UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

"OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE MICHUCHE (*Xanthosoma spp*.)"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autor(es) : Bach. Elizabeth Del Aguila Olano

Bach. Skrlen Xiomara Fernandez Farro

Asesor : Dr. Oscar Wilfredo Díaz Gamboa

JAÉN- PERÚ, OCTUBRE, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 05 de noviembre del año 2019, siendo las 17:35 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Polito Michael Huayama Sopla

Secretario: M.Cs. Eliana Milagros Cabrejos Barrios

Vocal: Mg. Frank Fernández Rosillo, para evaluar la Sustentación de:

( ) Trabajo de Investigación

(X) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: Obtención de harina a partir de michuche (Xanthosoma SPP),

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller Elizabeth Del Aguila Olano, Skelen Xiomara Fernandez Farro

de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar ( ) Desaprobar (X) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	(16)
c)	Bueno	14, 15	( )
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ò menos	( )

Siendo las 18:10 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL 2
ÍNDICE DE TABLAS 5
ÍNDICE DE ANEXOS 7
I. INTRODUCCIÓN 10
II. OBJETIVOS 12
2.1. Objetivo general 12
2.2. Objetivos específicos 12
III. MATERIALES Y MÉTODOS 13
3.1. Ubicación del proyecto 13
3.2. Materiales utilizados 14
3.2.1. Materia prima 14
3.2.2. Materiales de laboratorio 14
3.2.3. Equipos 14
3.2.4. Medios de cultivo 15
3.3. MÉTODOS 15
3.3.1. Diseño experimental de la investigación 15
3.3.2. Descripción de los procesos para la elaboración de harina de michuche (*Xanthosoma spp*.) 15
3.3.3. Procedimientos de la Investigación 18
IV. RESULTADOS 22
4.1. Resultados de la humedad del tubérculo michuche 22
4.2. Resultados de proceso de elaboración de la harina 22
4.3. Resultados del análisis fisicoquímico (espectroscopia NIR) 23
4.4. Resultados del análisis sensorial 26
4.4.1. Color 26

4.4.2. Olor 27
4.4.3. Textura 28
4.5. Resultados del análisis microbiológico 29
4.6. Resultados de la prueba estadística 30
V. DISCUSIÓN 32
VI. CONCLUSIONES 34
VII. RECOMENDACIONES 35
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 36
DEDICATORIA 38
AGRADECIMIENTO 39
ANEXOS 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de investigación 15
Tabla 2. Resultados del tiempo de secado 22
Tabla 3. Resultados del análisis porcentual de proteína en función a la temperatura y tiempo 23
Tabla 4. Resultados del análisis porcentual de humedad en función a la temperatura y tiempo 23
Tabla 5. Resultados del análisis porcentual de cenizas en función a la temperatura y tiempo 24
Tabla 6. Resultados del análisis porcentual de fibra en función a la temperatura y tiempo 24
Tabla 7. Resultados del análisis porcentual de lípidos en función a la temperatura y tiempo 24
Tabla 8. Resultados del análisis porcentual de carbohidratos en función a la temperatura y tiempo 25
Tabla 9. resultado de análisis sensorial de color 26
Tabla 10: Resultado de análisis sensorial de Olor 27
Tabla 11. Resultado de análisis sensorial de textura 28
Tabla 12. Resultados del análisis microbiológico 29
Tabla 13. Análisis de varianzas para los efectos principales e interacción 30
Tabla 14. Análisis de prueba de Friedman del Análisis Sensorial de color, olor, textura 31
Tabla 15. Análisis fisicoquímicos realizados a las muestras de harina (Espectroscopia NIR) 41
Tabla 16. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción de proteínas 47
Tabla 17. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo 47
Tabla 18. Comparaciones por parejas de Tukey: tratamiento 47
Tabla 19. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción 48
Tabla 20. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo 48
Tabla 21. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% 48
Tabla 22. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción 49
Tabla 23. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo 49
Tabla 24. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% 49
Tabla 25. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción 50
Tabla 26. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo 50
Tabla 27. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% 50
Tabla 28. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción 51
Tabla 29. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo 51
Tabla 30. Comparaciones por parejas de Tukey: tratamiento 51
Tabla 31. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción 52
Tabla 32. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo 52
Tabla 33. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% 52
Tabla 34. Estadísticas descriptivas de color 55
Tabla 35. Estadísticas descriptivas de Olor 56
Tabla 36. Estadísticas descriptivas de Textura 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la ubicación de la provincia de Jaén 13
Figura 2. Flujograma de elaboración de harina de michuche 18
Figura 3. Espectroscopia NIR 20
Figura 4. Resultado de análisis sensorial de color 27
Figura 5. Resultado de análisis sensorial de Olor 28
Figura 6. Resultado de análisis sensorial de textura 29
Figura 7. Fruto de michuche……..42
Figura 8. Pesado de muestras de michuche 42
Figura 9. Pelado de michuche…….……42
Figura 10. Pesado de michuche sin cascara 42
Figura 11. Cortado de michuche en rodajas…….……...43
Figura 12. Bandejas con muestras de michuche 43
Figura 13. Muestras colocadas en el secador……....……43
Figura 14. Muestras de michuche secas 43
Figura 15. Molienda de muestras secas……...…...44
Figura 16. Tamizado de Muestras 44
Figura 17. Harina de michuche envasado……..…44
Figura 18. Estufa con las Muestras 44
Figura 19. Espectroscopia NIR…….……..45
Figura 20 . Colocación de las muestras 45
Figura 21. realizando la ficha de evaluación 45
Figura 22. Procedimiento del análisis microbiológico de mohos y levaduras. 46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Análisis fisicoquímicos realizados a la harina de michuche (Xanthosoma spp.)..... 41

ANEXO 2: Fotos del proceso para obtención de harina de michuche (Xanthosoma spp.)..... 42

ANEXO 3: Fotos del análisis fisicoquímico de la harina de michuche (Xanthosoma spp.)..... 45

ANEXO 4: Fotos del análisis sensorial de la harina de michuche (Xanthosoma spp.)..... 45

ANEXO 5: Fotos del análisis microbiológico de la harina de michuche (Xanthosoma spp.) 46

ANEXO 6: Análisis estadístico de proteínas 47

ANEXO 7: Análisis estadístico de Humedad..... 48

ANEXO 8: Análisis estadístico de Cenizas 49

ANEXO 9: Análisis estadístico de Fibra..... 50

ANEXO 10: Análisis estadístico de Lípidos..... 51

ANEXO 11: Análisis estadístico de Carbohidratos 52

ANEXO 12: Ficha de evaluación de análisis sensorial..... 53

ANEXO 13: Prueba de Friedman para el análisis sensorial de Color..... 55

ANEXO 14: Prueba de Friedman para el análisis sensorial de Olor..... 56

ANEXO 15: Prueba de Friedman para el análisis sensorial de Textura..... 57

RESUMEN

Para obtener harina a partir de michuche (*Xanthosoma spp*.). se utilizó las variables de temperatura (55°C, 60°C y 65°C) y tiempo (3 horas, 4 horas, 5 horas) determinando cuál es mejor para conseguir una harina de calidad como dictan las Normas Técnicas Peruanas. Mediante el método de secado por bandejas, todas las muestras fueron molidas en un molino tradicional de granos, tamizado en tamiz N° 70 y se envasó en bolsas de polietileno de alta densidad. Se realizaron los análisis fisicoquímicos por el método espectroscopia NIR, análisis sensorial en relación al color, olor, textura utilizando fichas de evaluación con panelistas semi-entrenados y los análisis microbiológicos de mohos y levaduras de la harina se encuentran dentro del rango establecido como dictan las normas sanitarias del MINSA/DIGESA. Finalmente, la temperatura óptima para tener la calidad requerida fue la de 65°C y tiempo de 5 horas y los datos fueron analizados con el modelo estadístico análisis de varianza y prueba de Tukey.

Palabras clave: Michuche, secado y harina.

ABSTRACT

To obtain flour from michuche (*Xanthosoma spp.*). used the variables of temperature (55 ° C, 60 ° C and 65 ° C) and time (3 hours, 4 hours, 5 hours), determining which is better to obtain a quality flour as dictated by the Peruvian Technical Standards. Using the tray drying method, all milled were active in a traditional grinder, number to sieve in No. 70 sieve and packed in high density polyethylene bags. Physicochemical analyzes were performed by the NIR spectroscopy method, sensory analysis in relation to color, smell, texture using evaluation sheets with semi-trained panelists and microbiological analyzes of molds and yeasts of the flour are within the range established as dictated by the sanitary standards of MINSA / DIGESA. Finally, the optimum temperature to have the required quality was that of 65 ° C and time of 5 hours and the data were analyzed with the statistical model of analysis of variance and Tukey test.

Key words: Michuche, dried and flour.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la existencia del tubérculo conocido como michuche (*Xanthosoma spp.)* en la provincia de San Ignacio no está siendo aprovechada industrialmente, es consumida por los pobladores sin conocer su valor nutricional, esto debido a falta de información sobre su alto valor nutricional con 4.5% de proteínas, carbohidratos 26.9%, fibra 0.6%, ceniza 1.2 %, lípidos 0.2%, humedad 61.88 %.

