

**“Obtención de Almidón de dos Variedades de Malanga: *Colocasia esculenta* L.
y *xanthosoma sagittifolium* L, Mediante la Aplicación de tres Métodos Químicos, en
la Zona de Santo Domingo de los Tsáchilas”**

Rosa Isabel, Narváez Narváez

Departamento de Ciencias de la Vida de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo

Trabajo de Titulación, previo a la Obtención del Título de Ingeniería Agropecuaria

PhD Sungey Naynee, Sánchez Llaguno

Santo Domingo - Ecuador

Septiembre del 2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE DOS VARIETADES DE MALANGA: *Colocasia esculenta* L. Y *Xanthosoma Sagittifolium* L, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TRES MÉTODOS QUÍMICOS, EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS" fue realizado por la señorita Narváez Narváez Rosa Isabel el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo susente públicamente

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de septiembre del 2020

Sánchez Laguarda, Sungey Naynee Ph.D.

CC. 1205348673

URKUND	
Documento	PROYECTO DE TITULACION Srta. Narváez Narváez Rosa Isabel.docx (D78693114)
Presentado	2020-09-06 22:14 (-05:00)
Presentado por	janeira1@espe.edu.ec
Recibido	janeira1.espe@analysis.orkund.com
Mensaje	Proyecto de Investigación Srta. Narváez Narváez Rosa Isabel Mostrar el mensaje completo 6% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 11 fuentes.



Sánchez Llaguno, Sungey Nayee
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo Narváez Narváez Rosa Isabel con cedula de identidad no 2300326888, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: "OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE DOS VARIETADES DE MALANGA: *Colocasia esculenta* L. Y *Xanthosoma Sagittifolium* L. MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TRES MÉTODOS QUÍMICOS, EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, técnicos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de septiembre del 2020

Narváez Narváez Rosa Isabel
C.C. 2300326888



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo Narvéez Narvéez Rosa Isabel con cedula de identidad n° 2300326689, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE DOS VARIETADES DE MALANGA: *Colocasia esculenta* L. Y *Xanthosoma Sagittifolium* L, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TRES MÉTODOS QUÍMICOS, EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de septiembre del 2020

Narvéez Narvéez Rosa Isabel

CC. 2300326689

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios quien me brindo la fuerza necesaria para alcanzar este objetivo que en ciertos momentos parecía imposible; también a mi hermosa familia quien con su apoyo me dio todas las herramientas necesarias para no desmayar en el camino y llegar a la meta, a mi tía Dominga Narváez, quien ha sido mi segunda madre, su apoyo y consejos hicieron la persona que hoy está escribiendo este fragmento; mis primas Marjorie y Yadira gracias por su apoyo incondicional en este largo y bello camino; a mi primo Javier Bravo por su paciencia y dedicación en todo momento y finalmente a mi madre y hermanos quienes fueron el motor de lucha cada día, lo amo y los llevare siempre en el corazón .

Rosa Narváez.

Agradecimiento

A la universidad de las Fuerzas Armadas por brindarme la oportunidad de aprender y alcanzar este objetivo.

Agradezco a todos y cada uno de mis docentes por los conocimientos impartidos con nobleza y paciencia en cada área de estudio.

A mis cotutores Ing. Vinicio Uday y Fredy Enríquez por su apoyo y consejos en la investigación.

A mis docentes tutores Ph.D Sungey Sánchez y Ph.D Juan Neira quienes fueron parte importante en todo este proceso de formación, agradezco infinitamente su esfuerzo y dedicación en cada etapa de la investigación; así como también sus clases impartidas quienes hicieron en mí una persona de visión y amante por la investigación, los admiro y respeto mucho

A Oscar quien fue un apoyo incondicional y un hombro en este proceso de aprendizaje, gracias de todo corazón.

A mis amigas Mabelyn, Leonor, Yadira, Gemita, y a mi gran amiga Anita, gracias a todas por cada momento compartido, creamos bellos recuerdos que permanecerán en mí siempre. Las quiero mucho y les deseo lo todo lo bueno del mundo

Rosa Narváez

Índice de contenido

Caratula	1
Certificación	2
Análisis urkund	3
Autoría de responsabilidad	4
Autorización de publicación	5
Autoría de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenido	8
Índice de tablas	12
Índice de figuras	14
Resumen	15
Summary	16
Capítulo I	17
<i>Introducción</i>	17
<i>Objetivos</i>	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	19
<i>Hipótesis</i>	20
<i>Hipótesis para el Factor A (Variedades)</i>	20
<i>Hipótesis para el factor B (Métodos de Obtención)</i>	20
<i>Hipótesis para el factor C (Ácidos químicos)</i>	20
Capitulo III	21
Revisión de literatura	21
Malanga	21
<i>Variedades de Malanga</i>	21
<i>Variedad Colacasia (Malanga lila)</i>	21
<i>Clasificación Taxonómica de Colacasia</i>	21
<i>Variedad Xanthosoma (malanga blanca)</i>	22
<i>Generalidades del Cultivo</i>	23
<i>Requerimientos del Cultivo</i>	23
<i>Composición Nutricional</i>	24
<i>Producción</i>	25
<i>Exportaciones de la Malanga</i>	26

<i>Uso de la Malanga</i>	26
Almidones.....	26
<i>Almidones Nativos</i>	26
<i>Almidones Modificados</i>	27
<i>Estructura del Almidón</i>	27
<i>Gránulos de Almidón</i>	28
<i>Tipos de Almidón</i>	28
<i>Proteínas en el Granulo de Almidón</i>	29
Propiedades Funcionales del Almidón.....	29
<i>Viscosidad</i>	29
<i>Claridad</i>	29
<i>Hinchamiento y Solubilidad</i>	30
<i>Capacidad de Retención de Agua</i>	30
Propiedades Fisicoquímicas.....	30
<i>Gelatinización</i>	30
<i>Gelificación y Retrogradación</i>	30
Análisis Bromatológicos	31
<i>Humedad</i>	31
<i>Cenizas</i>	31
<i>Fibra</i>	31
<i>Determinación del pH</i>	32
<i>Prueba de yodo</i>	32
Capítulo III.....	33
Materiales y Métodos	33
Ubicación del Área de Investigación.....	33
<i>Ubicación Política</i>	33
<i>Ubicación ecológica</i>	33
<i>Ubicación Geográfica</i>	33
Materiales.....	35
<i>Determinación de Humedad</i>	35
<i>Determinación de Fibra</i>	35
<i>Determinación de Ceniza</i>	36
<i>Determinación de Acidez Titulable</i>	36
<i>Determinación de pH</i>	37
<i>Temperatura de Gelatinización</i>	37
<i>Prueba de almidón</i>	38

Métodos	38
<i>Obtención de los Tubérculos de Malanga</i>	38
<i>Método de Obtención de Almidón</i>	38
<i>Diagrama de Flujo para la Obtención del Almidón de Malanga</i>	39
Balanza de materiales para el tratamiento T2: Malanga blanca-decantación- ácido clorhídrico.....	41
<i>Diseño Experimental</i>	43
<i>Análisis Estadístico</i>	45
<i>Análisis funcional</i>	45
<i>Variables a Medir</i>	45
<i>Rendimiento</i>	45
<i>Análisis Bromatológicos del Almidón de Malanga</i>	46
<i>Determinación de fibra</i>	46
<i>Determinación de Humedad</i>	46
<i>Determinación de Cenizas</i>	47
<i>Determinación de Acidez Titulable</i>	47
<i>Determinación del pH</i>	48
<i>Temperatura de Gelatinización</i>	48
<i>Prueba de Almidón</i>	49
Capitulo IV	50
Resultados	50
Rendimiento del almidón de malanga para las pruebas Físicoquímicas y bromatológicas.	50
<i>Análisis de Varianza para las Variables Bromatológicas de Estudio</i>	51
<i>Análisis de Varianza para la Variable pH</i>	51
<i>Análisis de Varianza para la Variable humedad</i>	52
<i>Análisis de Varianza para la Variable acidez</i>	53
<i>Análisis de varianza para la variable Fibra</i>	54
<i>Análisis del Almidón para la Variable Ceniza</i>	55
<i>Análisis del Almidón de Malanga para la Variable Temperatura de Gelatinización</i>	56
<i>Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Variedades (Factor A)</i>	57
<i>Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Método de obtención (Factor B)</i>	60
<i>Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Reactivos químicos (Factor C)</i>	62
<i>Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Variedades*Método de obtención (Interacción A*B)</i>	64
<i>Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Variedades*Reactivos químicos (Interacción A*C)</i>	67

<i>Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Método de obtención*Reactivos químicos (Interacción B*C).....</i>	<i>70</i>
<i>Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Variedades*Método de obtención*Reactivos químicos (Interacción A*B*C)</i>	<i>73</i>
Capítulo V.....	80
Discusión	80
<i>Con respecto al factor A (Variedad).....</i>	<i>80</i>
<i>Con Respecto al Factor B (Método de Obtención).....</i>	<i>80</i>
<i>Con Respecto al Factor C (Reactivos Químicos).....</i>	<i>81</i>
<i>Con Respeto a la Interacción A x B (Variedad x Método de Obtención)</i>	<i>81</i>
<i>Con Respecto a la Interacción A x C (Variedad x Ácidos)</i>	<i>82</i>
<i>Con Respecto a la Interacción B x C (Método de Obtención x Reactivo químico)</i>	<i>83</i>
<i>Con Respecto a la Interacción AXBC (Variedad x Método de Obtención x Reactivo Químico)</i>	<i>84</i>
<i>Con Respecto a la Variable Prueba de Almidón</i>	<i>85</i>
Capítulo VI	86
<i>Conclusiones y Recomendaciones.....</i>	<i>86</i>
<i>Conclusiones</i>	<i>86</i>
<i>Recomendaciones.....</i>	<i>89</i>
Capitulo VII	90
Bibliografía	90

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Contenido Nutricional de Algunas Hojas por 100 g</i>	24
Tabla 2 <i>Contenido Nutricional de la Malanga por 100 g</i>	25
Tabla 3 <i>Producción de Malanga en el Ecuador</i>	25
Tabla 4 <i>Recursos Necesarios para la Determinación de Humedad en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.</i>	35
Tabla 5 <i>Recursos Necesarios para la Determinación de Fibra en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.</i>	35
Tabla 6 <i>Recursos Necesarios para la Determinación de Ceniza en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.</i>	36
Tabla 7 <i>Recursos Necesarios para la Determinación de Acidez Titulable en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.</i>	36
Tabla 8 <i>Recursos Necesarios para la Determinación de pH en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.</i>	37
Tabla 9 <i>Recursos Necesarios para la Determinación de pH en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.</i>	37
Tabla 10 <i>Recursos Necesarios para la Prueba de Almidón en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.</i>	38
Tabla 11 <i>Factores, Niveles Utilizados en la Obtención de Almidón de Malanga Blanca y Lila</i>	43
Tabla 12 <i>Tratamientos que se Compararon en la Obtención de Almidón de Malanga</i>	44
Tabla 13 <i>Esquema del Análisis de Varianza para la Obtención de Almidón de dos Variedades de Malanga (Colacasia esculenta; Xanthosoma sagittifolium).</i>	45
Tabla 14 <i>Análisis de Varianza para Rendimiento del Almidón de Malanga</i>	50
Tabla 15 <i>Análisis de Varianza para la Variable pH</i>	51
Tabla 16 <i>Análisis de Varianza para la Variable humedad</i>	52

Tabla 17 <i>Análisis de Varianza para la Variable Acidez</i>	53
Tabla 18 <i>Análisis de Varianza Para la Variable Fibra</i>	54
Tabla 19 <i>Análisis de Varianza para la Variable Ceniza</i>	55
Tabla 20 <i>Análisis de varianza para la Prueba de Temperatura de Gelatinización</i>	56
Tabla 21 <i>Prueba de significancia de Tukey para Variedades (Factor A)</i>	57
Tabla 22 <i>Prueba de significancia de Tukey para Método de obtención (Factor B)</i>	60
Tabla 23 <i>Prueba de significancia de Tukey para Reactivos químicos (Factor C)</i>	62
Tabla 24 <i>Prueba de Significancia de Tukey para Variedades*Método de Obtención (Interacción A*B)</i>	64
Tabla 25 <i>Prueba de significancia de Tukey para Variedades* Reactivos Químicos (Interacción A*C)</i>	67
Tabla 26 <i>Prueba de Significancia de Tukey para Método de Obtención*Reactivos Químicos (Interacción B*C)</i>	70
Tabla 27 <i>Prueba de significancia de Tukey para Variedades*Método de obtención*Reactivos químicos (Interacción A*B*C)</i>	74

