador. Recuperado de https://www.academia.edu/21252630/HARINA_DE_PLATANO
- Barrientos, H., Castillo, C., y García, M. (2015). Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 2 (1) Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182015000100010
- Bernal, I. (1993). "Análisis de alimentos". 1ra Edición, Editorial Guadalupe, Colombia
- Blagbrough, I., Bayoumi, S., Rowan, M y Beeching, J. (2010). Cassava: An appraisal of its phytochemistry and its biotechnological prospects. *Phytochemistry*, 71, 17-18. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20943239/>
- Blanco, Y., Durañona, H., y Acosta, R. (2016). Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. *Scielo* 37(4), 105-114. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v37n4/ctr10416.pdf>
- Brenes, S. (2018). Parámetros de producción y calidad de los cultivares de banano FHIA-17, FHIA-25 y Yangambi. *Redalyc* 28 (3), 719-733. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/437/43752453015/html/>
- Bressani, R., Turcios, J., Reyes, L., y Mérida, R. (2001). Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. *Scielo* 51 (3). Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000300015
- Caldas, D. (2019). *Difusividad efectiva durante el secado de rodajas de yuca (Manihot esculenta) a diferente temperatura y espesor y obtención de harina*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Recuperado de

http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1805/TS_CDA_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Campuzano, A., Rosell, C., y Cornejo, F. (2018). *Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening*. *Food Chemistry* 256, 11-17. Recuperado de DIO: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.113>
- Carranza, J y Sánchez, M. (2002). Cinética de secado de *Musa paradisiaca* L. "PLÁTANO" y *Manihot esculenta* Grantz "YUCA". *Revista amazónica de Investigación* 2(1), 15-25. Recuperado de <https://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/alimentarias/descargas/vol2/2.p>
- Cerron, S y Junchaya, J. (2019). *Influencia de la temperatura del aire en la velocidad de secado de quinua germinada en un secador de bandejas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huncayo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5682/INFORME%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chimphepo, L., Alamu, E., Monjerezi, M., Ntawuruhunga, P y Saka, J. (2021). Physicochemical parameters and functional properties of flours from advanced genotypes and improved cassava varieties for industrial applications. *LWT*, 147, 111-592. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111592>
- Colina, R., Laguado N y Faneite, A. (2017). Evaluación de galletas dulces preparadas con harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) deshidratada al sol como sustituto del trigo. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 33(3), 358-374. Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27202>
- ConceptoDefinicion. (2019). Definición de Plátano. Recuperado de <https://conceptoDefinicion.de/platano/>
- Costa, E., Machado, N., Santos, B., y Lara, R. (2017). Effect of green banana pulp on physicochemical and sensory properties of probiotic yoghurt. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 37 (3) . Recuperado de DOI. 10.1590/1678 457x.01016
- Dinon, S., Devitte, S., Canan, C., Kalschne, D., y Colla, E. (2014). Mortadela tipo Bologna com reduzido teor de lipídios pela adição de biomassa de banana verde, pectina, carragena e farinha de linhaça. *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais* 16 (2), 229-246. Recuperado de <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/2949/2524>
- Dudu, O., Li, Lin., Oyedeji, A., Oyeyinka, S y Ying, M. (2019). Structural and functional characteristics of optimised dry-heat-moisture treated cassava flour and starch.