El género (*Xanthosoma spp*.) es miembro de la familia araceae a la que pertenecen varias plantas cultivadas y utilizadas para la alimentación en regiones tropicales. Es una planta terrestre, común en las orillas de los ríos, con grandes raíces que son comestibles después de su cocimiento. Existen entre 30 y 40 especies de *Xanthosoma spp.* que crecen dispersas en el trópico, de las cuales 5 a 6 son fuentes importantes de alimento. Su dispersión abarca desde Perú hasta México, y es originaria de la América Tropical, posiblemente de las Antillas. (Ganadería, 2007).

Con las tendencias de consumo de productos saludables, también con la búsqueda de nuevos productos originales y con aportes nutricionales. Actualmente existen en el mercado una gran variedad de productos sanos a partir de tubérculos conocidos, es por ello que proponemos una harina hecha a base de michuche y así dar a conocer un tubérculo que tiene un buen valor nutricional a comparación con otros.

Los tubérculos tienen un alto contenido de humedad. La conservación de casi todos los productos procesados de tubérculos depende de la reducción de humedad a un nivel que prevenga el crecimiento de microorganismos. El secado es un método muy simple, común y barato para extraer la humedad de los tubérculos, y extiende su periodo de almacenado o traslado. (PILATUÑA, 2012)

La harina (término proveniente del latín farina, que a su vez proviene de far y de farris, nombre antiguo del farro) es un polvo fino que se obtiene a partir de tubérculos deshidratados y molidos ricos en almidón y en otros componentes como proteína, azúcares, minerales y vitaminas. (Gallegos, 2011)

(Marichin & Muñoz, 2016) analizaron la factibilidad de elaborar galletas con harina de pituca (*Colocasia esculenta*), como una opción de inversión y generar alternativas de alimentos nuevos que puedan ser consumidos por la población y que contribuyan a una nutrición sana. Para el secado en bandeja aplicaron un diseño experimental, la mejor harina de pituca obtenida fue secada en un parámetro de 60°C por 6 horas.

(Yauri, 2012) Elaboraron el diagrama de flujo que ayudó a visualizar el proceso y tener en cuenta que variables eran importantes en cada etapa del proceso tal como; el tiempo y temperatura de secado de modo que se evitara el pardeamiento enzimático al pelar y cortar la papa, luego el almidón y el bagazo escurrido se colocó en un secador del tipo neumático cuya finalidad es inyectar aire caliente al producto teniendo contacto directo. Este equipo permitió realizar varios ensayos variando la temperatura de secado en menor tiempo posible de manera que se evitara el pardeamiento no enzimático del tubérculo estrujado en el proceso de secado y se obtenga una harina clara. La evaluación del pardeamiento no enzimático de las muestras de harina de papa canchan fue medido por espectrofotometría ultravioleta - visible, demostrando que a 132°C es la temperatura adecuada a secar para la harina sin cáscara y 120°C para la harina con cáscara. Las muestras secadas a estas temperaturas presentan un color más claro respecto a las demás, finalizando con la caracterización de la harina.

El secado disminuye el volumen y el peso de un material orgánico, lo que influye en una reducción importante de los costos de empaque, almacenamiento y transporte. Los productos secos permiten, además, ser almacenados a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo. (Llanos, Yañez, & Llanos, 2010)

Es por las razones anteriormente mencionadas nos llevó a realizar la siguiente te estudio aprovechamos este producto y sus grandes aportes nutricionales, dándole valor agregado como es la harina y así dar a conocer a la población de este tubérculo que es muy nutritivo y beneficioso.

En el siguiente estudio se concluyó que la mejor harina obtenida después de los análisis realizados a cada muestra es la de 65°C con un tiempo de 4 y 5 horas ya que nos dieron mejores resultados.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Obtener harina a partir de michuche (*Xanthosoma spp*.).

2.2. Objetivos específicos

- Identificar el ensayo preliminar adecuado para la preparación de la materia prima y seleccionar la mejor forma de realizar el secado.
- Evaluar la temperatura y tiempo de secado por el método de secado por bandeja.
- Evaluar la calidad de harina de michuche mediante sus características fisicoquímicas y organolépticas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del proyecto

La investigación se realizó en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. El estudio experimental se realizó en los laboratorios de las carreras de Ingeniería de Industrias Alimentarias y de Ingeniería Forestal y Ambiental, los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y el análisis sensorial se realizó en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

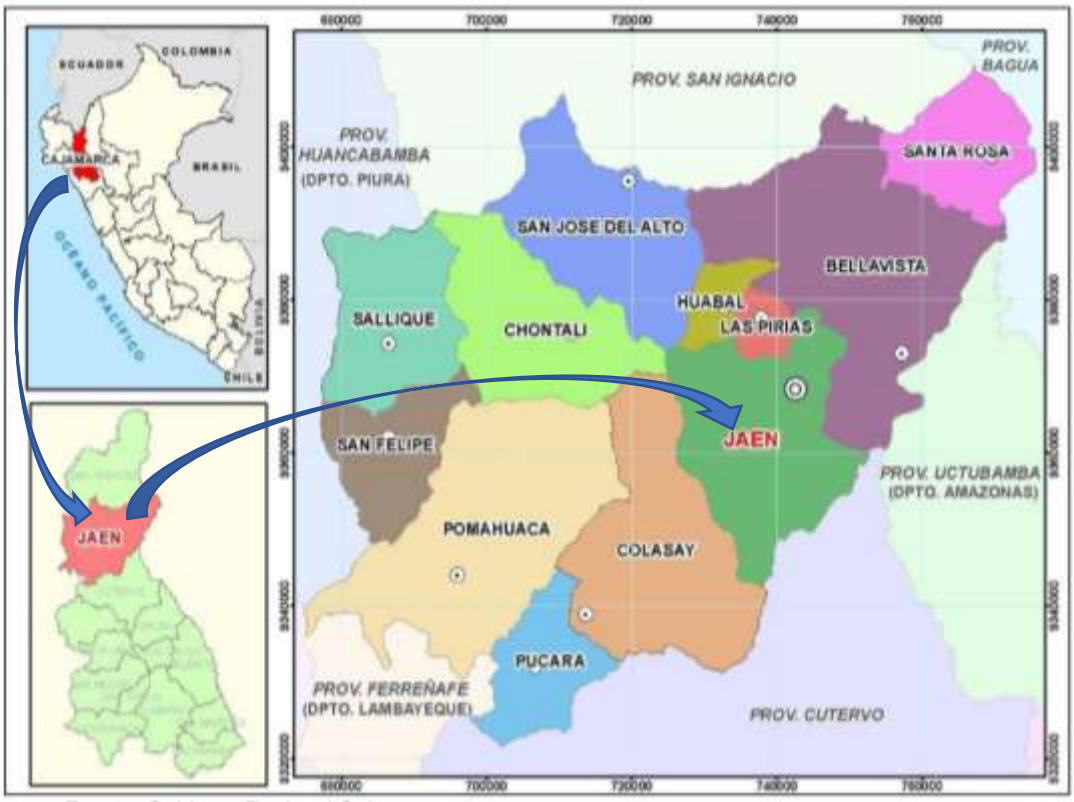

Figura 1. Mapa de la ubicación de la provincia de Jaén

Fuente: Gobierno Regional Cajamarca

3.2. Materiales utilizados

3.2.1. Materia prima

Se utilizó 20 kilogramos del tubérculo michuche, procedente de la provincia de San Ignacio.

3.2.2. Materiales de laboratorio

- Cuchillos de acero inoxidable
- Tablas para picar de plástico
- Jarras de plástico de 500 ml.
- Tinas y tazones de plástico
- Ollas de acero inoxidable.
- Bandejas de acero inoxidable
- Tamizador (No. 70) de 212 micras.
- Bolsas de polietileno de alta densidad
- Placas Petri de vidrio
- Probetas de vidrio de 100 ml.
- Pipetas de vidrio de 5 ml y 10 ml.
- Matraces Erlenmeyer de 500 ml.
- Mechero de vidrio
- Embudo de vidrio
- Espátula
- Gradilla porta tubos de plástico
- Tubos de ensayo de vidrio de

3.2.3. Equipos

- Balanza analítica Precisa – 321 LS de sensibilidad 0.1 mg
- Desecador con deshidratante adecuado de 200 g
- Secador de bandeja – modelo JSOF- 700T
- Estufa ODHG – 9053 (A, AD).
- Molino de aspa marca Corona
- Autoclave sterilizer SA– 232marca GEMMYCO
- Contador de colonias DOT – N° 90008700
- Selladora eléctrica de mano

3.2.4. Medios de cultivo

- Agar Papa Dextrosa
- Caldo Pectonado

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Diseño experimental de la investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló usando secador de bandejas, estudiando los factores de temperatura y tiempo con 3 niveles cada uno y 3 repeticiones por tratamiento haciendo un total de 27 unidades experimentales. (tabla N° 1)

Tabla 1. Diseño de investigación

Factor de estudios		Tiempo (h)		
		3	4	5
Temperatura (°C)	55	T_1t_1	T_1t_2	T_1t_3
	60	T_2t_1	T_2t_2	T_2t_3
	65	T_3t_1	T_3t_2	T_3t_3

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Descripción de los procesos para la elaboración de harina de michuche (*Xanthosoma spp*.).