Índice de figuras

Figura 1. <i>Ciclo Vegetativo de la Malanga</i>	22
Figura 2 <i>Estructura química de la amilosa</i>	27
Figura 3 <i>Estructura química de la amilopectina</i>	28
Figura 4 <i>Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación</i>	34
Figura 5 <i>Diagrama de Flujo para la Obtención de Almidón de Malanga Blanca y Lila por el Método de Centrifugación.</i>	39
Figura 6 <i>Diagrama de Posesos de la Obtención de Almidón de Malanga, Mediante el Método de Decantación</i>	40
Figura 7 <i>Prueba de significancia de Tukey para Variedades (Factor A)</i>	58
Figura 8 <i>Prueba de significancia de Tukey para Método de obtención (Factor B)</i>	61
Figura 9 <i>Prueba de significancia de Tukey para Reactivos químicos (Factor C)</i>	63
Figura 10 <i>Prueba de Significancia de Tukey para Variedades*Método de Obtención (Interacción A*B)</i>	65
Figura 11 <i>Prueba de Significancia de Tukey para Variedades* Reactivos Químicos (Interacción A*C)</i>	68
Figura 12 <i>Prueba de significancia de Tukey para Método de Obtención*Reactivos químicos (Interacción B*C)</i>	72
Figura 13 <i>Prueba de significancia de Tukey para Variedades*Método de obtención*Reactivos químicos (Interacción A*B*C)</i>	75
Figura 14 <i>Prueba de Almidón Yodo Lugol</i>	78

Resumen

La malanga es una fuente importante en la alimentación ecuatoriana y uno de los principales productos de exportación. El almidón se obtuvo de la variedad blanca: (*Xanthosoma sagittifolium* L) y la rosada (*Colocasia esculenta* L) mediante el métodos de decantación se pesó una cantidad determinada de tubérculo, retirar la cascara, licuar y filtrar, dejando decantar por varias horas para extraer el almidón; una vez filtrada la solución se procedió a colocar en tubos de ensayo y se llevó a la centrifuga por algunos minutos de acuerdo al procedimiento establecido; los métodos de extracción fueron aplicados a las dos variedades de malanga; así mismo luego se agregaron los reactivos químicos en relación 1:1. Se evaluaron variables como: prueba de almidón, cenizas, acidez titulable, pH, fibra, temperatura de gelatinización y humedad. Los resultados manifestaron con la prueba de tukey ($P>0,05$). El pH fue mayor en el tratamiento T8 fue de 6,73. El tratamiento T3 fue de 6,24. El tratamiento T4 de pH de 6,14. La humedad fue menor en el tratamiento T2 con 9,85 %. La temperatura de gelatinización fue mayor en el almidón de variedad de malanga obtenido con ácido cítrico por el método de decantación. De esta manera el almidón de malanga está dentro de las normas INEN 524.

Palabras clave: *Malanga, Almidón, Decantación, centrifugación, reactivos químicos*

Summary

Taro is an important source in Ecuadorian food and one of the main export products. The starch was obtained from the white variety: (*Xanthosoma sagittifolium* L) and the pink variety (*Colocasia esculenta* L) by means of decantation methods, a determined quantity of tuber was weighed, remove the peel, liquefy and filter, letting decant for several hours to extract starch; once the solution was filtered, it was placed in test tubes and placed in the centrifuge for a few minutes according to the established procedure; the extraction methods were applied to the two varieties of taro; likewise then the chemical reagents were added in a 1: 1 ratio. Variables such as: starch test, ash, titratable acidity, pH, fiber, gelatinization temperature and humidity were evaluated. The pH was higher in treatment T8 was 6.73. The T3 treatment was 6.24. Treatment T4 with a pH of 6.14. The humidity was lower in treatment T2 with 9.85%. The gelatinization temperature was higher in taro variety starch obtained with citric acid by the decantation method. In this way, taro starch is within the INEN 524 standards.

Keywords: *Malanga, Starch, Decantation, centrifugation, chemical reagents*

Capítulo I

Introducción

La malanga (*Colacasia esculenta L.*), debido a su rápido desarrollo vegetativo y a su fácil propagación es una de los principales cultivos de las zonas tropicales del Ecuador, su alto valor nutricional hace que sea posible utilizar tecnologías sencillas y aprovechar este recurso agrícola transformándolo en almidón de malanga, el cual servirá como materia prima para numerosos productos alimenticios como: balanceados, galletas, snacks, pan, avenas entre otros (Torres, Paez, & Ortega, 2012).

En el país la malanga no ha sido industrializada, ya que únicamente se ha elegido los tubérculos de mejor calidad para ser destinados a la exportación; por lo tanto la elaboración de nuevos subproductos como almidones, ya sea para la alimentación de animales como para el ser humano es un factor importante, con ello se pretende aprovechar las propiedades nutritivas y organolépticas del tubérculo (Moyano, 2013).

En el Ecuador las principales fuentes empleadas para la obtención de almidón son: maíz, papa, yuca y camote en la industria alimentaria, debido a que aportan nutrientes y su proceso de obtención es sencillo (Torres, Montero, & Gonzales, 2014). Así mismo las formas de obtención y fuentes empleadas no son las correctas.

Medina, y otros (2010), en su investigación evaluaron dos métodos químicos no convencionales de extracción de almidón a partir de cotiledones de mango; empleando agua destilada e hidróxido de sodio (NaOH) como reactivos químicos para su procesamiento, con ello determinaron la composición química proximal el almidón.

Suarez, Ramos, Guerra, García, & Palazuelos, (s.f.) en su investigación, realizaron la comparación de tres métodos químicos (Ácido clorhídrico, Acido fosfórico y Acido cítrico) para la obtención de almidón resistente de maíz; obteniendo como resultados que el tratamiento donde se aplicó ácido clorhídrico dio mejores resultados, debido a que el ácido

hidrolizó la amilopectina formando moléculas lineales de almidón, ayudando a una mejor nucleación y elongación de las cadenas de almidón.

El consumo de almidones con altos contenidos de gluten provoca afecciones a la salud, debido a que hay personas que son intolerantes a este polisacárido. Es por ello que el almidón de malanga es una excelente fuente nutricional, debido a que posee una deficiencia significativa en gluten, así como también un alto contenido de proteína en relación con los almidones derivados de papa, yuca, maíz, camote entre otros.

El desconocimiento del contenido nutricional de este tubérculo y al poco o ningún hábito alimenticio por parte del consumidor interno, lo que incide a que este producto no sea aprovechado.

La falta de nuevas tecnologías y formas obtención de almidón de malanga y la poca de innovación e industrialización ocasiona desperdicio del producto rechazo (que no se exporta) generando pérdidas económicas. Lo que ocasiona una disminución de las utilidades para el productor ya que no conoce los beneficios extras que se le podría dar a este tubérculo, reducción en la producción de este cultivo y el abandono de zonas cultivadas en el Ecuador.

Objetivos

Objetivo general

Obtener almidón a partir de dos variedades de malanga: *Colocasia esculenta* L y *Xanthosoma sagittifolium* L, mediante la aplicación de tres métodos químicos, en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Objetivos específicos

- Evaluar la calidad del almidón de dos variedades de malanga mediante los siguientes parámetros: pH, acidez, fibra cruda, ceniza, humedad, temperatura de gelatinización y prueba de almidón.
- Comparar los métodos químicos: ácido cítrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico, empleados para la obtención del almidón y su incidencia en las propiedades del almidón
- Evaluar las dos formas de obtención de almidón: decantación y centrifugación de las dos variedades de malanga.

Hipótesis

Hipótesis para el Factor A (Variedades)

Ho: No existe diferencia en el almidón obtenido de las variedades de malanga lila y blanca.

Ha: Si existe diferencia en el almidón obtenido de las variedades de malanga lila y blanca

Hipótesis para el factor B (Métodos de Obtención)

Ho: El método de obtención: decantación y centrifugación, no afecta el rendimiento del almidón

Ha: El método de obtención: decantación y centrifugación, si afecta el rendimiento del almidón.

Hipótesis para el factor C (Ácidos químicos)

Ho: La aplicación de ácidos: clorhídrico, cítrico y fosfórico no influye en las propiedades en las propiedades bromatológicas del almidón de malanga.

Ha: La aplicación de ácidos: clorhídrico, cítrico y fosfórico si influye en las propiedades en las propiedades bromatológicas del almidón de malanga.

Variedad *Xanthosoma* (malanga blanca)

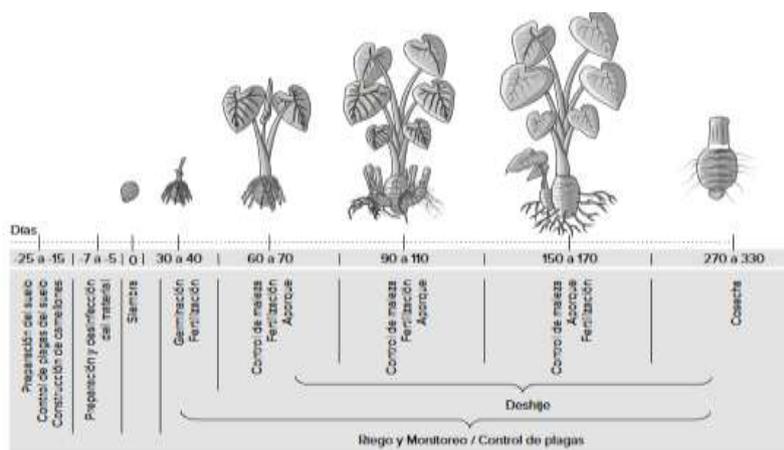
La malanga blanca posee hojas de color verde, un pseudotallo con escasas manchas violetas hacia la base. Sus cormos son muy cortos, con yemas de color ligeramente crema y cierta tonalidad violeta; así mismo la pulpa de sus frutos es blanquecino (MINAG, 2018).

- Tipo Angiosperma
- Clase Monocotiledoneae
- Orden Spadiciflorae
- Familia Araceae
- Genero *Xanthosoma*
- Especie *Xanthosoma sagittifolium* L.

Nota: Adaptado de MINAG, (2018). Malanga blanca

Figura 1.

Ciclo Vegetativo de la Malanga



Nota: Adaptado de MINAG, (2018). Malanga blanca

Generalidades del Cultivo

- **Raíz:** mide de 0,80 a 1,20 m de largo y un grosor de 3 a 5 mm de diámetro.
- **Cormo:** Subterráneo con una forma elipsoidal.
- **Pseudotallo:** posee algunas vainas foliares superpuestas que simulan a simple vista un tallo verdadero.
- **Hoja:** forma un pequeño pseudotallo, donde se encuentran ligeramente enrolladas.
- **Flor:** mide de 9 a 80 cm de largo, con un ancho de 43 cm, ubicándose en posición axilar.
- **Fruto:** es una baya subglubulosa que mide de 3.5 a 5 cm de largo con 2,5 a 2,9 cm de diámetro.
- **Semilla:** ligeramente de color café claro de forma elipsoidal. (INATEC, s.f.).

Requerimientos del Cultivo

- **Altitud:** se desarrolla en altitudes no superiores a los 1500 msnm (Quiroz, 2010).
- **Precipitación:** requiere una precipitación promedia entre los 1800 y 2500 mm/año, sin embargo es tolerante a periodos de sequía lo que provocaría una baja en la producción por la marchitez de sus grandes hojas (Quiroz, 2010).
- **Temperatura:** requiere una temperatura entre los 25-30 °C; sin embargo es tolerante a temperaturas de no menos 20 °C. una baja en la temperatura retrasa el crecimiento y disminuye el proceso de fotosíntesis (Quiroz, 2010).
- **Tipo de suelo:** el cultivo se adapta a un pH que oscila entre 5,5 a 6,5; sin embargo es tolerante a pH de 4,5 hasta 7,5, tomando en cuenta que esto provoca una baja en la producción (Quiroz, 2010).

Composición Nutricional

El follaje de la variedad *Xanthosoma* posee un alto contenido nutricional como hierro (Fe) y vitaminas C, B12 y, lo que podría ser consumido de forma tradicional como la mayoría de las hortalizas de hoja; así mismo sus cormos poseen alto contenido nutricional y es el producto que se exporta al mercado nacional e internacional. En la tabla 1 se muestra una tabla comparativa del contenido nutricional de algunas hojas (Alarcón, 2013).

Tabla 1

Contenido Nutricional de Algunas Hojas por 100 g

Alimento	Proteína (g)	Calcio(mg)	Vitamina C (mg)	Vitamina A (UI)
Malanga	4,4	268	142	29,38
Espinaca	2,9	66	40	1,06
Acelga	2,9	62	6	1,33

Nota: Adaptado de Moyano, (2013).

La malanga a diferencia de la papa y yuca es una fuente alta de proteína y carbohidratos lo que hace que sea un alto sustento de energía. Su fruto es consumido por su alta digestibilidad, ya que los gránulos de almidón que posee el tubérculo son muy pequeños (Moyano, 2013).

Tabla 2*Contenido Nutricional de la Malanga por 100 g*

Alimento	Agua	Carbohidratos	Grasas (%)	Fibra (%)	Proteína (%)
Malanga	67,2	29,8	0,2	0,7	3,0
Papa	77,8	19,1	1,0	4,0	2,0
Yuca	62,5	34,7	0,3	1,1	1,2

Nota: Adaptado de Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP, (2010).

Producción

En el Ecuador la malanga es cultivada principalmente en las provincias de Esmeraldas, Napo, Sucumbíos, Orellana, Pastaza, Santo Domingo y Morona Santiago (DÍAZ, 2017).