- International Journal of Biological Macromolecules* 133, 1219-1227. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.04.202>
- Dussán, S., Gaona, A., y Hleap, J. (2017). Efecto del Uso de Antioxidantes en Plátano Verde Dominicano-Hartón (*Musa AAB Simmonds*) Cortado en Rodajas. *Scielo* 28(4). Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642017000400002&script=sci_arttext
- El Universo. (2019). Pobreza por bajos ingresos afecta al 24 % de la población de Ecuador. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/11/06/nota/7591325/pobreza>
- Encarnación, S., y Salinas, J. (2017). *Elaboración de harina de plátano verde (Musa paradisiaca) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca*. (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6056/1/AGI-2017-022.pdf>
- Energygreen. (2020). Beneficios de la haria de plátano. Recuperado de <https://energygreen.pe/salud/beneficios-de-la-harina-de-platano-verde/>
- Eriksson, E. (2013). Flour from three local varieties of Cassava (*Manihot Esculenta Crantz*): Physicochemical properties, bread making quality and sensory evaluation. Recuperado de https://stud.epsilon.slu.se/5268/1/eriksson_e_130211.pdf
- ESPAC. (2015). Encuestas de superficie y producción agropecuaria continua. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac2016/Presentacion%20ESPAC%20016.pdf
- Espinosa, J., Centurión, D., Maya, A., García, C., Martínez, A., García, P., y Lagunes, L. (2018). Calidad de harina de tres cultivares de banano (*Musa spp.*) resistentes a la enfermedad Sigatoka negra en Tabasco. *Scielo* 52 (2). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140531952018000200217#B28
- F.N.A, A., Oduro, I., WO, E y Afuakwa, J. (2006). The physicochemical properties of flour samples from the roots of 31 varieties of cassava. *Control de alimentos* 17(11), 916-922. Recuperado de doi:10.1016/j.foodcont.2005.06.013
- FAO. (S.f). La yuca. Recuperado de <https://www.fao.org/3/a1028s/a1028s01.pdf>
- Farooq, M., Khan, I., Ilyas, N., Saboor, A., Kakar, K., Bakhtiar, M y Solangi, I. (2020). Study on the Physico-Chemical Characteristics of Value Added Banana Products. *Researchgate.net* 4. Recuperado de DOI 10.5281/zenodo.1238806

- Ferreira, F., Palmiro, D y Piler, C. (2014). Propiedades reológicas y de adsorción de agua de harina extrudida de arroz y bagazo de cebada. *Ceres*, 61(3). Recuperado de <https://www.scielo.br/j/rceres/a/sXfTcdwyFgsYR7cnF3gPWFv/?lang=es>
- Flores, D. (2018). “*Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (Musa AAB) precocida y fortificada*”. (Tesis pregrado) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16340/1/T-UCE-0008-CQU-027.pdf>
- Gallego, S y García, J. (2015). Producción y usos de la harina refinada de yuca. Recuperado <http://www.fundacionpromotoradecanaldeIdique.org/Portals/0/Documentos/Produccion%20de%20harina%20refinada%20de%20yuca.pdf>
- Ghimire, R., Kumar, P., Khanal, S., Kumar, A., Raj, A., y Shrestha, J. (2021). Effect of different levels of gibberellic acid and kinetin on quality and self-life of banana (*Musa spp.*) fruits. *Heliyon* 9 (7). Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08019>
- Granados, C., Guzmán, L., Acevedo, D., Díaz, M y Herrera, A. (2014). Propiedades funcionales del almidón de sagu (*Maranta arundinacea*). *Bio.Agro*, 12(2). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000200010#:~:text=El%20poder%20de%20hinchamiento%20se,inhibidor%20del%20hinchamiento%20%5B14%5D.
- Hernández, U., Pérez, J., Núñez, M., Santos, R., Vergara, N., Carrillo, C., Casañas, C., Pedroso, H., González, J., Alvares, M y Martínez, R. (2016). Evaluación preliminar de la harina de yuca en productos conformados. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/305221543>
- Hincapié, G., Omaña, M., Hincapié, C., Arias, Z., y Vélez, L. (2010). Efecto de la temperatura de secado sobre las propiedades funcionales de la fibra dietaria presente en la citropulpa. *Redalyc* 7 (2) Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/695/69519014010.pdf>
- INCAP. (2012). Tabla de composición de Alimentos de CentroAmérica . Recuperado de <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/tablacalimentos.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (1980). Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/517.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2013). Harina de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión de hidrógeno. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/526-1R.pdf>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2013). Norma para la harina de yuca comestible (CODEX STAN 176-1989, MOD). Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2786.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2014). Cultivo de yuca en el Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5214/1/INIAPEEPbd436.pdf>
- Instituto Tomás Pascual Sanz. (2010). Hidratos de carbono. Recuperado de http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano_15abril10.pdf?pdf=vivesano-150410
- Jensen, S., Skibsted, L., Kidmone, U y Thybo, A. (2015). Addition of cassava flours in bread-making: Sensory and textural evaluation. *Food Science and Technology*, 6. 292-299. Recuperado 24 de noviembre del 2020 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.037>.
- John, A. (2016). Evaluación de rendimiento en un molino de trigo. Recuperado de <https://www.iaom.org/wp-content/uploads/06buhlerla161.pdf>
- Kayode, B., Kayode R., Abiodun, O., Nwosu, C., Karim, O y Oyeyinka, S. (2021). Chemical, functional and physicochemical properties of flour from cassava stored under freezing. *Journal of Stored Products Research*, 92, 101-816. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101816>
- Khoozani, A., Ahmed, A., y Birch, J. (2019). *International Journal of Biological Macromolecules* 130 (1), 938-946 Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.010>
- Kowalski, S., Mikulec, A., Mickowska, B., Skotnicka, M., y Mazurek, A. (2022). Wheat bread supplementation with various edible insect flours. Influence of chemical composition on nutritional and technological aspects. *Food Science and Technology* 11. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113220>
- Kumar, S., Saravanan, A., Sheeba, N., y Uma, S. (2019). Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (*Musa* spp.). *Food Science and Technology* 116. Recuperado de <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108524>
- Lang, R y Garretón P. (2021). Presentación Industria de la harina. Recuperado de https://wiki.ead.pucv.cl/Presentaci%C3%B3n_Industria_de_la_harina#Envasado:
- Lii, C., Chang, S y Young, Y. (1982). *Investigation of the Physical and Chemical Properties of Banana Starches. Journal of Food Science*, 47 (5), 1493-1497. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb04968.x>.