a) Recepción de la Materia Prima

Se obtuvo de una parcela localizada en la provincia de San Ignacio, distrito de Chirinos, localidad de Nueva Esperanza ubicada a una altura de 1885 m.s.n.m. aproximadamente y así asegurarse que los tubérculos de michuche fueran frescos, maduros y de una sola variedad, tratando de que todos tuvieran el mismo tamaño, luego fue llevado al laboratorio de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

b) Selección de materia prima

Antes de realizar el procesamiento, el michuche fue seleccionado de forma manual, con la finalidad de separar los tubérculos que se encuentran defectuoso (malogrados, golpeados) mediante una inspección visual de manera que se obtenga un producto de calidad.

c) Pesado de la materia prima

La materia prima recién recepcionada, se pesó para determinar su rendimiento que se obtuvo por diferencia entre la selección de los eliminados por presentar deterioros y magulladuras.

d) Lavado

Se realizó de forma manual en un recipiente y con agua potable, con la finalidad de eliminar las materias extrañas, eliminar tierra adherida del tubérculo y reducir la carga microbiana. Posteriormente se enjuaga con una solución desinfectante compuesta de hipoclorito de sodio (NaClO) al 0,5% para reducir el número de microorganismos contaminantes que se encuentra en la cáscara de la materia prima, luego se pesó para saber cuánto de materia prima se va a procesar.

e) Pelado

Se basa en la eliminación de la cáscara del michuche al ser de una forma pequeña, alargada y con ojos superficiales, el pelado se realizó de forma manual, utilizando cuchillos de acero inoxidable, se eliminó la cáscara sin pérdida de la pulpa. Se evitó el uso de cualquier aditivo químico con la finalidad de obtener un producto natural.

f) Inspección y Lavado

De forma visual en los tubérculos que tienen adheridos residuos de pelado y se lavó otra vez para eliminar cualquier residuo que pueda tener.

g) Cortado

De una manera manual, en esta etapa se hizo uso de un cuchillo de acero inoxidable y se corta al tubérculo en forma de rodajas con un grosor de 1.0 mm para facilitar el secado.

h) Secado en bandejas

Luego de pesar las muestras, colocamos la materia prima en bandejas de acero inoxidable, luego realizando el control de peso de la muestra; para luego ser introducidas al secador y donde se controló 3 temperaturas de 55°C, 60°C y 65°C y con tiempos de 3, 4, 5 horas. Con el fin de disminuir la humedad.

i) Molienda

El producto seco en rodajas se sometió a molienda haciendo uso de un molino de aspa para transformar las rebanadas secas de michuche y obtener harina con menor tamaño de partículas a partir de otras mayores.

j) Tamizado

El producto molido fue tamizado en tamiz Nº 70; para uniformar las partículas y estandarizar la harina. Así pasar la harina fina y en la parte superior queda la harina más gruesa, que regresa de nuevo a ser molido, y con ayuda de un mortero colocamos la harina gruesa que quedó, para triturar más y pueda pasar más harina por el tamiz otra vez y no quede mucha harina gruesa que sería el descarte, haciendo pasar un 95% de la muestra original obteniendo un descarte del 5%.

k) Envasado

La harina obtenida luego de pasar por el proceso de tamizado se empacó en bolsas de polietileno de alta densidad, con una cantidad de 90g aproximadamente para las muestras con la finalidad de proteger el producto de la humedad y del medio ambiente que pueda causar deterioro.

l) Sellado

Se realizó en forma manual con una selladora eléctrica de mano.

m) Almacenamiento

A temperatura ambiente.

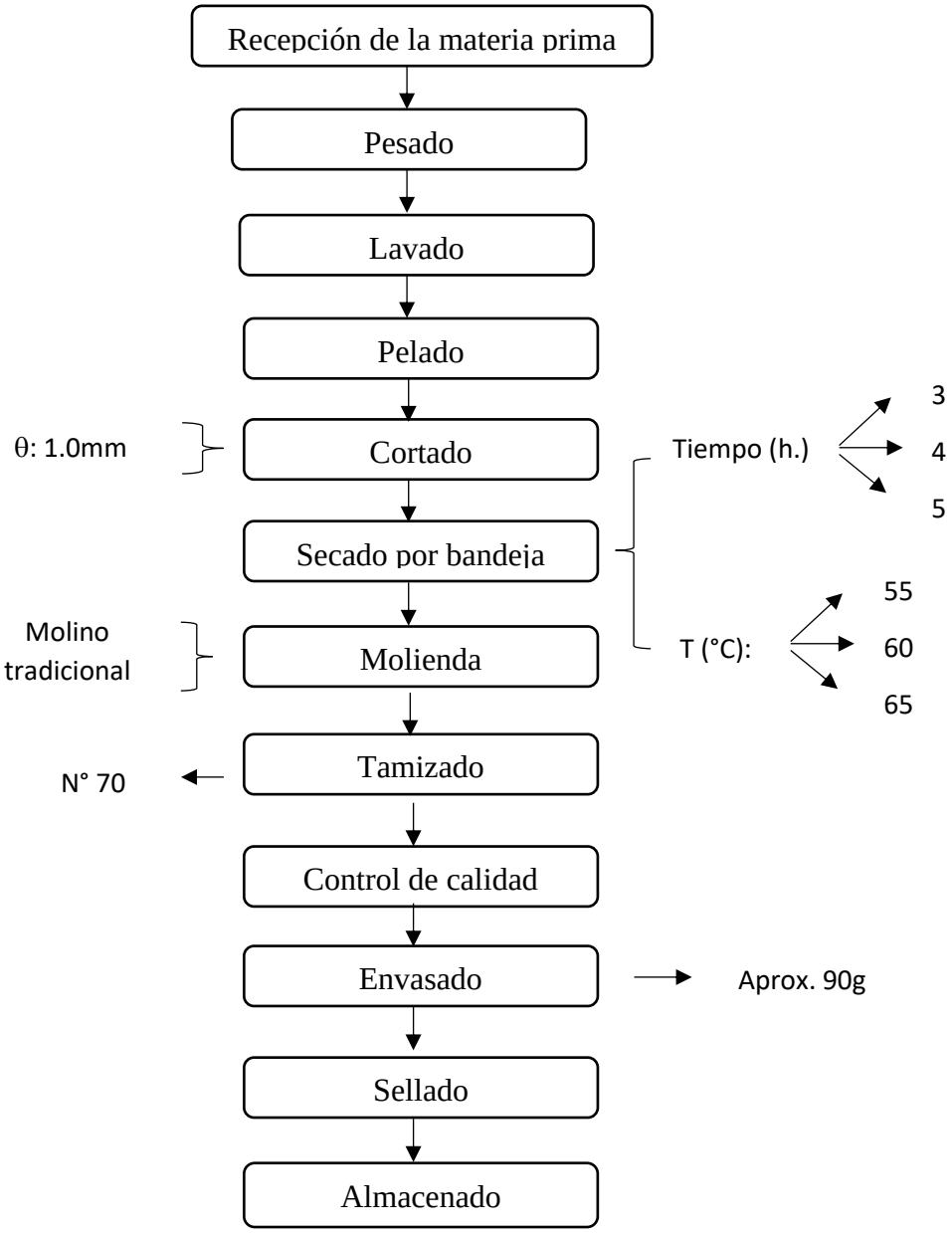

Figura 2. Flujograma de elaboración de harina de michuche

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Procedimientos de la Investigación

3.3.3.1. Evaluación fisicoquímica

a) Determinación de humedad del michuche (método estufa).

Se pesaron las placas previamente esterilizadas con un peso inicial de la placa de 34.79g.

Se colocó la muestra del tubérculo y se pesó obteniendo 37.03g.

Se procedió a colocar en la estufa con un tiempo de 2 horas a 105 °C.

Empleando pinzas, se trasladó la placa al desecador y se dejó enfriar durante un tiempo de 30 min aproximadamente. Se pesó la placa teniendo un resultado de 35.67 g.

Se colocó por 30 minutos a la estufa para ver la variación del resultado obteniendo un peso de 35.65 g.

Para finalizar se verificó si aún contenía humedad se volvió a colocar en la estufa por 30 min para luego pesarlo y ver la variación del peso, y se comprobó que no había variado porque se obtuvo un resultado de 35.65 g sin variación.

$$\%H = \frac{A_2 - A_3}{A_2 - A_1} \times 100$$

dónde: A1: masa de la placa vacía, A2: masa de la placa con la muestra antes del secado, A3: masa de la placa más la muestra seca.

b) Determinación de propiedades

Para la determinación de sus propiedades nutricionales utilizamos el método de espectroscopia NIR.

El NIR funciona emitiendo luz de diferentes longitudes de onda sobre una muestra y midiendo la cantidad y longitudes de onda de la luz reflejada por la muestra.

Este análisis es una forma rápida de obtener información sobre: proteínas, ceniza, lípidos, carbohidratos, fibra.

Figura 3. Espectroscopia NIR

Fuente: Tomado del laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la U.N.T.R.M.

3.3.3.2. Evaluación sensorial

Se empleó el método descriptivo, con quince panelistas semi entrenados donde se evaluó color, olor y textura.

La evaluación sensorial, se realizó en la sala de degustación ubicada en la Universidad Nacional de Jaén, con quince panelistas semi entrenados, entre ellos bachilleres e ingenieros de la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Procedimiento:

- La muestra se colocó en platos de aluminio.
- Cada panelista entro e identifico color, olor y textura de cada muestra.
- Una vez llenada la ficha de evaluación, el panelista semi entrenado lo entrego y se retiró.