Tabla 3*Producción de Malanga en el Ecuador*

Provincia	Superficie Cosechada (ha)	Cantidad Cosechada (ha)	Cantidad vendida (ha)
Morona Santiago	46,44	30,65	7,40
Santo Dominga	38,82	149,56	149,56
Manga Del Cura	4,91	43,11	43,11
Los Ríos	8,86	67,07	67,07
Guayas	4,27	8,71	8,71

Nota: Adaptado de Díaz, (2017).

Exportaciones de la Malanga

La malanga en nuestro país el 49 % es destinada a la exportación, según PROECUADOR, (s.f.) en el 2016 Ecuador fue el principal país exportados de este tubérculo. Los países consumidores de malanga son Estados Unidos con un 94,8 % y Puerto Rico con un 4,8 %; sin embargo Ecuador Aporta tan solo con el 0,18 % (Moyano, 2013).

Uso de la Malanga

El follaje de este fruto es consumido en ensaladas por muchas personas en todo el mundo, su tubérculo se usa para sopas, empanadas, bocadillos, tortillas, pan, pasteles, alcohol y una infinidad de productos comestibles, es por ello que se considera una cultivo multiusos (Moyano, 2013).

Almidones

El almidón es la principal fuente de carbohidratos usado en la industria alimenticia, así mismo es empleado en l industria del papel, adhesivos y empaques biodegradables. Este polisacárido al ser muy empleado en diferentes producciones es necesario buscar nuevas fuentes de obtención (Torres, Montero, & Gonzales, 2014).

Almidones Nativos

Se llama almidones nativos aquellos que su estructura molecular no se ha modificado es decir se ha conservado intacta; sin embargo son poco usados en el campo industrial (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

Las propiedades más importantes a considerar para determinar la utilización del almidón en la elaboración de alimentos y otras aplicaciones industriales incluyen las fisicoquímicas: gelatinización y retrogradación; y las funcionales: solubilidad, hinchamiento, absorción de agua, sinéresis y comportamiento reológico de sus pastas y geles (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

Almidones Modificados

Los gránulos de almidón son tratados química, física y bioquímicamente para causar la ruptura de algunas o todas las moléculas. La modificación del almidón permite realzar o inhibir propiedades como consistencia, poder aglutinante, estabilidad a cambios en el pH y temperatura y mejorar su gelatinización, dispersión o fluidez. Las principales modificaciones son la degradación, la pregelatinización y la derivatización (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

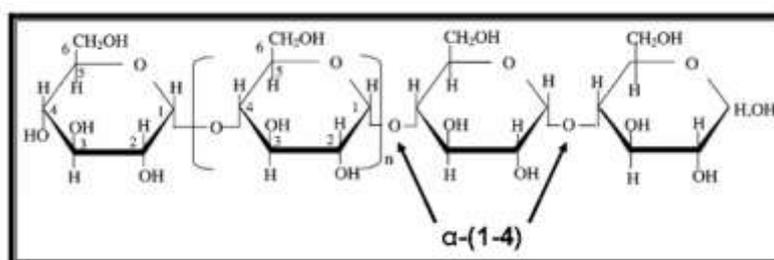
Estructura del Almidón

El almidón no es realmente un polisacárido, sino la mezcla de dos, la amilosa y la amilopectina. Ambos están formados por unidades de glucosa, en el caso de la amilosa unidas entre ellas por enlaces a 1-4 lo que da lugar a una cadena lineal. En el caso de la amilopectina, aparecen ramificaciones debidas a enlaces a 1-6 (Calvo, s.f.).

La amilosa es una cadena teóricamente lineal, pero en la práctica existen algunas sustituciones iguales a las de la amilopectina, una cada varios centenares de moléculas, que no modifican sus propiedades. El peso molecular de las cadenas de amilosa es del orden de un millón (Calvo, s.f.).

Figura 2

Estructura química de la amilosa

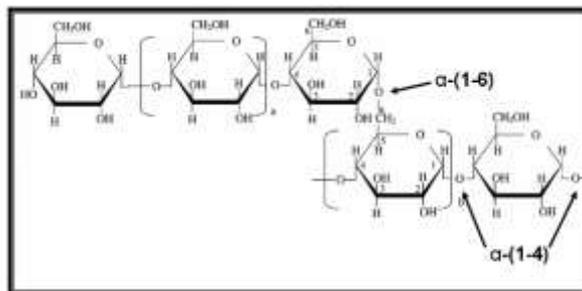


Nota: Adaptado de Benitez, (2008).

En la amilopectina se encuentran dos tipos de enlace entre las unidades de glucosa, los a 1-4 como en la amilosa, y los a 1-6 que dan lugar a las ramificaciones (Calvo, s.f.).

Figura 3

Estructura química de la amilopectina



Nota: Adaptado de Benitez, (2008).

La amilopectina tiene un peso molecular mucho mayor que la amilosa, alrededor de 107 109 kDa. Dependiendo de la fuente botánica, la amilopectina es el principal componente en la mayoría de los almidones (70-80%), alcanzando en ciertos casos, niveles de hasta 98-99% en los almidones tipo cerosos (Benitez, 2008).

Gránulos de Almidón

El tamaño de los gránulos de almidón en los cereales y tubérculos está entre dos y cien micras, dependiendo del vegetal, aunque en un mismo vegetal aparece una cierta heterogeneidad de tamaño. Los gránulos de almidón de arroz están entre los más pequeños, y los del almidón de patata, entre los más grandes, en los extremos del rango de tamaños indicado. La forma suele ser redondeada, pero también aparecen gránulos de forma alargada o más o menos irregular (Calvo, s.f.).

Tipos de Almidón

En general los almidones contienen entre el 20% y el 30% de amilosa, aunque existen excepciones. En el maíz céreo, llamado así por el aspecto del interior del grano, casi no existe amilosa, mientras que en las variedades amiláceas representa entre el 50% y el 70%. En el caso de la papa, la presencia de grupos fosfato crea repulsiones entre cargas negativas, lo que facilita la separación de las cadenas y su interacción con el agua (Calvo, s.f.).

Las propiedades tecnológicas del almidón dependen mucho de su origen y de la relación amilosa/amilopectina, ya sea cuando forma parte de un material complejo (harina) como cuando se utiliza purificado. Así, el almidón del maíz céreo produce geles claros y cohesivos, mientras que el almidón de arroz forma geles opacos. El almidón de papa y el de la yuca se hidratan muy fácilmente, dando dispersiones muy viscosas, pero en cambio no producen geles resistentes (Calvo, s.f.).

Proteínas en el Granulo de Almidón

Además de amilosa y amilopectina, los gránulos de almidón contienen otros componentes minoritarios como son proteínas, lípidos y minerales.

Las proteínas son compuestos de alto peso molecular que se encuentran asociados al granulo de almidón, se pueden dividir en dos grandes categorías: 1) proteínas de almacenamiento, las cuales permanecen unidas indirectamente a la superficie del gránulo, son solubles en agua y 2) proteínas asociadas al gránulo de almidón, están unidas a la superficie del gránulo de almidón y/o conforman su estructura interna (Benitez, 2008).

Propiedades Funcionales del Almidón

Viscosidad

La viscosidad se obtiene después de mezclar y calentar una suspensión acuosa de almidón, manteniéndola a una temperatura por un tiempo deseado enfriada a una velocidad definida, puede medirse por diferentes métodos (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

Claridad

La claridad de una pasta de almidón es otro de sus atributos importantes. El almidón es empleado como relleno en repostería debido a su capacidad de ser transparente, y en el caso de aderezos para ensaladas, el almidón debe ser opaco. La claridad varía considerablemente con la fuente de almidón, con la proporción de amilosa/amilopectina y

puede ser alterada por modificaciones químicas o enzimáticas de los gránulos, y por la adición de solutos (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

Hinchamiento y Solubilidad

Cuando el almidón se pone en contacto con agua caliente, los gránulos se hinchan y una porción del almidón se disuelve en el medio acuoso circulante. El grado de hinchamiento y la cantidad de solubles dependerá de la especie de almidón y del tipo y magnitud de la modificación (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

Capacidad de Retención de Agua

El almidón tiene la habilidad de enlazar las moléculas de agua. Esta propiedad es muy importante en las aplicaciones del almidón, debido a que el uso de este polisacárido se muy variado, tal como en el área de alimentos y cosméticos, donde se requiere una textura seca o con consistencia (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

Propiedades Fisicoquímicas

Gelatinización

La gelatinización es de gran importancia en muchas operaciones de procesamiento de alimentos. Los procesos como al elaboración de pan, tortillas, productos de pasta, la fabricación de botanas y salsas, todas ellas son dependientes de la gelatinización del almidón para producir esa textura deseada (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

Gelificación y Retrogradación

Las moléculas de amilosa tienen una fuerte tendencia a asociarse a través de la formación de puentes de hidrogeno con otras moléculas de amilosa adyacentes cuando la solución se enfría, o al mantenerla por largo periodo de tiempo (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

La retrogradación es un fenómeno complejo y depende de muchos factores como la fuente de almidón, concentración de almidón, regímenes de calentamiento y enfriamiento, pH, y la presencia de solutos como lípidos, electrolitos, y azúcares; por ejemplo, repetición

de ciclos de congelamiento-deshielo, los cuales son conocidos por acelerar drásticamente la retrogradación y sinéresis. La principal influencia de la retrogradación es en la textura, aceptabilidad, y digestibilidad de los alimentos que contienen almidón (Galan, Olguin, Loayza, & Severich, 2014).

Análisis Bromatológicos

Humedad

La materia seca que permanece en el alimento posterior a la remoción del agua se conoce como sólidos totales. Por tal razón es importante así mismo, vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14%, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias. Este método se basa específicamente en el secado de una determinada muestra para la cual se emplea una estufa y su determinación se da por diferencia de peso entre el material seco y el material húmedo (Naula, 2016).

Cenizas

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que después de calcinar la materia orgánica. Este proceso se realiza para poder cuantificar o determinar los minerales presentes en una determinada muestra así también para poder saber si hay adulteraciones como la adición de talco o sales. Generalmente Los alimentos contienen pequeñas cantidades de materiales inorgánicos que varían en composición y en concentración (Naula, 2016).

Los cationes y aniones más abundantes son: K, Ca, Na, Mg, SO₄, Cl, CO₃

Fibra

También se la denomina fibra cruda la cual se realiza por medio de hidrólisis con H₂SO₄ y NaOH, la fibra corresponde a la parte orgánica no nitrogenada ya que esta contiene un 90% de celulosa y 15% de lignina (compuestos insolubles) estructuras comunes en la estructura de las plantas. El objetivo principal de este método es medir la cantidad de

carbohidratos empleando distintas técnicas colorimétricas obteniendo cantidad de fibra presente en los alimentos que tiene un origen vegetal (Naula, 2016).

Determinación del pH

Desde una aproximación simplificada, el pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra (Naula, 2016).

Prueba de yodo

Es una reacción química usada para determinar la presencia o alteración de almidón u otros polisacáridos. Una solución de yodo - diyodo disuelto en una solución acuosa de yoduro de potasio reacciona con el almidón produciendo un color púrpura profundo (Aguilar C. , 2014).

Esta reacción es el resultado de la formación de cadenas de poliyoduro a partir de la reacción del almidón con el yodo presente en la solución de un reactivo llamado Lugol. La amilosa, el componente del almidón de cadena lineal, forma hélices donde se juntan las moléculas de yodo, formando un color azul oscuro a negro. (Aguilar C. , 2014).

CAPITULO III

Materiales y Métodos

Ubicación del Área de Investigación

Ubicación Política

- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo
- Parroquia: Luz de América
- Dirección: Vía Quevedo-Santo Domingo km 35

Ubicación ecológica

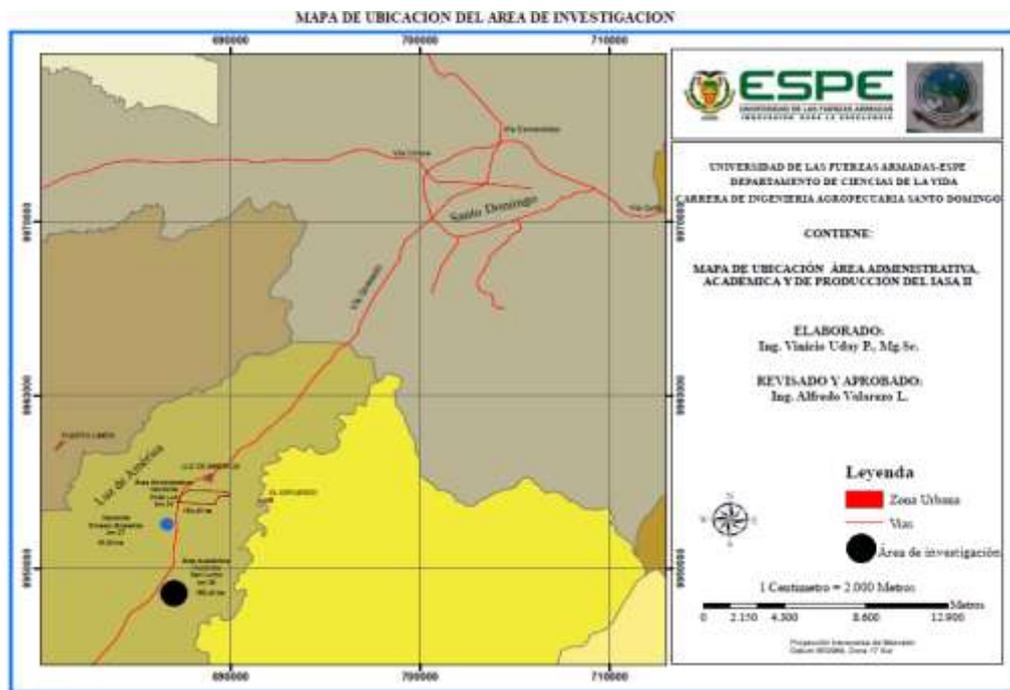
- Zona de vida: Bosque húmedo subtropical
- Altitud: 625 m.s.n.m.
- Temperatura: 24 – 26 °C
- Precipitación: 2800 mm/año.
- Humedad relativa: 85%
- Eliofania: 680h luz/año

Ubicación Geográfica

El presente ensayo de investigación se desarrolló en los laboratorios de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Santo Domingo en el km 35 Vía Santo Domingo – Quevedo en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas cantón Santo Domingo.