- López, A. (2020). Tipos de harinas. Recuperado de <https://www.recetasderechupete.com/tipos-de-harina-clasificacion/25251/>
- Macías, Y. (2020). “*Características físicas, químicas y microbiológicas de la harina del banano morado (musa acuminata) red dacca producidos en los cantones mocache, el empalme y la maná*”. (Tesis de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5250/1/T-UTEQ%20-095.pdf>
- Machado, J. (2006). *Elaboración de harina de plátano de la variedad “Cuerno”*. Universidad Autónoma de nicaragua UNAN-LÉON, León, Nicaragua. Recuperado de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3686/1/200057.pdf>
- Martínez, C y Brito, I. (2019). Caracterización de algunas propiedades físico-mecánicas y químicas de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(2). Recuperado de http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v28n2/es_2071-0054-rcta-28-02-e06.pdf
- Martínez, C., Cayón, G., y Ligarreto, G. (2016). Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Scielo* 17 (2): 217 227. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n2/v17n2a06.pdf>
- Martínez, O., Lapo, B., Pérez, J., Zambrano, C y Maza, F. (2015). Mecanismo de gelatinización del almidón nativo de banano exportable del Ecuador. *Colombina de química*, 44(2). Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042015000200003#:~:text=La%20viscosidad%20m%C3%A1xima%20es%20una,d e%20estructuras%20tridimensionales%20\(9\).](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042015000200003#:~:text=La%20viscosidad%20m%C3%A1xima%20es%20una,d e%20estructuras%20tridimensionales%20(9).)
- Mata, M y Vázquez, M. (2014). Caracterización de harina de Yuca (*Manihot esculenta*) como materia prima para la elaboración de Pastel. *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología*. Recuperado de https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-IV/Articulo_24.pdf
- Montagnac, J., Davis, C y Tanumihardjo, S. (2008). Processing Techniques to Reduce Toxicity and Antinutrients of Cassava for Use as a Staple Food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 8(1), 17-27. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2008.00064.x>
- Montagnac, J., Davis, C y Tanumihardjo, S. (2009). Nutritional Value of Cassava for Use as a Staple Food and Recent Advances for Improvement. *Comprehensive Reviews in Food*