3.3.3.3. Evaluación microbiológica

a) Recuento de mohos y levaduras

Para la determinación de mohos y levaduras se utilizó el método de recuento de mohos y levaduras.

- Procedimiento:
  - Se esterilizó las placas y pipetas que se utilizarían, con una temperatura de 180 °C por 2 horas.
  - Se colocó agua destilada en probeta y en 3 matraces se coloca 110 ml. de caldo pectonado.
  - En un matraz se coloca 360 ml de agua destilada y 23.80 g de Agar Papa Dextrosa.
  - Al tener ya el caldo pectonado y el agar se llevaron a calentar hasta hervir.
  - Se colocaron en autoclave a una presión de 103 kPa y una temperatura de 120 °C por un tiempo de 1 hora.
  - Se dejó enfriar y se colocó con la ayuda de pipetas previamente esterilizadas en los tubos de ensayo; se agregó el caldo de pectonado a las muestras.
  - Se pipeteó por duplicado en placas petri, alícuotas 1 ml de las diluciones 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}.
  - Se vertió en la placa 10 ml de agar papa dextrosa fundido y al lado de un mechero para que aumente la temperatura, acto seguido se mezcló el inóculo con el medio fundido, inclinando y girando las placas.
  - Las alícuotas con el Agar Papa Dextrosa se mezclaron mediante movimientos de vaivén y rotación de placas.
  - Una vez solidificado el agar se invirtió en las placas y dejo a una temperatura ambiente por 24 horas, luego se refrigero por 24 horas más.
  - Finalmente, se realizó el conteo de colonias de las placas petri.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de la humedad del tubérculo michuche

$$\%H = \frac{A_2 - A_3}{A_2 - A_1} \times 100$$

dónde: A1: masa de la placa vacía, A2: masa de la placa con la muestra antes del secado, A3: masa de la placa más la muestra seca.

$$\%H = \frac{37.03 - 35.65}{37.02 - 34.79} \times 100$$

$$\% H = 61.88$$

4.2. Resultados de proceso de elaboración de la harina

Las muestras iniciaron con un porcentaje de humedad de 61.88 %, con un peso de 300 gramos aproximadamente obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2. Resultados del tiempo de secado

Temperatura (°C)	Tiempo (h)					
	3		4		5	
	P_i (g)	P_f (g)	P_i (g)	P_f (g)	P_i (g)	P_f (g)
55	351	99.7	330	87.4	325	90.4
60	325	93	319	82.5	396	96.2
65	339	99.2	344	98.3	350	92.8

Fuente: Elaboración propia

4.3. Resultados del análisis fisicoquímico (espectroscopia NIR)

Esta prueba fue realizada en ambientes de laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza por el método de espectroscopia NIR, en los siguientes cuadros se muestra los resultados obtenidos.

MUESTRA NIR

Tabla 3. Resultados del análisis porcentual de proteína en función a la temperatura y tiempo

Temperatura	**Tiempo**								
	3 horas			**4 horas**			**5 horas**		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
55 °C	4.55	4.42	4.42	5.10	5.10	5.30	5.17	5.18	5.19
60 °C	4.92	4.92	4.93	4.97	4.97	4.96	4.92	4.97	4.99
65 °C	5.02	5.02	5.03	6.01	6.04	6.03	6.05	6.04	6.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resultados del análisis porcentual de humedad en función a la temperatura y tiempo

Temperatura	**Tiempo**								
	3 horas			**4 horas**			**5 horas**		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
55 °C	8.15	8.17	8.19	8.25	8.25	8.26	8.27	8.26	8.27
60 °C	7.69	7.68	7.69	7.74	7.74	7.75	7.88	7.87	7.89
65 °C	6.82	6.85	6.84	6.87	6.89	6.89	6.93	6.92	6.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Resultados del análisis porcentual de cenizas en función a la temperatura y tiempo

Temperatura	**Tiempo**								
	3 horas			**4 horas**			**5 horas**		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
55 °C	1.3	1.31	1.3	1.42	1.42	1.43	1.46	1.46	1.47
60 °C	1.41	1.41	1.42	1.48	1.49	1.48	1.5	1.51	1.5
65 °C	1.62	1.63	1.62	1.69	1.68	1.69	1.71	1.72	1.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resultados del análisis porcentual de fibra en función a la temperatura y tiempo

Temperatura	**Tiempo**								
	3 horas			**4 horas**			**5 horas**		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
55 °C	10.26	10.26	10.27	10.47	10.48	10.47	10.52	10.52	10.53
60 °C	10.92	10.93	10.92	11.07	11.07	11.08	11.17	11.16	11.17
65 °C	9.34	9.34	9.33	9.44	9.45	9.44	9.53	9.52	9.53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Resultados del análisis porcentual de lípidos en función a la temperatura y tiempo

Temperatura	**Tiempo**								
	3 horas			**4 horas**			**5 horas**		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
55 °C	5.37	5.36	5.37	5.44	5.44	5.43	5.5	5.51	5.5
60 °C	5.32	5.32	5.33	5.37	5.38	5.37	5.41	5.41	5.42
65 °C	5.33	5.34	5.33	5.37	5.36	5.37	5.45	5.44	5.45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Resultados del análisis porcentual de carbohidratos en función a la temperatura y tiempo

Temperatura	**Tiempo**								
	3 horas			**4 horas**			**5 horas**		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
55 °C	81.36	81.37	81.36	81.41	81.42	81.41	81.46	81.46	81.47
60 °C	81.25	81.25	81.26	81.32	81.32	81.33	81.35	81.36	81.35
65 °C	81.63	81.64	81.63	81.67	81.68	81.67	81.73	81.73	81.74

Fuente: Elaboración propia

4.4. Resultados del análisis sensorial

En la evaluación sensorial fue realizada en la sala de degustación que se encuentra en la Universidad de Nacional Jaén, con quince panelistas, entre ellos bachilleres e ingenieros de la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias, obtuvimos los siguientes resultados:

4.4.1. Color

Tabla 9. resultado de análisis sensorial de color

	55°C			**60°C**			**65°C**		
Panelistas	3 horas	4 horas	5 horas	3 horas	4 horas	5 horas	3 horas	4 horas	5 horas
1	4	6	5	4	5	5	4	6	6
2	3	4	4	4	3	3	4	5	5
3	3	4	3	3	3	4	5	5	6
4	3	3	4	2	3	2	3	2	4
5	2	2	3	1	1	2	3	3	5
6	2	2	3	2	4	3	4	5	4
7	3	4	4	1	2	2	6	6	5
8	2	4	4	2	3	3	5	5	4
9	4	3	3	1	2	2	4	4	6
10	5	4	5	2	3	3	4	3	5
11	3	4	5	4	6	5	3	4	4
12	3	5	4	3	5	4	4	5	5
13	4	4	5	2	6	5	5	7	6
14	2	4	5	3	4	5	5	5	7
15	5	5	4	3	4	6	4	5	6

Fuente: Elaboración propia

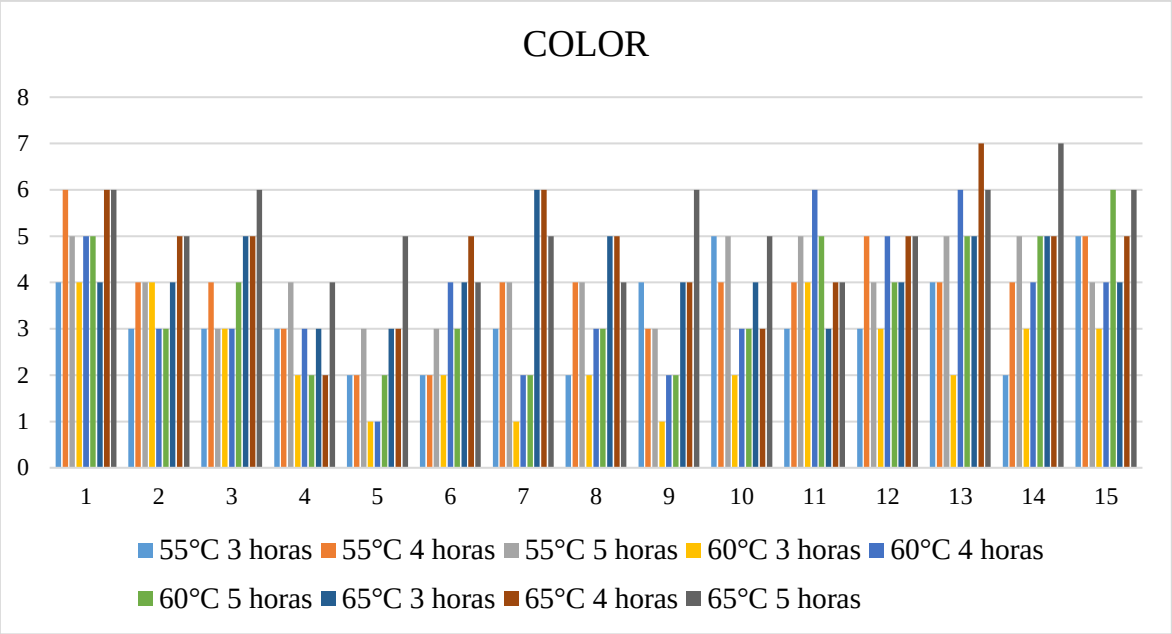

Figura 4. Resultado de análisis sensorial de color

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Olor

Tabla 10: Resultado de análisis sensorial de Olor

	55°C			60°C			65°C		
Panelistas	3 horas	4 horas	5 horas	3 horas	4 horas	5 horas	3 horas	4 horas	5 horas
1	3	4	4	5	5	6	2	2	3
2	4	5	4	4	3	5	3	4	4
3	2	2	3	5	6	6	5	4	5
4	3	4	4	5	3	4	4	5	4
5	4	4	5	3	2	3	4	3	5
6	5	6	6	2	2	3	4	4	3
7	6	6	6	4	5	5	4	4	6
8	5	6	5	4	4	6	5	4	5
9	5	6	4	5	6	6	3	6	5
10	3	3	4	2	2	3	4	7	6
11	5	7	6	5	6	5	6	6	5
12	4	3	5	4	4	4	3	4	4
13	4	5	4	5	6	6	3	5	5
14	6	6	7	4	3	4	4	4	5
15	5	5	6	5	4	5	4	5	4