Figura 4

Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación



Nota: Adaptado de Martínez , Jandry, & David Tapia , (2013) .

- Latitud: 00° 24´ 36"
- Longitud: 79° 18´ 43"
- Altitud: 270 msnm

Vegetación: Predominantemente pasturas, especies forestales, cultivos anuales y perennes

Materiales

Determinación de Humedad

Tabla 4

Recursos Necesarios para la Determinación de Humedad en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.

Equipos	Materiales e insumos	Muestras
Balanza	Cajas Petri	Almidón lila
Estufa	Desecador	Almidón blanca

Determinación de Fibra

Tabla 5

Recursos Necesarios para la Determinación de Fibra en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.

Equipos	Materiales e insumos	Reactivos	Muestras
Equipo de fibra	Crisoles	Ácido sulfúrico	Almidón blanco
Estufa		Octanol	Almidón lila
Mufla		Agua destilada	
		Oxido de sodio	
		Acetona	

Determinación de Ceniza**Tabla 6**

Recursos Necesarios para la Determinación de Ceniza en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.

Equipos	Materiales e insumos	Reactivos	Muestras
Equipo de fibra	Crisoles	Ácido sulfúrico	Almidón blanco
Estufa		Octanol	Almidón lila
Mufla		Agua destilada	
		Oxido de sodio	
		Acetona	

Determinación de Acidez Titulable**Tabla 7**

Recursos Necesarios para la Determinación de Acidez Titulable en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.

Equipos	Materiales e insumos	Reactivos	Muestras
Cocineta	Matraz Erlenmeyer	Alcohol al 90 %	Almidón lila
Agitador	Pipeta	Fenolftaleína	Almidón blanca
		NaOH	

Determinación de pH**Tabla 8**

Recursos Necesarios para la Determinación de pH en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.

Equipos	Materiales e insumos	Reactivos	Muestras
Balanza		Agua destilada	Almidón lila
Medidor de pH	Vaso de precipitación		Almidón blanco

Temperatura de Gelatinización**Tabla 9**

Recursos Necesarios para la Determinación de pH en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.

Equipos	Materiales e insumos	Reactivos	Muestras
Balanza		Agua destilada	Almidón lila
Medidor de pH	Vaso de precipitación		Almidón blanco

Prueba de almidón

Tabla 10

Recursos Necesarios para la Prueba de Almidón en el Almidón de Malanga de la Variedad Blanca y Lila.

Equipos	Materiales e insumos	Reactivos	Muestras
Balanza	Tubos de ensayo	Yodo lugol	Almidón lila
	Gradillas porta tubos de ensayo	Agua destilada	Almidón blanco
	Varilla de agitación		

Métodos

Obtención de los Tubérculos de Malanga

Para la obtención del almidón de malanga se adquirió los tubérculos rechazo de la exportadora de malanga FGenterprise ubicada en el km 16 de la vía Quevedo Santo Domino.

Método de Obtención de Almidón

El almidón se obtuvo de dos variedades de malanga: blanca y lila, por medio de dos métodos de obtención: decantación y centrifugación aplicando tres reactivos químicos.

En el establecimiento del ensayo se emplearon dos variedades de malanga blanca y lila, de las cuales se obtuvo el almidón mediante dos métodos (decantación y centrifugación), aplicando tres reactivos químicos (ácido cítrico, clorhídrico y fosfórico), correspondiendo a 12 tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Una vez culminado la fase de obtención del almidón se procedió a evaluar las variables propuestas en la investigación.

Diagrama de Flujo para la Obtención del Almidón de Malanga

Para la obtención del almidón de malanga se tomó como referencia el siguiente diagrama de flujo del proceso de extracción, tanto para decantación como para centrifugación:

Figura 5

Diagrama de Flujo para la Obtención de Almidón de Malanga Blanca y Lila por el Método de Centrifugación.

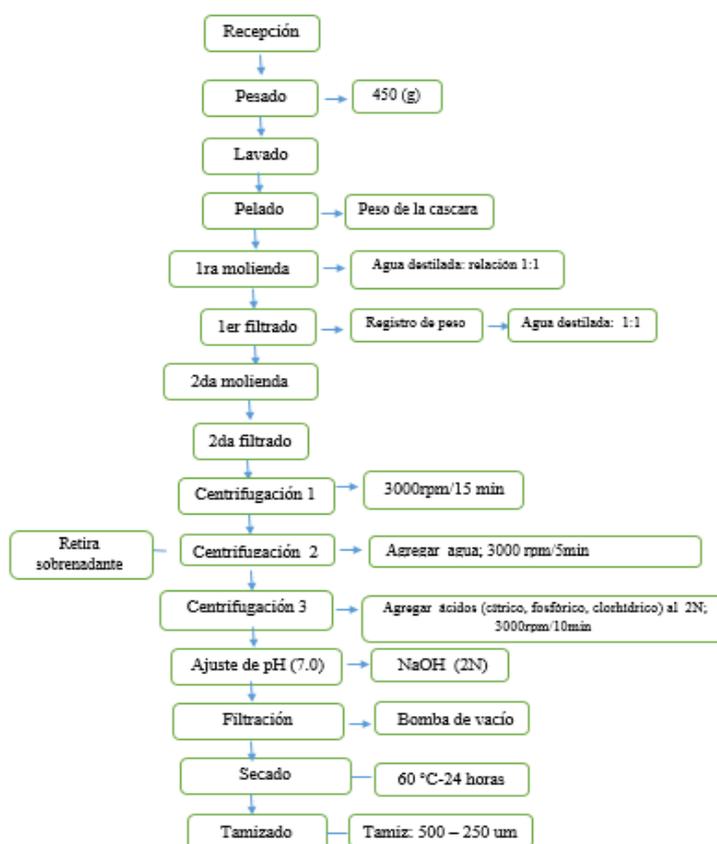
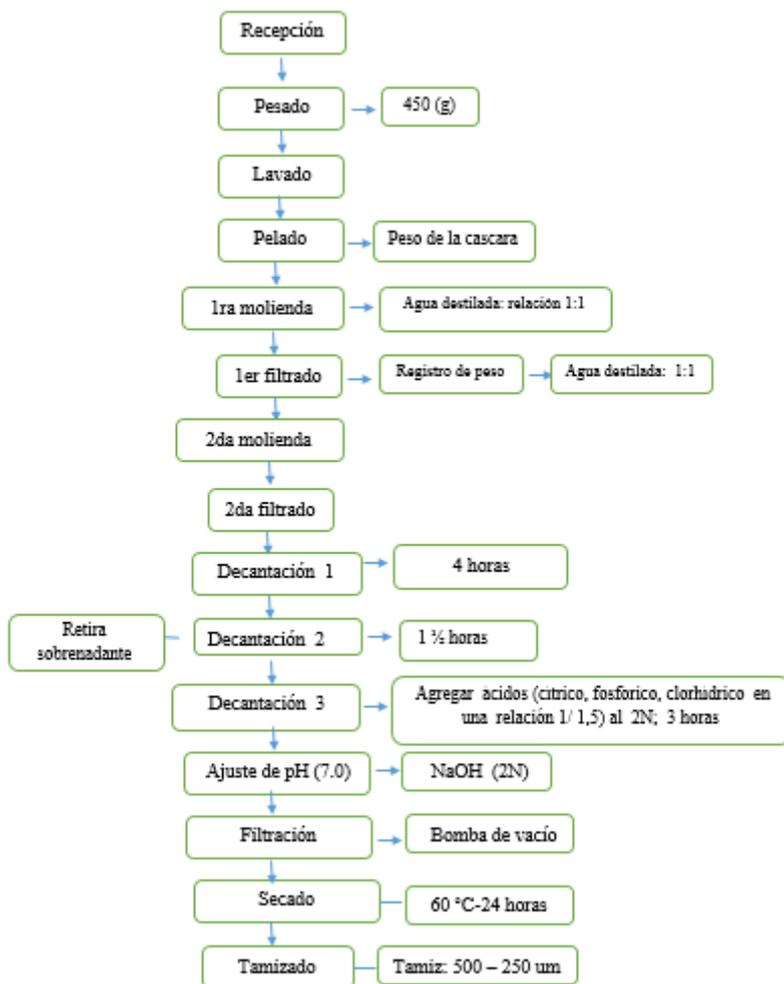


Figura 6

Diagrama de Posesos de la Obtención de Almidón de Malanga, Mediante el Método de Decantación



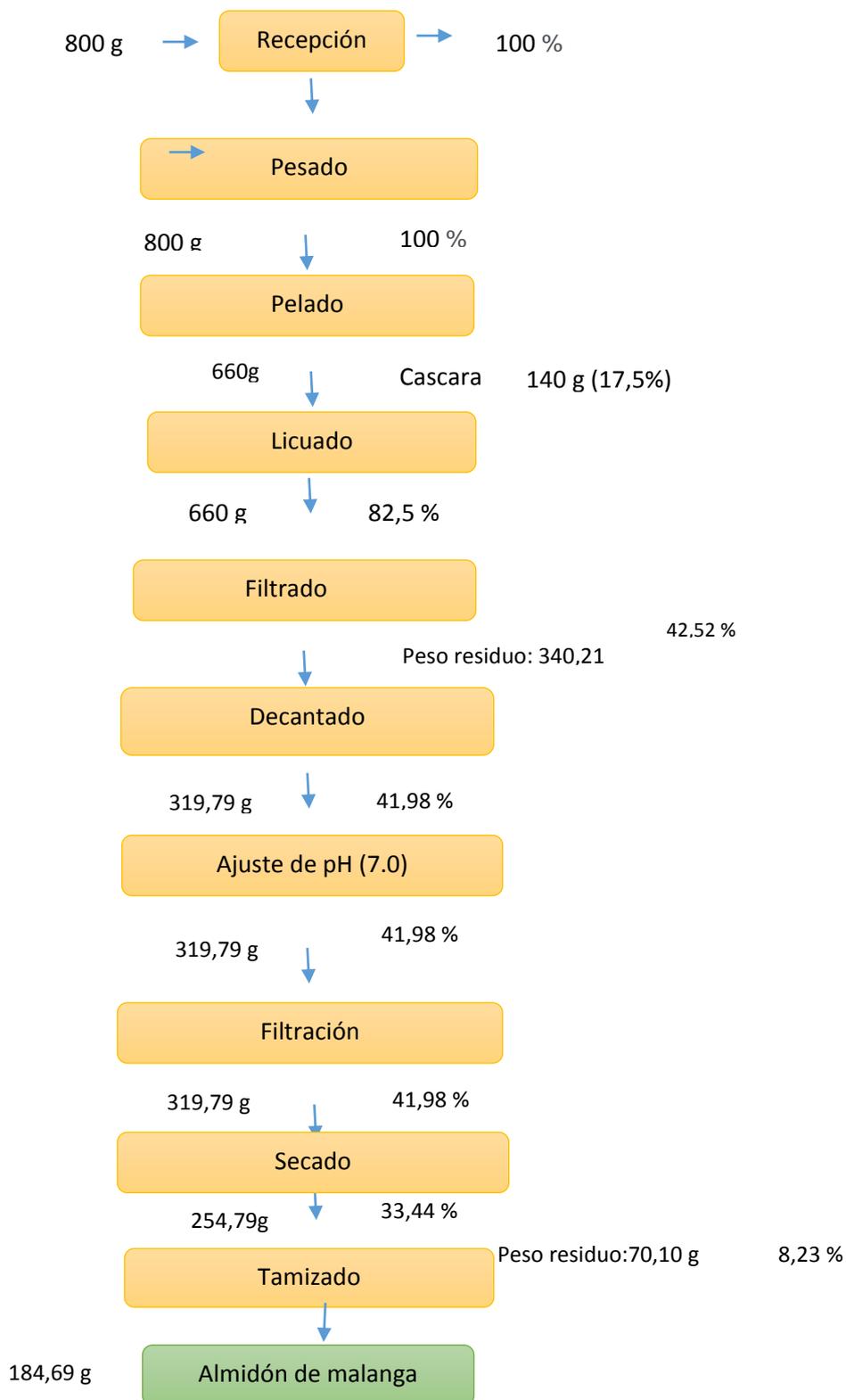
Balanza de materiales para el tratamiento T2: Malanga blanca-decantación- ácido clorhídrico