- Science and Food Safety*, 8(3), 181–194. Recuperado de <https://ift.onlineibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2009.00077.x>
- Montoya, J., Quintero, V., y Lucas, J. (2014). Evaluacion fisicotermica y reologica de harina y almidón de plátano dominico hartón (musa paradisiaca abb). *Temas Agrarios* 19 (2), (214-233). Recuperado de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/736/852>
- Moreira, C. (2015). *Efecto de la diversidad intraespecífica en el cultivo de Musáceas*. (Tesis de pregrado). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manabí
- Moreno, K. (2019). *Obtención de harina precocida de papanabo (Brassica rapa) para la elaboración de pasta tipo espagueti*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/901/1/015%20Obtenci%3%b3n%20de%20harina%20precocida%20de%20papanabo%20para%20la%20elaboraci%3%b3n%20de%20pasta%20tipo%20espagueti.pdf>
- Morton, J. (1987). *Fruits of warm climates. Banana*. Miami: Florida.
- Mosquera, P. (2017). *Elaboración de harina de yuca (Manihot esculenta Crantz) evaluando métodos de inhibición enzimática para la obtención de puré instantáneo*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7702/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-18.pdf>
- Mozombite, L. (2019). *Caracterización botánica y evaluación preliminar del rendimiento en tres ecotipos de Musa paradisiaca L.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3601/AGRONOMIA%20Liz%20Anel%20Marisol%20Mozombite%20Tello.pdf?sequence=1&isAllwed=y>
- Mühlbauer, W y Müller, J. (2020). Chapter 4.1 - Cassava (Manihot esculenta Crantz). *Drying Atlas*, 119-129. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818162-1.00014-6>
- Ojeda, O. (2018). *Obtención y caracterizacion de harina de raquis de banano (Musa paradisiaca)*. (Tesis de grado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6205/Neyra%20Oeda%20Odilia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ojure, M. A., and J. A. Quadri. 2012. Quality evaluation of noodles produced from unripe plantain flour using Xanthan Gum. *IJRRAS*13. 740-752. Recuperado de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000200217

- Oliva, J. (2017). *Evaluación del rendimiento de cultivares de yuca biofortificada; Santa Rosalía, Zacapa* (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, Zacapa, Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjr/2018/06/09/Oliva-Josue.pdf>
- Ordoñez, J. (1998). *Tecnología de los alimentos*. España: SÍNTESIS, S.A.
- Ortega, J. (2016). *Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de banano (Musa acuminata AAA) de rechazo en el desarrollo de películas biodegradables*. (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22874/1/AL599.pdf>
- Ortiz, J y Ramírez, R. (2007). *Proyecto para montaje e implementación de una planta deshidratadora de yuca para la fabricación de alimentos balanceados de animales* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias, Colombia. Recuperado de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0040432.pdf>
- Otondi, E., Masani, J y Omwamba, M. (2020). Physico-chemical properties of extruded cassava-chia seed instant flour. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100058>
- Padhi, S., y Dwivedi, M. (2022). Physico-chemical, structural, functional and powder flow properties of unripe green banana flour after the application of Refractance window drying. *Future Foods* 5, 1-11. Recuperado de DOI <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100101>
- Paillacho, R. (2017). *Evaluación de una dieta a base de harina de yuca (Manihot esculenta) y de alfalfa (Medicago sativa) en un balanceado para la alimentación de cuyes (Cavia aperea porcellus, L.) en la etapa de engorde*. (Tesis pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/567/1/320%20Evaluaci%3%b3n%20de%20una%20dieta%20a%20base%20de%20harina%20de%20yuca.pdf>
- Pascual, G., y Zapata, J. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo triticum aestivum por harina de kiwicha amaranthus caudatus L, usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *SciELO* 76 (4). Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v76n4/a08v76n4>
- Pastaza. gob.ec. (2017). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Pastaza al año 2025. Recuperado de https://pastaza.gob.ec/planificacion/pdot_provincial_actualizacion_2017.pdf