Fuente: Elaboración propia

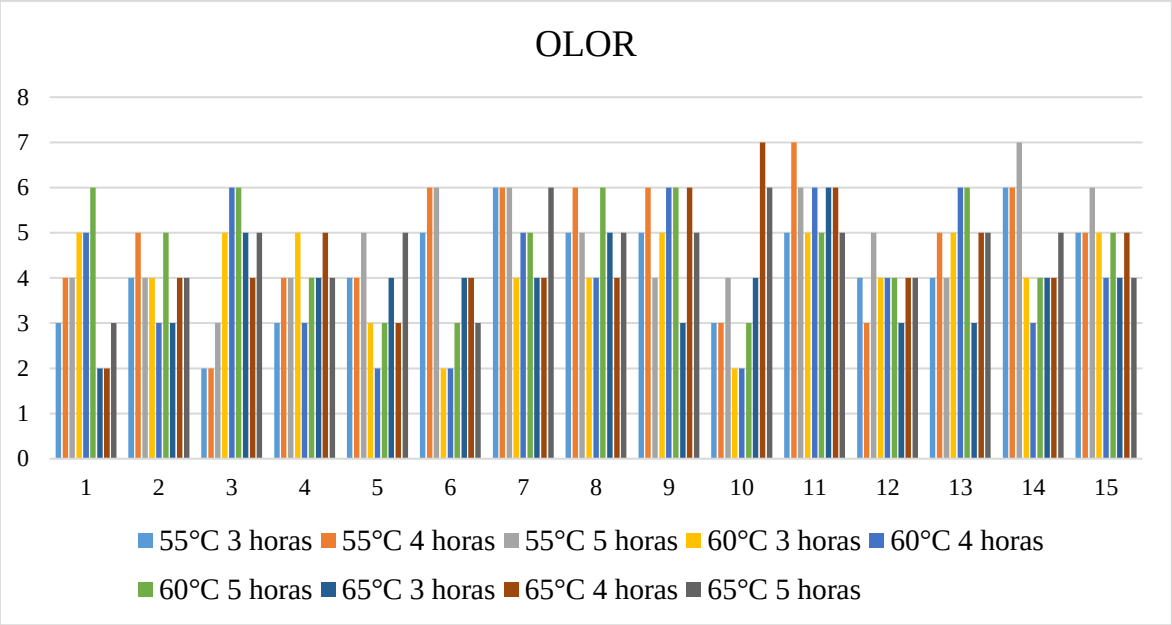

Figura 5. Resultado de análisis sensorial de Olor

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Textura

Tabla 11. Resultado de análisis sensorial de textura

	55°C			60°C			65°C		
Panelistas	3 horas	4 horas	5 horas	3 horas	4 horas	5 horas	3 horas	4 horas	5 horas
1	5	6	5	4	5	5	5	5	4
2	4	3	3	5	4	5	5	5	5
3	4	5	5	5	6	6	5	4	6
4	4	5	4	4	3	5	4	3	5
5	4	3	4	3	2	3	4	3	4
6	3	2	4	4	5	3	4	3	4
7	2	3	4	4	4	5	4	7	5
8	4	5	5	2	3	3	3	3	4
9	5	5	4	2	4	3	3	4	4
10	4	5	5	4	4	3	4	3	5
11	5	7	5	4	5	5	4	4	5
12	4	4	5	4	3	5	4	4	5
13	3	5	5	5	4	5	3	4	3
14	3	4	4	5	4	6	3	4	4
15	5	5	5	5	5	5	3	5	5

Fuente: Elaboración propia

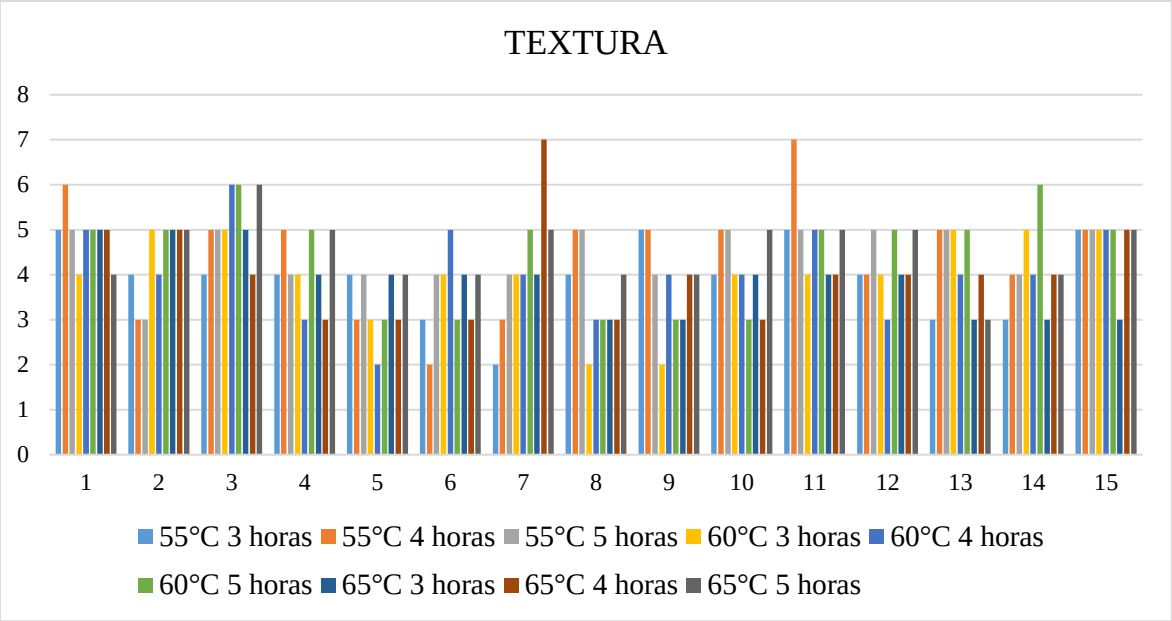

Figura 6. Resultado de análisis sensorial de textura

Fuente: Elaboración propia

4.5. Resultados del análisis microbiológico

Para determinar los análisis microbiológicos de la harina de michuche se tuvo en cuenta la Resolución Ministerial N° 615–2003– SA/DM, donde se vieron los criterios de sanidad e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano en frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas, teniendo como resultados la cantidad promedio de mohos y levaduras encontrados en todas las muestras analizadas de la harina de michuche fueron los siguientes:

Tabla 12. Resultados del análisis microbiológico

Análisis Microbiológico	RESULTADOS	Limite Permisible (SEGÚN NORMA MICROBIOLÓGICA PERUANA)
Mohos y Levaduras	2.6×10^2	10^4 g

Fuente: Elaboración propia

Los resultados microbiológicos de la harina de michuche obtenida mediante secado a 60°C y 65°C están dentro de los límites permisibles de calidad microbiológica establecidas, la cual indica que se utilizó una buena temperatura y un buen tiempo de secado, así como una buena higiene y manipulación durante el proceso de elaboración y empacado de la harina.

4.6. Resultados de la prueba estadística

Los datos obtenidos del análisis fisicoquímico se encuentran detallados en los anexos del 6 al 11.

Tabla 13. Análisis de varianzas para los efectos principales e interacción

Parámetro	Análisis de Varianza			Observación
	Factor	F	P	
Humedad	Temperatura	36857.94	0.000	Se afirma que con una Temperatura de 65°C y un tiempo de 3 horas se obtuvo una menor humedad.
	Tiempo	308.94	0.000	
	Temperatura* Tiempo	35.02	0.000	
Proteína	Temperatura	743.58	0.000	Se afirma que con una temperatura de 65°C y con tiempos de 4 y 5 horas se obtuvo mayor porcentaje de proteínas.
	Tiempo	449.98	0.000	
	Temperatura* Tiempo	107.74	0.000	
Lípidos	Temperatura	328.11	0.000	Se afirma que con una Temperatura de 55°C y un tiempo de 5 horas se obtuvo un mayor porcentaje de lípidos.
	Tiempo	869.78	0.000	
	Temperatura* Tiempo	19.44	0.000	
Fibra	Temperatura	179660.33	0.000	Se afirma que con una Temperatura de 60°C y un tiempo de 5 horas se obtuvo un mayor porcentaje de fibra.
	Tiempo	3749.33	0.000	
	Temperatura* Tiempo	68.17	0.000	
Ceniza	Temperatura	5635.44	0.000	Se afirma que con una temperatura de 55°C y un tiempo de 3 horas se obtuvo menor porcentaje de cenizas
	Tiempo	936.44	0.000	
	Temperatura* Tiempo	40.44	0.000	
Carbohidratos	Temperatura	9841	0.000	Se afirma que con una temperatura de 65°C y con tiempo de 5 horas se obtuvo mayor carbohidratos.
	Tiempo	676	0.000	
	Temperatura* Tiempo	7	0.001	

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos del análisis sensorial se encuentran detallados en los anexos desde el 13 al 15

Tabla 14. Análisis de prueba de Friedman del Análisis Sensorial de color, olor, textura

Parámetro	Friedman		Observación
	χ^2	P	
Color	52.74	0.000	Se afirma que la mayor aceptación respecto al color lo obtuvo la temperatura de 65°C y un tiempo de 5 horas de secado.
Olor	15.72	0.047	Se afirma que la mayor aceptación respecto al olor lo obtuvo la temperatura 55°C y un tiempo de 5 horas de secado.
Textura	14.30	0.074	Se afirma que la mayor aceptación respecto a la textura lo obtuvo la temperatura 65°C y un tiempo de 5 horas de secado.