$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100\%$$

$$R = \frac{210,26 \text{ g.}}{800 \text{ g.}} * 100\% = 26,28 \%$$

Balanza de materiales para el tratamiento: T7: Malanga lila-decantación- ácido cítrico



$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100\%$$

$$R = \frac{189,69 \text{ g.}}{800 \text{ g.}} * 100\%$$

$$R = 23,08 \%$$

Diseño Experimental

Factores y niveles a probar

Tabla 11

Factores, Niveles Utilizados en la Obtención de Almidón de Malanga Blanca y Lila

Factores

Variedad de malanga (V)

Métodos de obtención (M)

Reactivos químicos (R)

Niveles

v₀ = Blanca

v₁ = lila

m₀ = Decantación

m₁ = Centrifugación

r₀ = Ácido cítrico

r₁ = Ácido clorhídrico

r₂ = Ácido fosfórico

Tratamientos a comparar

Tabla 12

Tratamientos que se Compararon en la Obtención de Almidón de Malanga

Tratamiento	Factores	Descripción
T1	$v_0m_0r_0$	Blanca + Decantación+ ácido cítrico
T2	$v_0m_0r_1$	Blanca + Decantación+ ácido clorhídrico
T3	$v_0m_0r_2$	Blanca + Decantación+ ácido Fosfórico
T4	$v_0m_1r_0$	Blanca + Centrifugación + ácido cítrico
T5	$v_0m_1r_1$	Blanca +Centrifugación+ ácido clorhídrico
T6	$v_0m_1r_2$	Blanca + Centrifugación+ ácido Fosfórico
T7	$v_1m_0r_0$	Lila + Decantación+ ácido cítrico
T8	$v_1m_0r_1$	Lila + Decantación+ ácido clorhídrico
T9	$v_1m_0r_2$	Lila + Decantación+ ácido Fosfórico
T10	$v_1m_1r_0$	Lila + Centrifugación + ácido cítrico
T11	$v_1m_1r_1$	Lila +Centrifugación+ ácido clorhídrico
T12	$v_1m_1r_2$	Lila + Centrifugación+ ácido Fosfórico

Tipo de diseño. Se aplicó un esquema Trifactorial (A=2 X B=2 X C=3) conducido en un diseño de bloques completamente al azar.

Repeticiones. Cada tratamiento presento tres repeticiones

Análisis Estadístico**Esquema de Análisis de Varianza****Tabla 13**

Esquema del Análisis de Varianza para la Obtención de Almidón de dos Variedades de Malanga (Colacasia esculenta; Xanthosoma sagittifolium).

Fuentes de variación	Formula	Grados de libertad
Bloque	R-1	2
Variedades (V)	V-1	1
Métodos de obtención (M)	M-1	1
Reactivos químicos (R)	R-1	2
V x M	(V-1)(M-1)	1
V x R	(V-1)(R-1)	2
M x R	(M-1)(R-1)	2
V x M x R	(V-1)(M-1) (R-1)	2
Error Experimental	(t-1)- (T-1)	22
Total	(t-1)	35
Coeficiente de variación		

Análisis funcional.

Para la identificación de los resultados se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$), para los diferentes factores y tomar una decisión correcta.

Variables a Medir**Rendimiento**

El rendimiento se evaluó en gramos por cada 400 gramos de tubérculo.

Análisis Bromatológicos del Almidón de Malanga

Determinación de fibra

Se tomó 2 g/crisol de cada tratamiento, y se colocó los crisoles en la máquina de fibra, luego se aplicó 100ml de ácido sulfúrico, 10 gotas de octanol, dejar hervir durante 30 minutos, luego se evacuó el líquido lavando con agua destilada 200 ml en cada uno.

Posterior a esto se aplicó 100 ml de óxido de sodio, 10 gotas de octanol, se dejó hervir durante 30 minutos, luego se evacuó nuevamente el líquido lavando con agua destilada 30 ml en cada uno (Nogales, 2018).

Se retiró los crisoles y colocó 10 ml de acetona en cada crisol, dejando 10 minutos en reposo, luego se llevó a la bomba de vacío.

Se colocó los crisoles en la estufa a 100°C durante 24 horas, al enfriarse se tomó el peso. Finalmente se colocó en la mufla a 500°C durante tres horas, al enfriarse se tomó el peso final (Nogales, 2018).

$$\frac{((\text{Peso crisol} + \text{muestra seca (g)}) - (\text{Peso crisol} + \text{muestra calcinada (g)}))}{(\text{Peso muestra (g)})} * 100$$

Determinación de Humedad

Se calentó las cajas Petri con sus tapas durante 30 minutos en la estufa a 130 ± 3°C. Luego se dejó enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y se las pesó. Luego se pesó, 2 g de muestra preparada, se colocó en la caja Petri y se la distribuyó uniformemente en su fondo. Se calentó la caja y su contenido durante una hora, en la estufa a 130 ± 3°C, sin la tapa. Se colocó la tapa a la caja Petri antes de sacarlo y se trasladó al desecador; tan pronto alcanzó la temperatura ambiente, se pesó.

Cálculo:

$$Pc \frac{m2 - m3}{m2 - m3} * 100$$

Siendo:

P_c = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m_1 = masa de la caja vacía con tapa, en g.

m_2 = masa de la caja y tapa, con la muestra sin secar, en g.

m_3 = masa de la caja y tapa, con la muestra seca, en g (INEN, 2013)

Determinación de Cenizas

Se pesó aproximadamente 5,0 g de almidón en un crisol de porcelana previamente lavado, secado en horno y pesado. Se colocó el crisol de porcelana con la muestra en la mufla e incinerar a 550 °C durante tres horas y media. Esperar que enfrié el crisol y las cenizas hasta que se obtener un peso constante. Se pesó el crisol con las cenizas y se calcular la cantidad de cenizas. Los resultados se expresar como porcentaje de cenizas totales.

Calculo:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(\text{Peso crisol} + \text{Peso muestra calcinada}) - (\text{Peso crisol})}{(\text{Peso crisol con muestra seca} - \text{peso del crisol})} * 100$$

Determinación de Acidez Titulable

Se pesó 5 g de almidón y se transferir a un matraz Erlenmeyer de 100 cm³. Agregar lentamente 50 cm de alcohol de 90% (V/V) neutralizado, se tapó el matraz Erlenmeyer y se agito fuertemente. Permaneció en reposo durante 24 h. Con la pipeta se tomó una muestra del 10 cm³ del líquido claro sobrenadante y se transfirió al matraz Erlenmeyer de 50 cm³; se agregó 2 cm³ de la solución indicadora de fenolftaleína.

La solución se agito lentamente el NaOH al 0,02 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado que desaparece poco a poco. Posterior hasta que el color rosado persistió se dio lectura en la bureta del volumen de solución empleado, con aproximación a 0,05 cm³.

Cálculos:

$$A = \frac{490 * NV * V1}{m(100 - N)V2}$$

Siendo:

A= contenido de acidez en el almidón, 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.

V₁= volumen del alcohol empleado en cm³

V₂= volumen de la alícuota tomada para la titulación, en cm³

m= masa de la muestra, en g.

H= porcentaje de humedad en la muestra (INEN, 2013).

Determinación del pH

Se pesó 10 g de muestra preparada, colocando en un vaso de precipitación donde se añadió 100 cm³ de agua destilada, agitando suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas. Luego se determinó el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos de potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

Temperatura de Gelatinización

Se pesó 10 g de almidón, se disolvió en agua destilada hasta completar a 100 ml. Calentando agua en un vaso de precipitado de 250 ml a 85 °C. De la solución de almidón preparada, se tomó 50 ml de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 ml. El vaso con la muestra se introdujo en el agua a 85 °C, agitar con el termómetro constantemente la solución de almidón hasta que se forme una pasta y la temperatura permaneció estable por unos segundos (Torres, Paez, & Ortega, 2012).

Prueba de Almidón

Para la realización de la prueba de almidón se preparó una solución, una con 1g de almidón. Una vez diluido el almidón se colocó 1ml de solución de almidón en un tubo de ensayo. Se agregaron 2 gotas de solución de yodo (Iugol). Se observó el resultado (azul violeta).

Capítulo IV

Resultados

Rendimiento del almidón de malanga para las pruebas Físicoquímicas y bromatológicas.

Tabla 14

Análisis de Varianza para Rendimiento del Almidón de Malanga

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Variedad	122,877	1	122,877	14,76	0,0009
B:Método de obtención	5,65647	1	5,65647	0,68	0,4186
C:Reactivo químico	12,3518	2	6,1759	0,74	0,4878
D:Repetición	16,8811	2	8,44056	1,01	0,3791
INTERACCIONES					
AB	0,143136	1	0,143136	0,02	0,8969
AC	9,49307	2	4,74653	0,57	0,5736
BC	5,95536	2	2,97768	0,36	0,7033
ABC	20,9871	2	10,4935	1,26	0,3032
RESIDUOS	183,148	22	8,3249		
TOTAL	377,493	35			
Coeficiente de variación	13,92				

En la tabla 14 evaluando Rendimiento del almidón al 5%, se observó que para variedades (Factor A) existió diferencia significativa mientras que en Método de obtención (Factor B), Reactivos químicos (Factor C), interacción A*B, interacción A*C, interacción B*C, interacción A*B*C no se encontró diferencia significativa, sucediendo lo mismo en las repeticiones, a partir de esto se establece que existe normalidad en la toma de datos.

Análisis de Varianza para las Variables Bromatológicas de Estudio

Análisis de Varianza para la Variable pH

Tabla 15

Análisis de Varianza para la Variable pH

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Variedad	0,1156	1	0,1156	3,16	0,0891
B:Método de obtención	0,117878	1	0,117878	3,23	0,0862
C:Reactivo químico	1,29862	2	0,649308	17,77	0,0000
D:Repetición	0,00135	2	0,000675	0,02	0,9817
INTERACCIONES					
AB	0,557511	1	0,557511	15,26	0,0008
AC	3,56465	2	1,78232	48,78	0,0000
BC	0,373606	2	0,186803	5,11	0,0150
ABC	0,424706	2	0,212353	5,81	0,0094
RESIDUOS	0,803783	22	0,0365356		
TOTAL	7,2577	35			
Coeficiente de variación	7,36				

Se puede observar que en la tabla 15 donde se muestran los resultados del pH del almidón, que en Reactivos químicos (Factor C), interacción A*B, interacción A*C, interacción B*C, interacción A*B*C se encontró diferencia significativa, mientras que variedades (Factor A), Método de obtención (Factor B), no se encontró diferencia significativa, sucediendo lo mismo en las repeticiones, a partir de esto se establece que existe normalidad en la toma de datos.

Análisis de Varianza para la Variable humedad

Tabla 16

Análisis de Varianza para la Variable humedad

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Variedad	0,0711111	1	0,0711111	0,27	0,6080
B:Método de obtención	0,16	1	0,16	0,61	0,4434
C:Reactivo químico	6,56431	2	3,28215	12,50	0,0002
D:Repetición	0,229306	2	0,114653	0,44	0,6517
INTERACCIONES					
AB	0,134444	1	0,134444	0,51	0,4818
AC	1,93014	2	0,965069	3,67	0,0420
BC	1,12542	2	0,562708	2,14	0,1412
ABC	0,496806	2	0,248403	0,95	0,4036
RESIDUOS	5,77736	22	0,262607		
TOTAL	16,4889	35			
Coeficiente de variación	6,67				

En la tabla 16 se muestra los resultados del porcentaje de humedad del almidón de malanga, donde se puede observar que existe diferencia significativa en Reactivos químicos (Factor C) e interacción A*C, mientras que en variedades (Factor A), método de obtención (Factor B), interacción A*B, interacción B*C, interacción A*B*C no se encontró diferencia significativa, sucediendo lo mismo en las repeticiones, a partir de esto se establece que existe normalidad en la toma de datos.

Análisis de Varianza para la Variable acidez

Tabla 17

Análisis de Varianza para la Variable Acidez

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Variedad	0,0000133225	1	0,0000133225	0,14	0,7120
B:Método de obtención	0,0000110003	1	0,0000110003	0,12	0,7372
C:Reactivo químico	0,0013602	2	0,000680101	7,14	0,0041
D:Repetición	0,00008174	2	0,00004087	0,43	0,6565
INTERACCIONES					
AB	0,0000158669	1	0,0000158669	0,17	0,6872
AC	0,000680272	2	0,000340136	3,57	0,0454
BC	0,000505894	2	0,000252947	2,65	0,0927
ABC	0,000655917	2	0,000327959	3,44	0,0501
RESIDUOS	0,00209617	22	0,0000952806		
TOTAL	0,00542039	35			
Coeficiente de variación	28,17				

En la tabla 17 se muestra los resultados de acidez del almidón de malanga, donde se puede observar que existe diferencia significativa en Reactivos químicos (Factor C) e interacción A*C, mientras que en variedades (Factor A), método de obtención (Factor B), interacción A*B, interacción B*C, interacción A*B*C no se encontró diferencia significativa, sucediendo lo mismo en las repeticiones, a partir de esto se establece que existe normalidad en la toma de datos.