- Peñañiel, M. (2016). *Determinación de indicadores sociales y económicos del cantón arajuno de la provincia de pastaza y estrategia de fomento productivo agropecuario*. (Tesis de grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10562/MONICA%20PEAFIEL%20TESIS%20FINAL.pdf>
- Pineda, P., Coral, F., Arciniegas, F., Rorales, A y Rodríguez, M. (2010). Papel del agua en la gelatinización del almidón de maíz: estudio por calorimetría diferencial de barrido. *Ingeniería y Ciencia*, 6(11) 129-141. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v6n11/v6n11a08.pdf>
- Prefectura del Carchi. (2016). Datos Informativos de la Provincia. Recuperado de <https://carchi.gob.ec/2016f/index.php/informacion-provincial.html>
- Quinceno, M., Giraldo, G., y Villamizar, R. (2014). Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGCiencia* 20. 40-54. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/268087837.pdf>
- Quintero, D y Ramirez, J. (2013). *Estudio del mecanismo de gelatinización del almidón de yuca*. (Tesis de grado). Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/25051/u627276.pdf?sequence=1#:~:text=La%20gelatinizaci%C3%B3n%20es%20un%20proceso,formar%20una%20red%20polim%C3%A9rica%20amorfa.>
- Quishpe, S. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo, por harinas precocidas de quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*) en la calidad sensorial de la pasta*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/874/1/006%20Efecto%20de%20la%20sustituci%C3%B3n%20parcial%20de%20la%20harina%20de%20trigo%20por%200harinas%20precocidas%20de%20quinua%20y%20ma%C3%ADz.pdf>
- Rayo, L., Chaguri, L., Sardá, F., Dacanal, G., Menezes, E., y Tadini, C. (2015). Production of instant green banana flour (*Musa cavendishii*, var. Nanicão) by a pulsed-fluidized bed agglomeration. *LWT Food Sci. Technol.*, 63 (1), 461-469 Recuperado de 10.1016/j.lwt.2015.03.059
- Requena, J. (2013). Harinas. Recuperado de https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero_60/JOSE_R EQUENA_1.pdf

- Rodríguez, E., Sandoval, A y Fernández, A. (2014). Evaluación de la retrogradación del almidón en harina de yuca precocida. *Colombiana de química*, 36(1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042007000100002#:~:text=La%20retrogradaci%C3%B3n%20de%20almid%C3%B3n%20es,en%20su%20firmeza%20y%20origidez.
- Rojas, M. (2012). *Estudio de las características fisicoquímicas de la yuca (manihot esculenta crantz) y sus efectos en la calidad de hojuelas fritas para su procesamiento en la empresa pronal s.a.* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. Recuperado de <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/textoyanexos/633682R741.pdf>
- Romero, B. (2006). Elaboración y caracterización de una harina de maíz, soya y zanahoria para la elaboración de una sopa instantánea. (Tesis de grado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1113&context=ing_alimentos
- Rosales, M., Gray, P., Fellman, J., Scott, D., Ünlü, G., Huber, K y Powers, J. (2016). Microbiological and physico-chemical analysis of fermented protein-fortified cassava (*Manihot esculenta Crantz*) flour. *LWT - Food Science and Technology*, 66, 355-360. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.053>
- Salazar, D., Arancibia, M., DianaLalaleo, Rodríguez, R., López-Caballero, E., y Montero, P. (2022). Physico-chemical properties and filmogenic aptitude for edible packaging of Ecuadorian discard green banana flours (*Musa acuminata* AAA). *Food Hydrocolloids* 122. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107048>
- Salcedo, J., Mercado, J., Vanegas, M., Fernández, A., Vertel, M y Ruiz, L. (2014). Cinética de secado de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) variedad CORPOICA M-tai en función de la temperatura y de la velocidad de aire. *rev.ion*, 27(2), 29-42. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v27n2/v27n2a04.pdf>
- Sifre, M., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., y Tosca, P. (2019). La harina Recuperado de <https://bibliotecavirtualesenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LAHARINA.pdf>
- Soares, M., Jorge, L., y Montanuci, F. (2016). Drying kinetics of barley grains and effects on the germination index. *Food Science and Technology* 36 (4). Recuperado de <https://www.scielo.br/j/cta/a/yxKV7pjcT43vnPKBbHnjMHT/?format=pdfylan=en>
- Sosa, G. (2011). *Formulación de una base de sopa deshidratada de harina de plátano.* (Tesis de pregrado). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Caracas, Venezuela. Recuperado de