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En la figura 02 se presenta el flujograma para la obtención de harina de michuche (*Xanthosoma spp*.), en el cual se detallan los parámetros al que fueron sometidas cada operación, en la operación de secado se utilizaron 3 temperaturas y 3 tiempos, ya que de esta depende la molienda. Es por ello que se escogió la mejor temperatura que fue el de 65°C y tiempo de 5 horas donde nos resultó menor porcentaje de humedad. (Yauri, 2012) Elaboraron el diagrama de flujo que ayudó a visualizar el proceso y tener en cuenta que variables eran importantes en cada etapa del proceso tal como; el tiempo y temperatura de secado de modo que se evitara el pardeamiento enzimático al pelar y cortar la papa, demostraron que 132°C es la temperatura adecuada a secar para la harina sin cáscara y 120°C para la harina con cáscara. Las muestras secadas a estas temperaturas presentan un color más claro respecto a las demás, finalizando con la caracterización de la harina.

En la composición fisicoquímica de la harina de michuche, se analizaron todas las muestras de harina secas a las temperaturas de 55°C, 60°C y 65°C por un tiempo de 3, 4 y 5 horas, los cuales se pueden observar en el Anexo N°1, la harina con mejores resultados fue la de 65°C con un tiempo de 5 horas, porque presentó mejores resultados, donde se muestra que con la temperatura los componentes no se desnaturalizan.

En el Anexo 6, en la tabla 18 utilizando los resultados de la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%, se observó que los tratamientos entre grupos son diferentes, pero que en la muestra tratada a una temperatura de 65°C y un tiempo de 5 horas contiene significativamente mayores proteínas, esto puede ser explicado debido a que la temperatura influye al aumentar su porcentaje de proteínas. Desde el punto de vista nutricional comparándolo con los resultados de (Marichin & Muñoz, 2016) en la elaboración de harina de pituca obtuvieron en proteínas 8.15% con una temperatura de 60°C y nuestro resultado fue 6.04% con una temperatura de 65°C.

En el Anexo 11, en la tabla 33; utilizando los resultados de la prueba de la media de Tukey con un nivel de confianza del 95%, se muestra que con la temperatura de 65°C y un tiempo de 5 horas se obtiene mejores carbohidratos. Y que la temperatura influye al aumentar su porcentaje de carbohidratos. (Marichin & Muñoz, 2016) analizaron la factibilidad de elaborar galletas con harina de pituca (*Colocasia esculenta*), para el secado en bandeja aplicaron un diseño experimental, la mejor harina de pituca que obtuvieron fue secada en un parámetro de 60°C por 6 horas, resultando un 78.64% de carbohidratos menor al de harina de michuche que fue de 81.73%.

En el Anexo 8, en la tabla 24; utilizando los resultados de la prueba de la media de Tukey con un nivel de confianza del 95%, observamos que el porcentaje de cenizas que obtuvimos con una temperatura de 65°C y un tiempo de 5 horas fueron de 1.7 solo excede un 0.2% al límite establecido por la Norma Técnica Peruana, un factor seria el grado de refinamiento de la harina, tal como afirman (Salazar de Marcano & Marcano, 2011). Y que la temperatura influye al aumentar su porcentaje de cenizas.

Según las tablas peruanas de composición de alimentos (Salud, 2009) la harina de pituca que es la misma especie que el michuche tiene un aproximado de proteínas de 8.1%, carbohidratos de 78.6% y cenizas de 3.3. la harina obtenida de michuche que obtuvimos contiene 6.04% de proteínas, 81.73% de carbohidratos y 1.3% de cenizas.

En el Anexo 7, en la tabla 21; utilizando los resultados de la prueba de la media de Tukey con un nivel de confianza del 95%, se puede observar que los valores mencionados para la harina de michuche contienen una humedad de 6.88%, encontrándose dentro del rango reportado en las normas técnicas peruanas. (INTINTEC, 1986). Y que la temperatura influye al disminuir su porcentaje de humedad.

La Norma Técnica (INTINTEC, 1986) indica que para ser considerada una harina no debe de exceder el 15 % de humedad.

Los resultados obtenidos en microbiología en la temperatura de 55°C se encontraron mayor incremento de hongos y levaduras pasando el límite permisible (según norma microbiológica peruana) (DIGESA, 2008).

VI. CONCLUSIONES

- Se obtuvo una harina de calidad, un alto contenido nutricional, con una buena calidad organoléptica y microbiológica, y que es apto para el consumo.

- Gracias a los ensayos preliminares se determinó que la materia prima elegida fue el tubérculo sin cascara y sin cocción para obtener un mejor resultado en el secado.

- Los análisis fisicoquímicos indicaron la temperatura y tiempo de secado, para obtener harina de michuche de calidad es la muestra de 65°C y de 5 horas, cuyo contenido de proteína 6.04%, carbohidratos 81.7%, lípidos 5.44%, cenizas 1.7%, fibra 9.5% y humedad 6.88%.

- Los resultados del análisis sensorial que se obtuvo de las muestras, la más aceptable fue la de 65°C y con un tiempo de 5 horas, donde el 75 % de los panelistas prefirió el color de la muestra de 65°C y 5 horas, el 60 % de los panelistas prefirió el olor de la muestra de 55°C y 5 horas y el 60 % de los panelistas prefirió la textura de la muestra de 65°C y 5 horas.

VII. RECOMENDACIONES

- Incentivar a los alumnos de la carrera profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias a realizar investigaciones de productos no tan reconocidos propios de la zona.
- Utilizar harina de michuche como ingrediente en la elaboración de otros productos como galletas, purés, sopas, etc.
- Realizar estudios de secado usando diferentes tipos de secadores.
- Motivar a un desarrollo industrial del michuche.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.). Obtenido de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro11/cap3.htm

Aráuz Zúniga, J. C., & Ñurinda Barquero, J. M. (2009). *"Aprovechamiento del tubérculo Malanga (Xanthosoma sagittifolium) como materia prima para el desarrollo de un nuevo producto agroindustrial tipo Snacks, en el período de Julio 2008 - Julio 2009".* Managua - Nicaragua.

Colina, I. M. (2010). *"Deshidratación de Alimentos"*. (trillas, Ed.) México: 1 ed. Trillas.

DIGESA, M. d. (2008). "*Norma Sanitaria que establece los criteros microbiologicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidad de consumo humano"*. Lima.

Gallegos, A. y. (2011). "*Elaboración de harina de papa"*. Nicaragua.

Ganadería, M. d. (2007). "*Caracterización y plan de acción para el desarrollo de la agrocadena de Raíces y Tuberculos"*. Quesada, Costa Rica. Obtenido de http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/ac-raices-rhn-2007.pdf

Huanca Quintanilla, S., Ancco Quispe , J., Bravo Lázaro, M., & Huaraca Campos , j. (2012). "*Operación de secado en un secador de bandejas"*. Huacho - Perú.

INTINTEC. (1986). "*Normas Técnicas Peruanas para harinas provenientes de tubérculos y raíces"*.

keqing, X. (2004). "*Optimización Del Secado Por Aire Caliente De Pera (Variedad Blanquilla)"*. Valencia - España.

Llanos, G. A., Yañez, M. M., & Llanos, C. A. (2010). "*Efecto de la temperatura de secado sobre las propiedades funcionales de la fibra dietaria presente en la citropulpa"*. Revista Lasallista de Investigación.

Marichin, G. C., & Muñoz, J. L. (2016). *“parámetros de secado en bandeja de colocasia esculenta (pituca) para la elaboración de harina y su utilización en galletas”.* Iquitos - Perú.

PILATUÑA, S. E. (Agosto de 2012). "*Diseño De Una Secadora De Malanga De 2000 Kg/H De Capacidad"*. Quito.

Romero Morán, A. K. (2018). *“análisis nutricional comparativo entre snacks de malanga (xanthosoma saggitifolium) y papa china (colocasia esculenta) mediante la fritura convencional”.* Riobamba - Ecuador.

Salazar de Marcano, E., & Marcano, M. (2011). "*La harina de ñame (Dioscorea alata), un ingrediente potencial en la elaboración de productos de panadería"*. Cumaná, Venezuela.

Salud, M. d. (2009). *Tablas Peruanas De Composición De Alimentos.* Lima.