Análisis de varianza para la variable Fibra**Tabla 18***Análisis de Varianza Para la Variable Fibra*

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Variedad	0,00217778	1	0,00217778	1,00	0,3293
B:Método de obtención	0,00871111	1	0,00871111	3,98	0,0585
C:Reactivo químico	0,00328889	2	0,00164444	0,75	0,4833
D:Repetición	0,00167222	2	0,000836111	0,38	0,6868
INTERACCIONES					
AB	0,0386778	1	0,0386778	17,68	0,0004
AC	0,0126889	2	0,00634444	2,90	0,0762
BC	0,0121556	2	0,00607778	2,78	0,0840
ABC	0,00242222	2	0,00121111	0,55	0,5827
RESIDUOS	0,0481278	22	0,00218763		
TOTAL	0,129922	35			
Coeficiente de variación	6,78				

El análisis de varianza para la variable fibra que se muestra en la tabla 18, se puede observar diferencia significativa en las interacción A*B, mientras que por otro lado en Factor A (Variedad), método de obtención (Factor B), Reactivos químicos (Factor C) interacción A*C, interacción B*C e interacción A*B*C no existió diferencia significativa, sucediendo lo mismo en las repeticiones estableciéndose una normalidad en la toma de datos.

Análisis del Almidón para la Variable Ceniza

Tabla 19

Análisis de Varianza para la Variable Ceniza

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Variedad	0,015625	1	0,015625	0,02	0,9003
B:Método de obtención	4,87674	1	4,87674	5,01	0,0356
C:Reactivo químico	3,4401	2	1,72005	1,77	0,1940
D:Repetición	4,44792	2	2,22396	2,29	0,1252
INTERACCIONES					
AB	0,0850694	1	0,0850694	0,09	0,7702
AC	0,710937	2	0,355469	0,37	0,6980
BC	5,14149	2	2,57075	2,64	0,0936
ABC	0,15191	2	0,0759549	0,08	0,9251
RESIDUOS	21,3958	22	0,972538		
TOTAL	40,2656	35			
Coeficiente de variación	26,56				

En la tabla 19 se muestran los resultados del porcentaje de cenizas del almidón de malanga para Método de obtención (Factor B) existió diferencia significativa mientras que en variedades (Factor A), Reactivos químicos (Factor C), interacción A*B, interacción A*C, interacción B*C, interacción A*B*C no se encontró diferencia significativa, sucediendo lo mismo en las repeticiones, a partir de esto se establece que existe normalidad en la toma de datos.

Análisis del Almidón de Malanga para la Variable Temperatura de Gelatinización

Tabla 20

Análisis de varianza para la Prueba de Temperatura de Gelatinización

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Variedad	0,100278	1	0,100278	0,11	0,7471
B:Método de obtención	6,67361	1	6,67361	7,10	0,0142
C:Reactivo químico	7,17722	2	3,58861	3,82	0,0378
D:Repetición	0,0938889	2	0,0469444	0,05	0,9514
INTERACCIONES					
AB	13,0803	1	13,0803	13,91	0,0012
AC	0,540556	2	0,270278	0,29	0,7530
BC	0,237222	2	0,118611	0,13	0,8822
ABC	4,47389	2	2,23694	2,38	0,1161
RESIDUOS	20,6928	22	0,940581		
TOTAL	53,0697	35			
Coeficiente de variación	2,44				

El análisis de varianza para la temperatura de gelatinización se muestra en la tabla 21, se puede observar que se encontró diferencia significativa en método de obtención (Factor B), Reactivos químicos (Factor C) e interacción A*B, mientras que por otro lado en Factor A (Variedad), interacción A*C, interacción B*C e interacción A*B*C no existió diferencia significativa, sucediendo lo mismo en las repeticiones estableciéndose una normalidad en la toma de datos.

Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Variedades (Factor A)

Tabla 21

Prueba de significancia de Tukey para Variedades (Factor A)

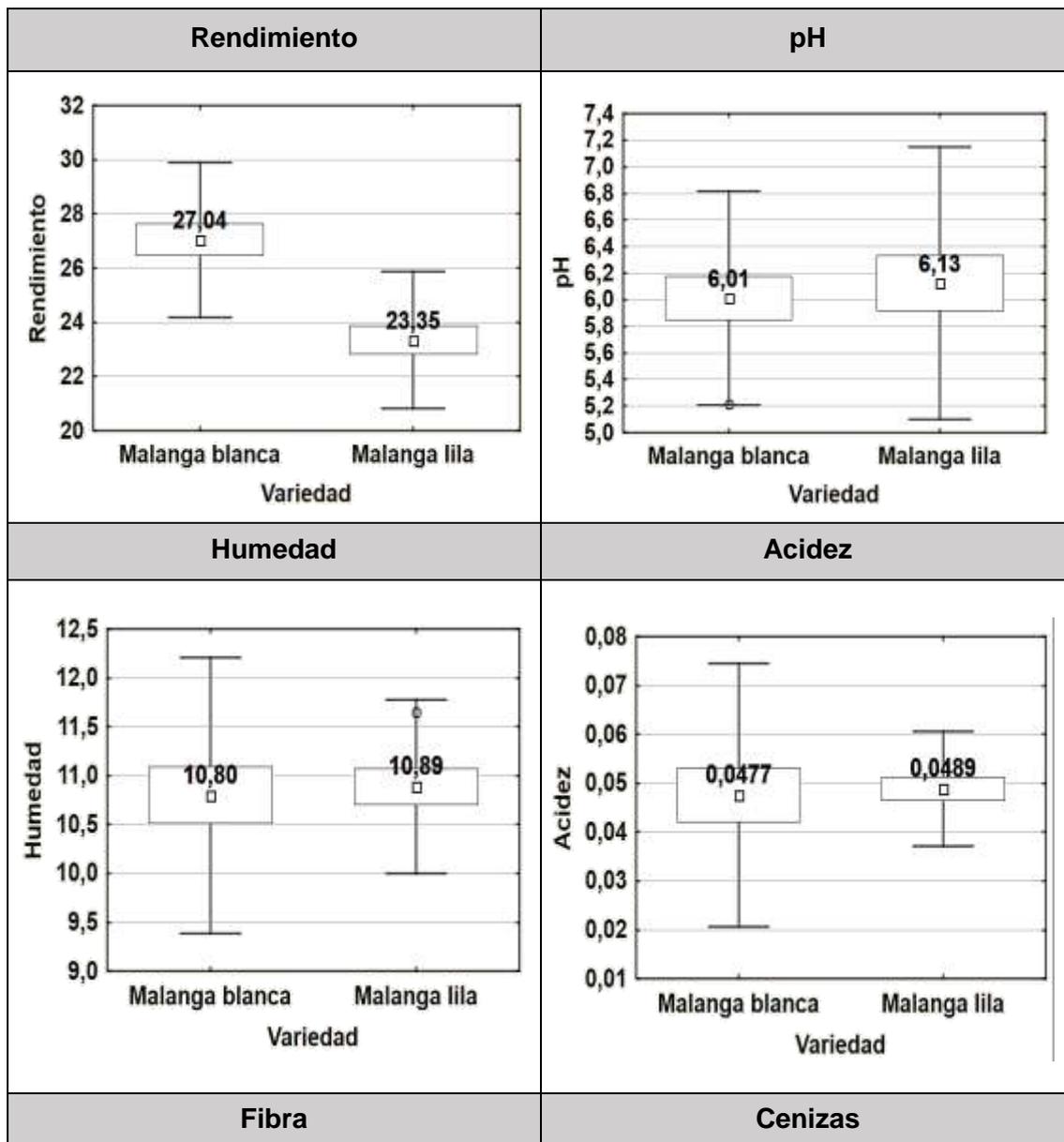
Variedad de malanga	Rendimiento	pH	Humedad	Acidez	Fibra	Cenizas	Temperatura de gelatinización
V0: Blanca	27,04 ^b	6,01 ^a	10,80 ^a	0,0477 ^a	0,59 ^a	0,67 ^a	54,70 ^a
V1: Lila	23,35 ^b	6,13 ^a	10,89 ^a	0,0489 ^a	0,60 ^a	0,62 ^a	54,81 ^a

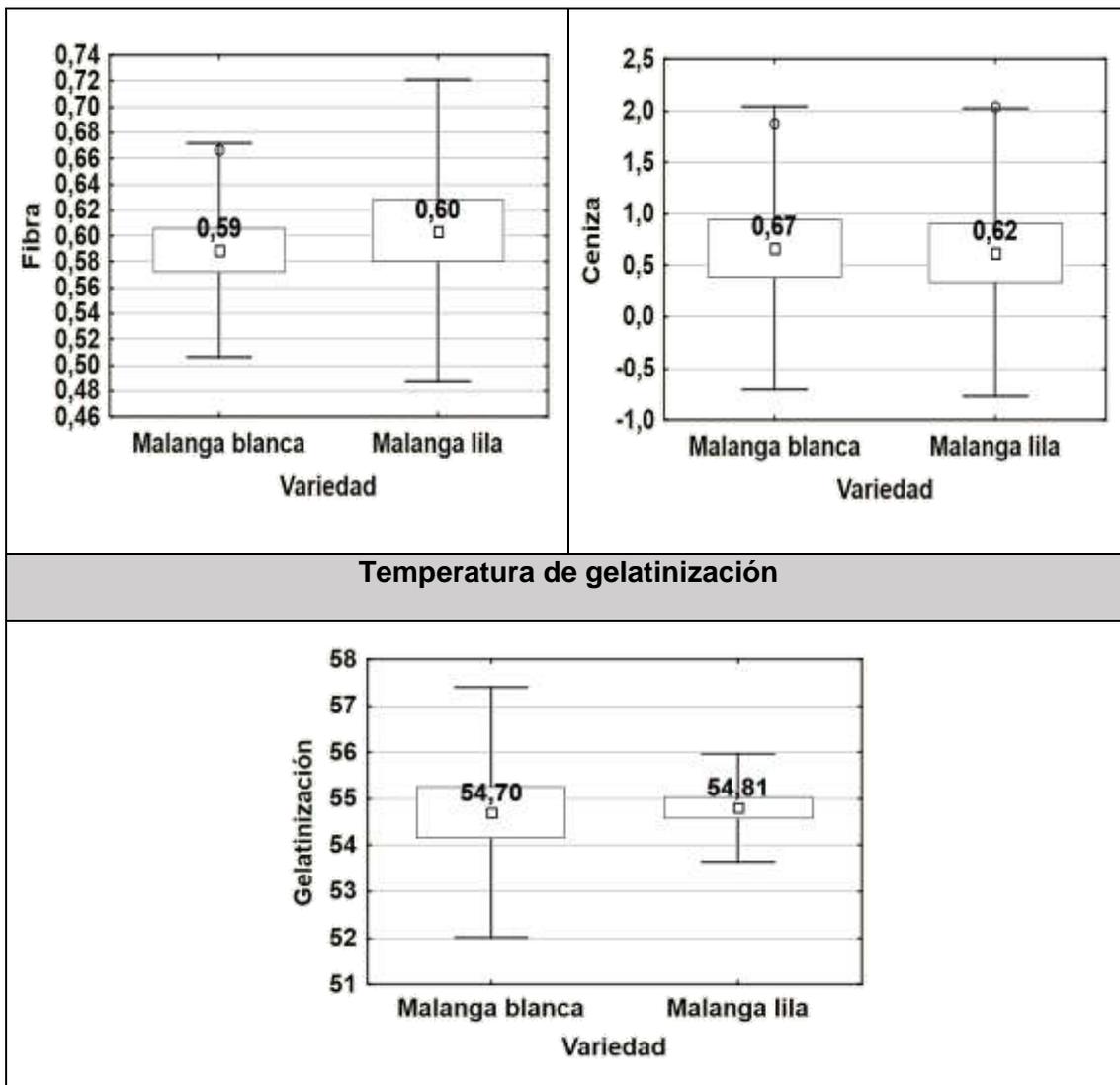
Respecto a la tabla 21 se pudo observar que la única variable que presentó diferencia significativa fue el rendimiento mostrándose de la siguiente manera: la malanga blanca con (27,04%) presentó mayor Rendimiento en comparación de la malanga lila que presentó menor rendimiento siendo este de (23,35%).

Sucediendo lo contrario en las variables, pH, Humedad, acidez, fibra, cenizas y temperatura de gelatinización donde se pudo observar que sus medias no son significativamente diferentes por lo tanto se determina que no existe diferencia significativa en las variables antes mencionada.