- <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/9238/1/Tesis%20Gina%20Sosa%20Gnz%C3%20>
- Surco, C., y Alvarado, A. (2010). Harinas compuestas de sorgo-trigo para panificación. *Redalyc* 27 (1). 19-28. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339673004.pdf>
- Techeira, N., Sívoli, L., Perdomo, B., Ramírez, A y Sosa, F. (2014). Caracterización físicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*manihot esculenta crantz*), batata (*ipomoea batatas lam*) y ñame (*dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. *Interciencia*, 39(3). Recuperado de <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/10/191-c-TECHEIRA-7.pdf>
- Torregroza, A., Montez, E., Ávila, A y Remolina, J. (2014). Modelado de las cinéticas de secado de tres variedades de yuca industrial. *Dyna*, 81(186), 184-192. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v81n186/v81n186a25.pdf>
- Torres, M. (2012). *Temperatura y la difusividad másica del secado de platano verde (Musa paradisiaca) de la variedad ingiri*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Tarma, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1967/Torres%20Lara.pdf?sequence=1>
- Tribess, T., Hernández, J., Menezes, E., Bello, L., y Tadini, C. (2009). Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *Food Science and Technology* 42. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.12.017>
- Ttito, A. (2007). *Aptitud de la yuca (Manihot esculenta Granz) de la región San Martín como extendedor en la formulación para tableros contrachapados*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/446/K50.T8-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tuárez, D., Erazo, C., Torres, Y., y Moreno, J. (2021). Características físicas, químicas y microbiológicas de la harina de banano morado (*Musa acuminata*) red dacca, producidos en los cantones Mocache, El Empalme y La Maná. *RIINN* 9 (1). Recuperado de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2418>.
- UCO. (S.f). Bromatología. Recuperado de <http://www.uco.es/dptos/bromatologia/tecnologia/bib-virtual/bajada/mempan.pdf>

- Ulloa, S. (2015). Manual para el cultivo de plátano de exportación. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/272166398_Manual_para_el_cultivode_platano_de_exportacion
- Universidad Nacional. (2014). “Granulometría en harinas de Maíz y Trigo”. Recuperado de <https://pdfcoffee.com/granulometria-de-harinas-de-maiz-y-trigo-2-pdf-free.html>
- Valdiviezo, L. (2019). *Análisis de acidez en la harina de trigo*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14699/1/E5073_VALDIVIEZO%20AGUILERA%20LUDY%20DEL%20CISNE.pdf
- Vásquez, D. (2020). *Elaboración de un puré deshidratado utilizando diferentes proporciones de mezcla de “camote” (Ipomoea batatas (L.) Lam.) y “yuca” (Manihot esculenta Crantz) versus agua para la rehidratación (Tesis de pregrado)*. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Morropón, Perú. Recuperado de <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/839>
- Villa, S., y Mejía, J. (2015). *Desarrollo de recetas pasteleras aplicando siete harinas alternativas*. (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23199/1/Monograf%C3%Aa.pdf>
- Yap, M., Warnakulasuriya, F., Brennan, C., Jayasena, V., y Coorney, R. (2017). The effects of banana ripeness on quality indices for puree production. *LWT Food Science and Technology* 80, 10-18, Recuperado de 10.1016/j.lwt.2017.01.073

V. ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN TURISMO Y ECOTURISMO



ACTA

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

NOMBRE Bethy Tania Pijal de la Cruz **CÉDULA DE IDENTIFICACIÓN** 1004825962
NIVEL/PARALELO: 0 **PERIODO ACADÉMICO:** 0

TEMA DEL TIC: "Obtención de harina de yuca (Manihot esculenta) y plátano verde (Musa paradisiaca) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. PAREDES PITA CARLOS ARTURO
DOCENTE TUTOR: MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA
DOCENTE: MSC. RIVAS CARLOS ALBERTO