Sanchez, M. (1995). "*Obtenicion de harina de yuca"*. Informes de practicas pre - profesionales. Tarapoto, Perú.

Soto Acosta, J. (1983). *revision de la literatura sobre el cultivo de tiquisque - xanthosoma spp schott.* Turrialba - Costa Rica.

Torres, V. G. (2016). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa productora y comercializadora de chifles de malanga en la ciudad de Ibarra*, provincia de Imbabura. Ibarra, Ecuador.

VEIZAGA PEREDO, B. A. (2016). *Efecto De Tres Niveles De Harina De Walusa (Xanthosoma Sagittifolium Sp.) En La Producción De Codornices De Postura (Coturnix Coturnix Japónica) En La Provincia Murillo.* La Paz - Bolivia .

Yauri, M. C. (2012). *"proceso de obtención de harina de papa (solanum, tuberosum), de variedad canchan"*. Lima - Perú.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y haberme
permitido llegar hasta este momento
de mi formación académica, brindándome
paciencia, fuerza y perseverancia para
seguir el mejor camino y afrontar
los obstáculos que se me presenten.

A mis Padres por ser mi soporte,
por su enseñanza y por demostrarme
siempre su apoyo incondicional.

Elizabeth Del Aguila

Dios, por ser mi guía y mi fortaleza

A mis Padres que, gracias a su amor, cuidado y apoyo incondicional siempre, han hecho de mí una mujer con grandes virtudes y valores.

A mi Abuela y Tíos Ketty, Iris y Percy por brindarme sus consejos apoyo, y ser muy importantes en la formación de mi persona.

Skrlen Xiomara Fernandez

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser el pilar de nuestras vidas, y ofrecernos las fuerzas necesarias, en cada momento de nuestro desarrollo personal.

A nuestras familias en especial a nuestros padres que estuvieron con nosotros durante nuestro paso por la vida universitaria.

A la Universidad Nacional Jaén y a los docentes que contribuyeron en muestra formación profesional.

Al Ing. Oscar Wilfredo Díaz Gamboa por su asesoría, por el tiempo dedicado, el apoyo y dedicación durante todo este proceso.

A nuestros familiares y amigos que de alguna manera nos han apoyado en todo el tiempo de elaboración de nuestro proyecto.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la culminación de dicho trabajo de tesis; en especial al Ing. Fernando Del Aguila y Ing. Roxana por su apoyo.

ANEXOS

ANEXO 1: Análisis fisicoquímicos realizados a la harina de michuche (*Xanthosoma spp.*)

Tabla 15. Análisis fisicoquímicos realizados a las muestras de harina (Espectroscopia NIR)

T° 55°C	**3 horas**	**4 horas**	**5 horas**
Humedad	8.15	8.25	8.27
Lípidos	5.37	5.44	5.50
Proteína	4.55	5.1	5.19
Ceniza	1.30	1.42	1.46
Almidón o Carbohidrato	81.36	81.41	81.46
Fibra	10.26	10.47	10.52
T° 60°C	**3 horas**	**4 horas**	**5 horas**
Humedad	7.69	7.74	7.89
Lípidos	5.3	5.37	5.41
Proteína	4.92	4.97	4.99
Ceniza	1.41	1.48	1.50
Almidón o Carbohidrato	81.25	81.32	81.35
Fibra	10.92	11.07	11.17
T° 65°C	**3 horas**	**4 horas**	**5 horas**
Humedad	6.82	6.89	6.92
Lípidos	5.3	5.37	5.45
Proteína	6.01	6.04	6.08
Ceniza	1.62	1.69	1.71
Almidón o Carbohidrato	81.63	81.67	81.73
Fibra	9.34	9.44	9.53

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Fotos del proceso para obtención de harina de michuche (*Xanthosoma spp.*)

Figura 7. Fruto de michuche Xanthosoma spp.

Figura 8. Pesado de muestras de michuche

Figura 9. Pelado de michuche

Figura 10. Pesado de michuche sin cascara

Figura 11. Cortado de michuche en rodajas

Figura 12. Bandejas con muestras de michuche

Figura 13. Muestras colocadas en el secador

Figura 14. Muestras de michuche secas

Figura 15. Molienda de muestras secas

Figura 16. Tamizado de Muestras

Figura 17. Harina de michuche envasado

Figura 18. Estufa con las Muestras

ANEXO 3: Fotos del análisis fisicoquímico de la harina de michuche (*Xanthosoma spp.*)

Figura 19. Espectroscopia NIR

Figura 20 . Colocación de las muestras

ANEXO 4: Fotos del análisis sensorial de la harina de michuche (*Xanthosoma spp.*)

Figura 21. realizando la ficha de evaluación

ANEXO 5: Fotos del análisis microbiológico de la harina de michuche (*Xanthosoma spp*.)

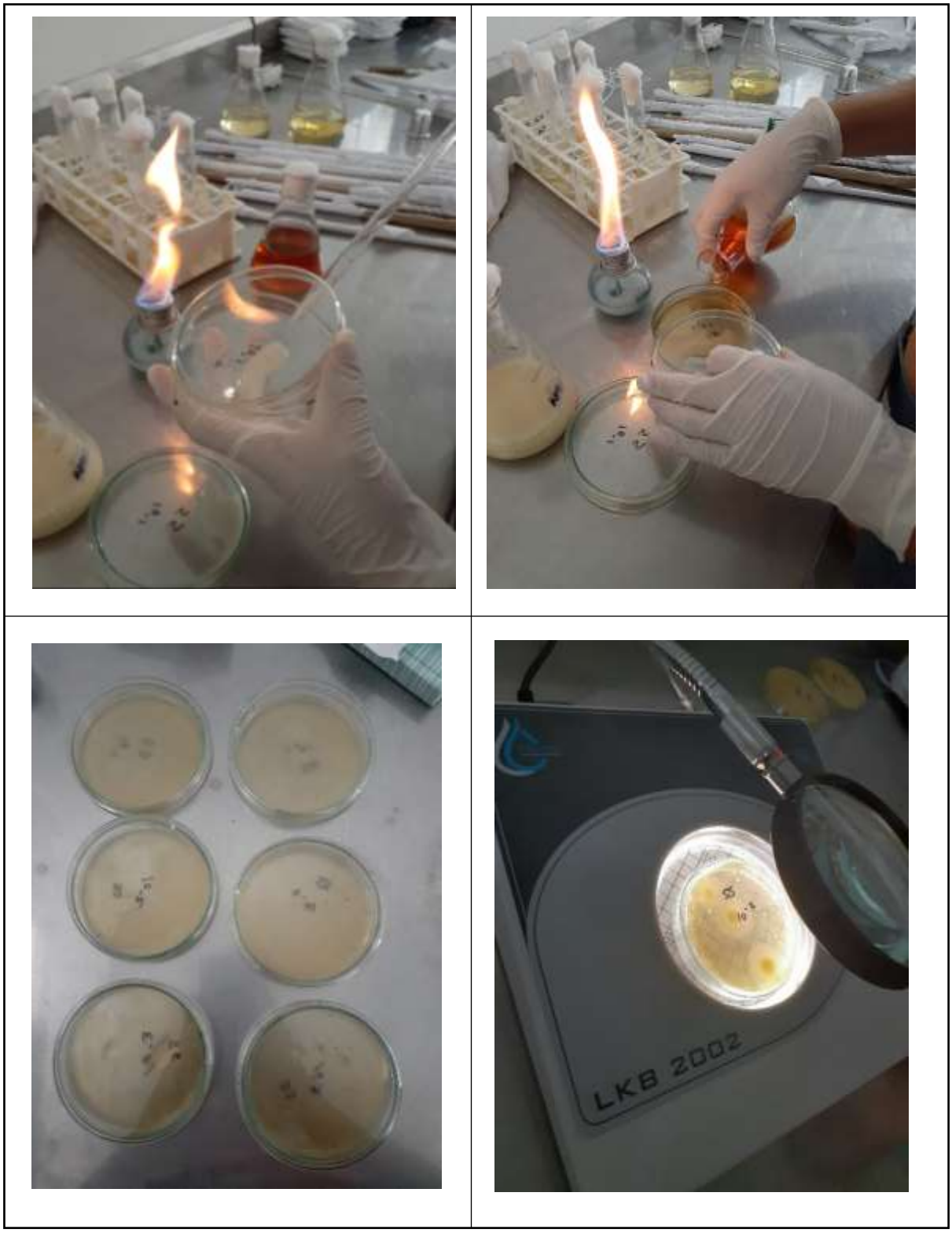

Figura 22. Procedimiento del análisis microbiológico de mohos y levaduras.