Figura 7

Prueba de significancia de Tukey para Variedades (Factor A)





Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Método de obtención (Factor B)

Tabla 22

Prueba de significancia de Tukey para Método de obtención (Factor B)

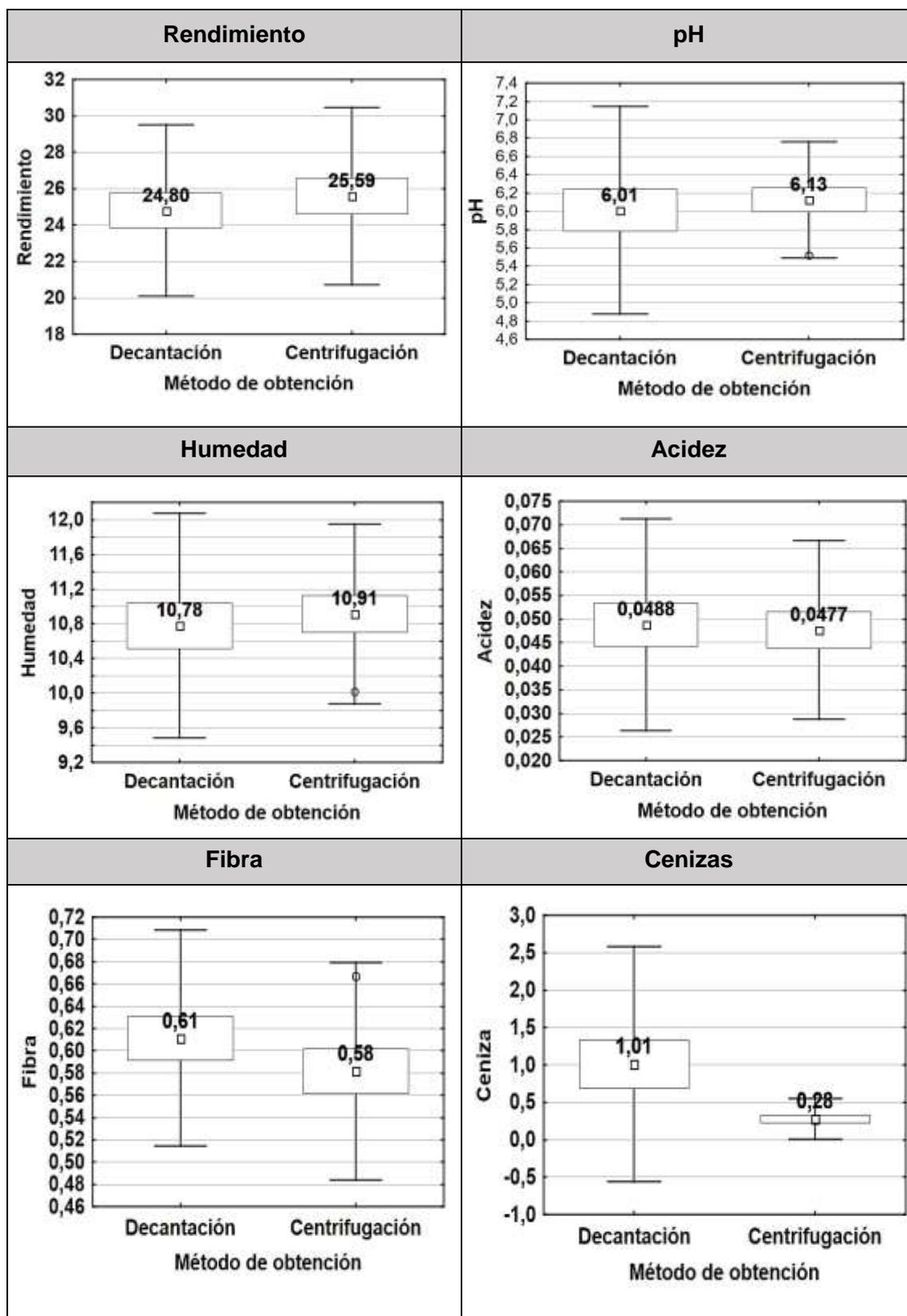
Método de obtención	Rendimiento	pH	Humedad	Acidez	Fibra	Cenizas	Temperatura de gelatinización
M0: Decantación	24,80 ^a	6,01 ^a	10,78 ^a	0,0488 ^a	0,61 ^a	1,01 ^b	55,18 ^b
M1: Centrifugación	25,59 ^a	6,13 ^a	10,91 ^a	0,0477 ^a	0,58 ^a	0,28 ^a	54,32 ^a

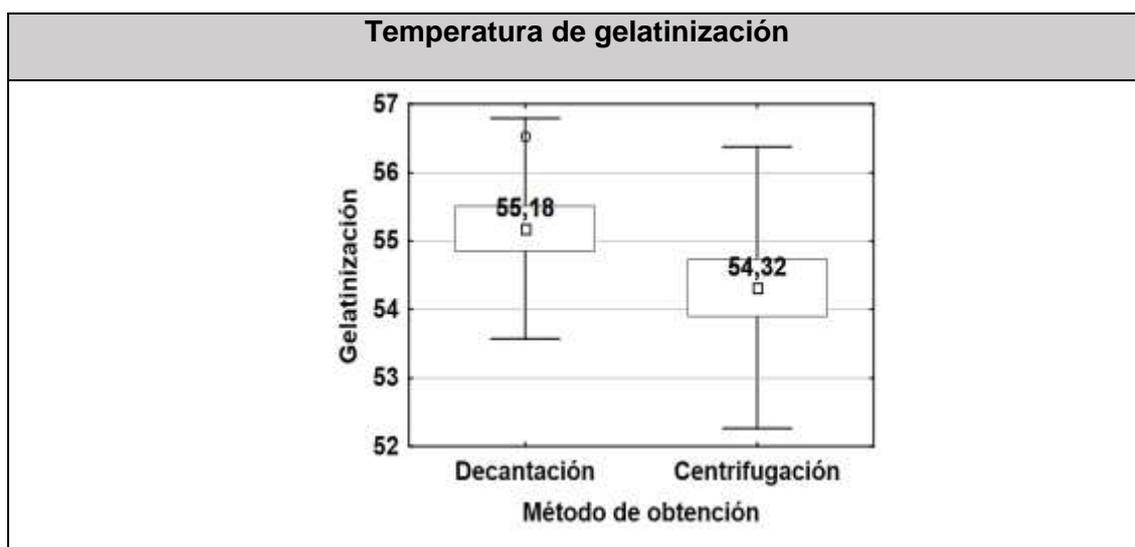
Respecto a la tabla 22 se pudo observar que las variables que presentaron diferencia significativa fueron las variables de cenizas donde el método de decantación presentó un mayor contenido de cenizas (1,01) mientras que el menor contenido se observó en el método de centrifugación (0,28) y la variable temperatura de gelatinización, mostrándose de la siguiente manera: el método de decantación presentó un valor (55,18) mientras que el menor valor se observó en el método de centrifugación (54,32).

Tomando en cuenta que las variables, rendimiento, pH, Humedad, acidez y fibra, presentaron valores estadísticamente similares se pudo determinar que no existió diferencia significativa en sus media

Figura 8

Prueba de significancia de Tukey para Método de obtención (Factor B)





Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Reactivos químicos (Factor C)

Tabla 23

Prueba de significancia de Tukey para Reactivos químicos (Factor C)

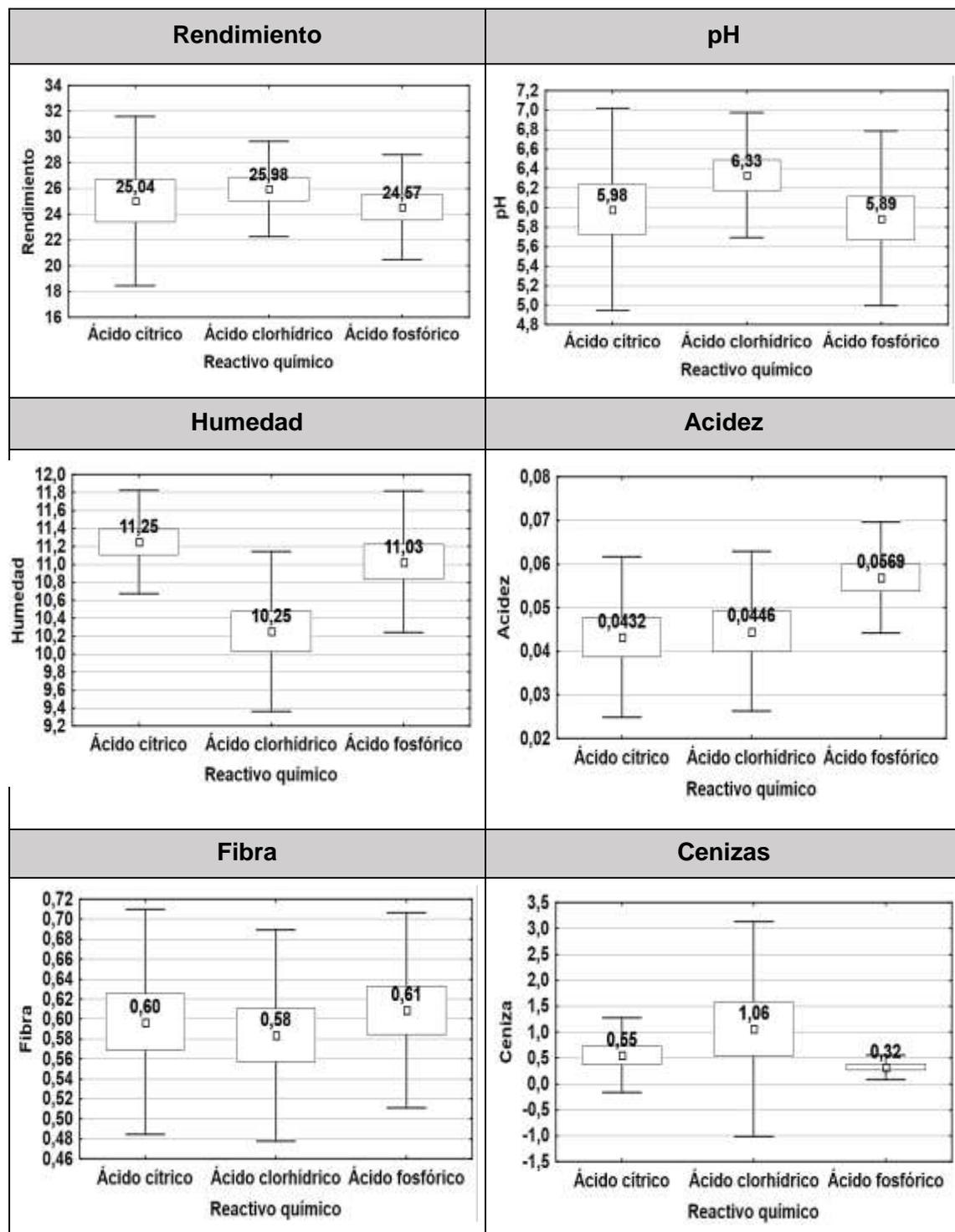
Reactivos químicos	Rendimiento	pH	Humedad	Acidez	Fibra	Cenizas	Temperatura de gelatinización
r0: Ácido cítrico	25,04 ^a	5,98 ^a	11,25 ^b	0,0432 ^a	0,60 ^a	0,55 ^a	54,41 ^a
r1: Ácido clorhídrico	25,98 ^a	6,33 ^b	10,25 ^a	0,0446 ^a	0,58 ^a	1,06 ^a	54,47 ^a
r2: Ácido fosfórico	24,57 ^a	5,89 ^a	11,03 ^b	0,0569 ^b	0,61 ^a	0,32 ^a	55,38 ^a

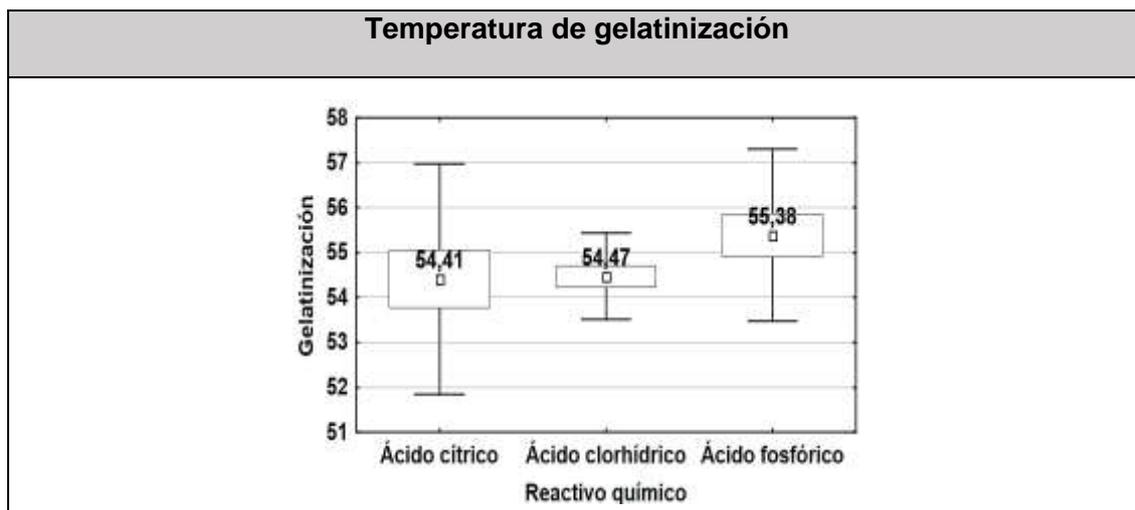
Respecto a la tabla 23 se pudo observar que las variables que presentaron diferencia significativa fueron las variables de pH donde el Ácido clorhídrico presentó un mayor valor (6,33) mientras que el menor contenido se observó en el ácido fosfórico (5,89), también en la variable humedad, mostrándose de la siguiente manera: Ácido cítrico (11,25) mientras que el menor valor se observó en el Ácido clorhídrico (10,25) y por último la variable acidez donde el Ácido fosfórico mostró mayor valor (0,0569) mientras que el valor más bajo se encontró en Ácido cítrico (0,0432).