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 este acto:

EDIFICIO DE AULAS 4 **AULA:** 103

FECHA: jueves, 31 de marzo de 2022

HORA: 08H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,70

2) Trabajo escrito 2,60


Nota final de PRE DEFENSA **8,30**

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 jueves, 31 de marzo de 2022


MSC. PAREDES PITA CARLOS ARTURO
PRESIDENTE


MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA
DOCENTE TUTOR


MSC. RIVAS CARLOS ALBERTO
DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN TURISMO Y ECOTURISMO



ACTA

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

NOMBRE Génesis Judith Pineda Pineda
NIVEL/PARALELO: 0

CÉDULA DE IDENTID .0401786793
PERIODO ACADÉMICO 0

TEMA DEL TIC: "Obtención de harina de yuca (Manihot esculenta) y plátano verde (Musa paradisiaca) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. PAREDES PITA CARLOS ARTURO
DOCENTE TUTOR: MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA
DOCENTE: MSC. RIVAS CARLOS ALBERTO

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 este acto:

EDIFICIO DE AULAS 4 **AULA:** 103

FECHA: jueves, 31 de marzo de 2022

HORA: 08H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,70

2) Trabajo escrito 2,60


Nota final de PRE DEFENSA **8,30**


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 Jueves, 31 de marzo de 2022


MSC. PAREDES PITA CARLOS ARTURO
PRESIDENTE


MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA
DOCENTE TUTOR


MSC. RIVAS CARLOS ALBERTO
DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Pijal de la Cruz Bethy Tania y Pineda Pineda Genesis Judith				
DATE: 4 de abril de 2022				
TOPIC: "Obtención de harina de yuca (Manihot esculenta) y plátano verde (Musa paradisiaca) a partir de materia prima proveniente 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: Pijal de la Cruz Bethy Tania y Pineda Pineda Genesis Judith

Fecha de recepción del abstract: 4 de abril de 2022

Fecha de entrega del informe: 4 de abril 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. Preparación de las muestras y análisis fisicoquímicos



Figura 31. Recepción de materia prima



Figura 32. Lavado y desinfección de la materia prima

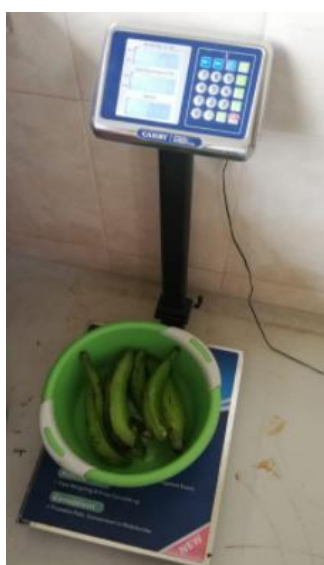


Figura 33. Pesado



Figura 34. Muestras para análisis de materia prima

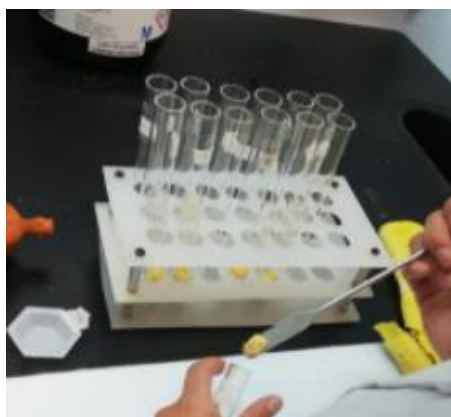


Figura 35. Análisis de almidón



Figura 36. Análisis de fibra cruda



Figura 37. Troceado de la yuca



Figura 38. Secado de las rodajas



Figura 39. Pulverizado de rodajas secas y tamizado



Figura 40. Muestras de harina para análisis



Figura 41. Harinas de yuca y plátano



Figura 42. Análisis de acidez de harinas



Figura 43. Análisis de pH de las harinas



Figura 44. Análisis de proteína de las harinas



Figura 45. Análisis de cenizas de las harinas



Figura 46. Análisis de grasa de las harinas