ANEXO 6: **Análisis estadístico de proteínas**

Tabla 16. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción de proteínas

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	3.42599	1.71299	743.58	0.000
Tiempo	2	2.07325	1.03663	449.98	0.000
Temperatura*Tiempo	4	0.99277	0.24819	107.74	0.000
Error	18	0.04147	0.00230		
Total	26	6.53347			

Tabla 17. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	8	6.49201	0.811501	352.26	0.000
Error	18	0.04147	0.002304		
Total	26	6.53347			

Tabla 18. Comparaciones por parejas de Tukey: tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación			
65°C 5 horas	3	6.04667	A			
65°C 4 horas	3	6.02667	A			
55°C 5 horas	3	5.18000		B		
55°C 4 horas	3	5.16667		B		
65°C 3 horas	3	5.02333			C	
60°C 4 horas	3	4.96667			C	
60°C 5 horas	3	4.96000			C	
60°C 3 horas	3	4.92333			C	
55°C 3 horas	3	4.46333				D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 7: Análisis estadístico de Humedad

Tabla 19. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
temperatura	2	8.46367	4.23184	36857.94	0.000
tiempo	2	0.07094	0.03547	308.94	0.000
temperatura*tiempo	4	0.01608	0.00402	35.02	0.000
Error	18	0.00207	0.00011		
Total	26	8.55276			

Tabla 20. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	8	8.55070	1.06884	9309.23	0.000
Error	18	0.00207	0.00011		
Total	26	8.55276			

Tabla 21. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación							
55°C 5 horas	3	8.26667	A							
55°C 4 horas	3	8.25333	A							
55°C 3 horas	3	8.17000		B						
60°C 5 horas	3	7.88000			C					
60°C 4 horas	3	7.74333				D				
60°C 3 horas	3	7.68667					E			
65°C 4 horas	3	6.92333						F		
65°C 5 horas	3	6.88333							G	
65°C 3 horas	3	6.83667								H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 8: Análisis estadístico de Cenizas

Tabla 22. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	0.375696	0.187848	5635.44	0.000
Tiempo	2	0.062430	0.031215	936.44	0.000
Temperatura*Tiempo	4	0.005393	0.001348	40.44	0.000
Error	18	0.000600	0.000033		
Total	26	0.444119			

Tabla 23. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	8	0.443519	0.055440	1663.19	0.000
Error	18	0.000600	0.000033		
Total	26	0.444119			

Tabla 24. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación						
65°C 5 horas	3	1.71333	A						
65°C 4 horas	3	1.68667		B					
65°C 3 horas	3	1.62333			C				
60°C 5 horas	3	1.50333				D			
60°C 4 horas	3	1.48333					E		
55°C 5 horas	3	1.46333						F	
55°C 4 horas	3	1.42333							G
60°C 3 horas	3	1.41333							G
55°C 3 horas	3	1.30333								H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 9: Análisis estadístico de Fibra

Tabla 25. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	11.9774	5.98868	179660.33	0.000
Tiempo	2	0.2500	0.12498	3749.33	0.000
Temperatura*Tiempo	4	0.0091	0.00227	68.17	0.000
Error	18	0.0006	0.00003		
Total	26	12.2370			

Tabla 26. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	8	12.2364	1.52955	45886.50	0.000
Error	18	0.0006	0.00003		
Total	26	12.2370			

Tabla 27. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación								
60°C 5 horas	3	11.1667	A								
60°C 4 horas	3	11.0733		B							
60°C 3 horas	3	10.9233			C						
55°C 5 horas	3	10.5233				D					
55°C 4 horas	3	10.4733					E				
55°C 3 horas	3	10.2633						F			
65°C 5 horas	3	9.5267							G		
65°C 4 horas	3	9.4433								H	
65°C 3 horas	3	9.3367									I

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 10: Análisis estadístico de Lípidos

Tabla 28. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	0.021874	0.010937	328.11	0.000
Tiempo	2	0.057985	0.028993	869.78	0.000
Temperatura*Tiempo	4	0.002593	0.000648	19.44	0.000
Error	18	0.000600	0.000033		
Total	26	0.083052			

Tabla 29. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	8	0.082452	0.010306	309.19	0.000
Error	18	0.000600	0.000033		
Total	26	0.083052			

Tabla 30. Comparaciones por parejas de Tukey: tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación				
55°C 5 horas	3	5.50333	A				
65°C 5 horas	3	5.44667		B			
55°C 4 horas	3	5.43667		B			
60°C 5 horas	3	5.41333			C		
60°C 4 horas	3	5.37333				D	
55°C 3 horas	3	5.36667				D	
65°C 4 horas	3	5.36667				D	
65°C 3 horas	3	5.33333					E
60°C 3 horas	3	5.32333					E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 11: Análisis estadístico de Carbohidratos

Tabla 31. Análisis de Varianza para los efectos principales e interacción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	0.656067	0.328033	9841.00	0.000
Tiempo	2	0.045067	0.022533	676.00	0.000
Temperatura*Tiempo	4	0.000933	0.000233	7.00	0.001
Error	18	0.000600	0.000033		
Total	26	0.702667			

Tabla 32. Análisis de Varianza para el efecto principal de las combinaciones de T° y Tiempo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	8	0.702067	0.087758	2632.75	0.000
Error	18	0.000600	0.000033		
Total	26	0.702667			

Tabla 33. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación						
65°C 5 horas	3	81.7333	A						
65°C 4 horas	3	81.6733		B					
65°C 3 horas	3	81.6333			C				
55°C 5 horas	3	81.4633				D			
55°C 4 horas	3	81.4133					E		
55°C 3 horas	3	81.3633						F	
60°C 5 horas	3	81.3533						F	
60°C 4 horas	3	81.3233							G
60°C 3 horas	3	81.2533							H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 12: Ficha de evaluación de análisis sensorial

FICHA DE EVALUACIÓN

TITULO: Obtención De Harina De Michuche

Evaluar el color, textura y olor de cada una de las muestras codificadas de acuerdo a la escala escrita de izquierda a derecha de forma creciente:

I. EVALUCIÓN DE COLOR:

	1 Menos Blanco	2	3	4	5	6	7 Muy Blanco
Muestra 101							
Muestra 202							
Muestra 303							

OBSERVACIONES:

FICHA DE EVALUACIÓN

TITULO: Obtención De Harina De Michuche

Evaluar el color, textura y olor de cada una de las muestras codificadas de acuerdo a la escala escrita de izquierda a derecha de forma creciente:

II. EVALUACIÓN DE TEXTURA:

	1 Menos Suave	2	3	4	5	6	7 Muy Suave
Muestra 021							
Muestra 035							
Muestra 048							

OBSERVACIONES:

FICHA DE EVALUACIÓN

TITULO: Obtención De Harina De Michuche

Evaluar el color, textura y olor de cada una de las muestras codificadas de acuerdo a la escala escrita de izquierda a derecha de forma creciente:

III. EVALUACIÓN DE OLOR:

	1 Menos Agradable	2	3	4	5	6	7 Muy Agradable
Muestra 230							
Muestra 325							
Muestra 434							

OBSERVACIONES:

ANEXO 13: Prueba de Friedman para el análisis sensorial de Color

Prueba de Friedman: Calificación vs. Tratamiento; Panelistas
Método

Tratamiento = Tratamiento

Bloque = Panelistas

Tabla 34. Estadísticas descriptivas de color

Tratamiento	N	Mediana	Suma de clasificaciones
55°C 3 horas	15	2.88889	51.0
55°C 4 horas	15	4.00000	76.0
55°C 5 horas	15	4.00000	83.0
60°C 3 horas	15	2.33333	30.0
60°C 4 horas	15	3.22222	65.5
60°C 5 horas	15	3.44444	66.0
65°C 3 horas	15	4.33333	84.0
65°C 4 horas	15	4.66667	102.5
65°C 5 horas	15	5.11111	117.0
General	135	3.77778	

Prueba

Hipótesis nula	H_0: Todos los efectos del tratamiento son cero
Hipótesis alterna	H_1: No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	8	48.34	0.000
Ajustado para empates	8	52.74	0.000

ANEXO 14: Prueba de Friedman para el análisis sensorial de Olor

Prueba de Friedman: Calificación vs. Tratamiento; Panelistas
Método

Tratamiento = Tratamiento

Bloque = Panelistas

Tabla 35. Estadísticas descriptivas de Olor

Tratamiento	N	Mediana	Suma de clasificaciones
55°C 3 horas	15	4.55556	69.5
55°C 4 horas	15	5.22222	92.0
55°C 5 horas	15	5.22222	93.0
60°C 3 horas	15	4.22222	64.0
60°C 4 horas	15	4.00000	60.5
60°C 5 horas	15	4.77778	88.0
65°C 3 horas	15	4.00000	55.0
65°C 4 horas	15	4.33333	75.0
65°C 5 horas	15	4.66667	78.0
General	135	4.55556	

Prueba

Hipótesis nula	H_0: Todos los efectos del tratamiento son cero
Hipótesis alterna	H_1: No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	8	13.80	0.087
Ajustado para empates	8	15.72	0.047

ANEXO 15: Prueba de Friedman para el análisis sensorial de Textura

Prueba de Friedman: Calificación vs. Tratamiento; Panelistas
Método

Tratamiento = Tratamiento

Bloque = Panelistas

Tabla 36. Estadísticas descriptivas de Textura

Tratamiento	N	Mediana	Suma de clasificaciones
55°C 3 horas	15	4.00000	65.0
55°C 4 horas	15	4.77778	85.5
55°C 5 horas	15	4.66667	88.5
60°C 3 horas	15	4.11111	65.5
60°C 4 horas	15	4.22222	68.5
60°C 5 horas	15	4.55556	86.0
65°C 3 horas	15	3.88889	61.0
65°C 4 horas	15	4.00000	62.5
65°C 5 horas	15	4.77778	92.5
General	135	4.33333	

Prueba

Hipótesis nula	H_0: Todos los efectos del tratamiento son cero
Hipótesis alterna	H_1: No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	8	11.60	0.170
Ajustado para empates	8	14.30	0.074