En las variables como Rendimiento, Fibra, Cenizas y temperatura de gelatinización se pudo observar que no existieron diferencias significativas debido a que las medias obtenidas en cada una de ellas no son estadísticamente diferentes.

Figura 9

Prueba de significancia de Tukey para Reactivos químicos (Factor C)





*Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Variedades*Método de obtención (Interacción A*B)*

Tabla 24

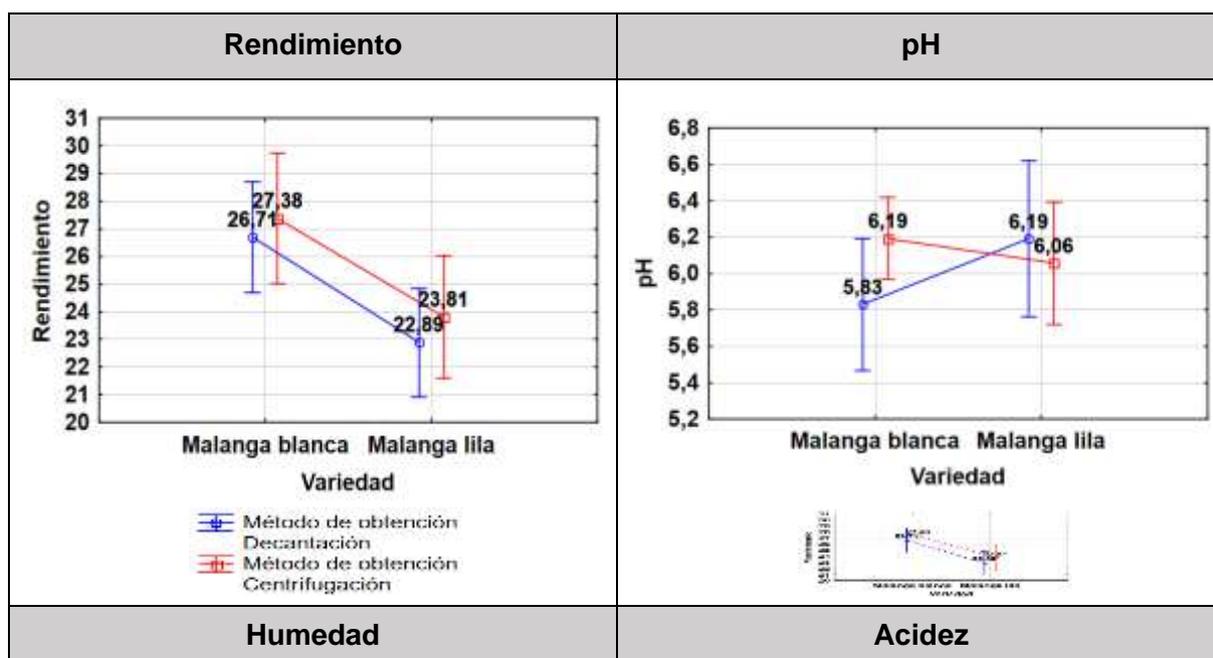
*Prueba de Significancia de Tukey para Variedades*Método de Obtención (Interacción A*B)*

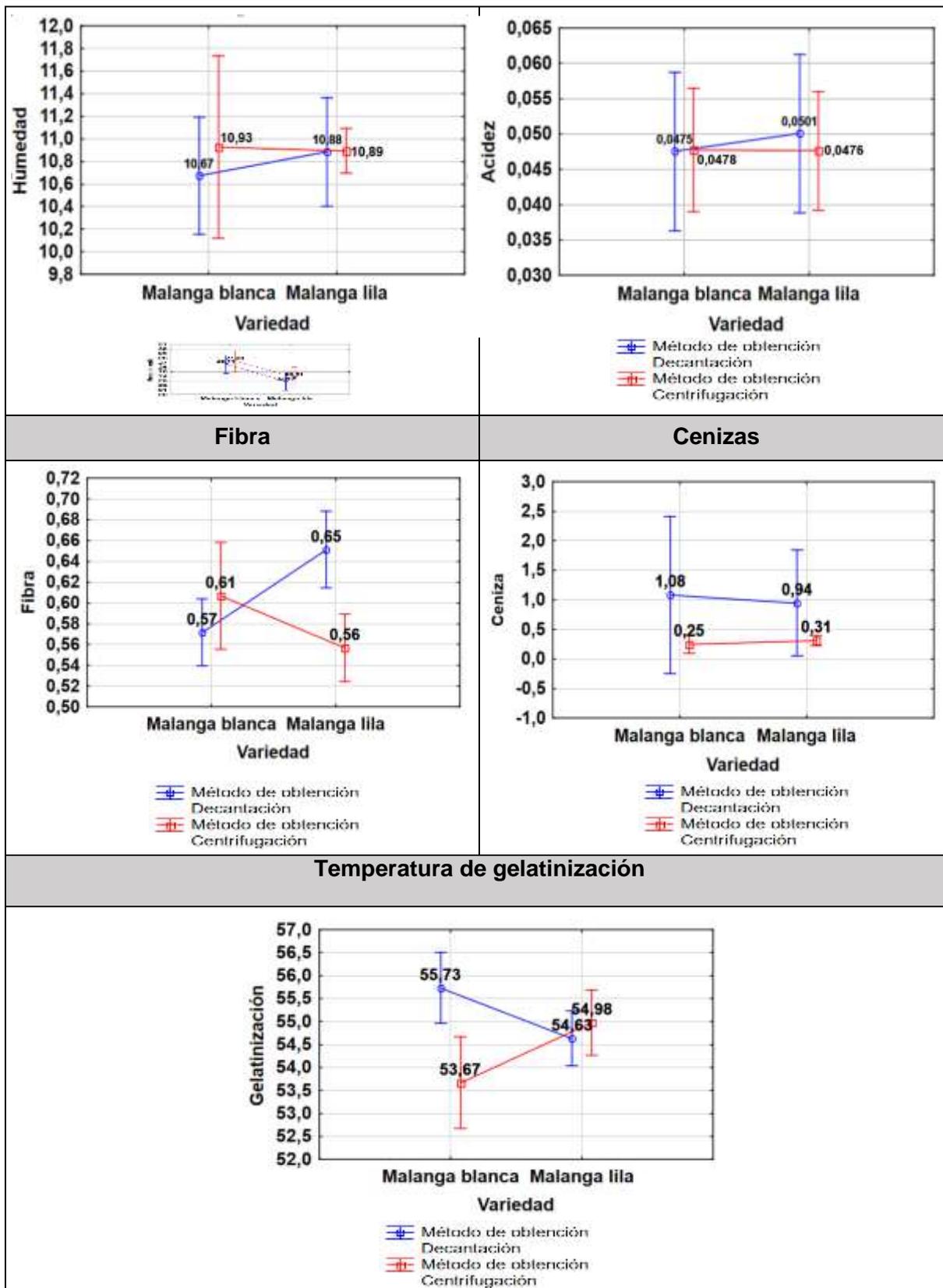
Variedad de malanga * Método de obtención	Rendimiento	pH	Humedad	Acidez	Fibra	Cenizas	Temperatura de
v0m0: M. blanca + Decantación	26,71 ^b	5,83 ^a	10,67 ^a	0,0475 ^a	0,57 ^a	1,08 ^a	55,73 ^b
v0m1: M. blanca + Centrifugación	27,38 ^b	6,19 ^b	10,93 ^a	0,0476 ^a	0,61 ^{ab}	0,25 ^a	53,67 ^a
v1m0: M. lila + Decantación	22,89 ^a	6,19 ^b	10,88 ^a	0,0501 ^a	0,65 ^a	0,94 ^a	54,63 ^{ab}
v1m1: M. lila + Centrifugación	23,81 ^{ab}	6,06 ^{ab}	10,89 ^a	0,0476 ^a	0,56 ^a	0,31 ^a	54,98 ^b

Respecto a la tabla 24 se pudo observar que las variables que presentaron diferencia significativa fueron las variables del rendimiento en la cual a0b1: M. blanca + Centrifugación con (27,38%) presentó el valor más alto, mientras que v1m0: M. lila + Decantación presentó el valor más bajo siendo este (2,89%); en el pH v0m1: M. blanca + Centrifugación y v1m0: M. lila + Decantación mostraron un mayor valor en ambos siendo este (6,19) mientras que el menor pH se observó en v0m0: M. blanca + Decantación (5,83); en cuanto a la temperatura de gelatinización se pudo observar que los valores estadísticamente mayor se pudo observar en v0m0: M. blanca + Decantación (55,73) y v1m1: M. lila + Centrifugación (54,98), mientras que los valores más bajos se observaron en v0m1: M. blanca + Centrifugación (53,67) y v1m0: M. lila + Decantación (54,63). En las variables tales como Humedad, acidez, Fibra y Cenizas se pudo observar que no existieron diferencias significativas debido a que las medias obtenidas en cada una de ellas no son estadísticamente diferentes

Figura 10

*Prueba de Significancia de Tukey para Variedades*Método de Obtención (Interacción A*B)*





**Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Variedades*Reactivos químicos
(Interacción A*C)**

Tabla 25

Prueba de significancia de Tukey para Variedades Reactivos Químicos (Interacción A*C)*

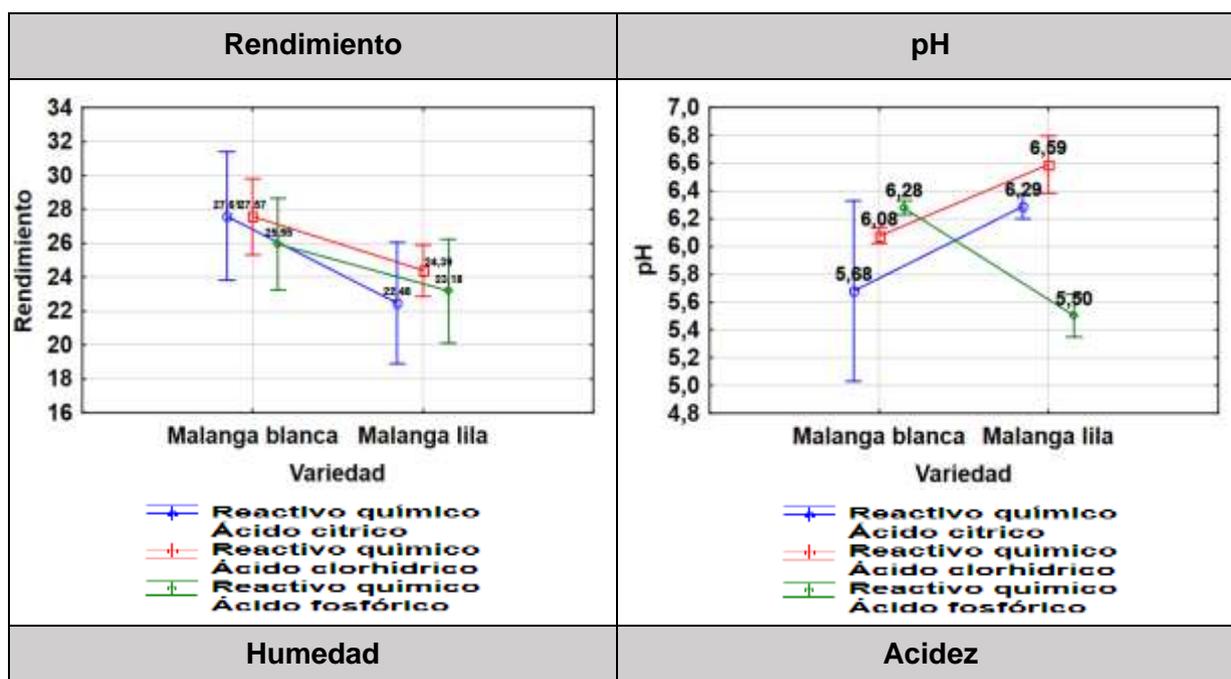
Variedad de malanga * Reactivo químico	Rendimiento	pH	Humedad	Acidez	Fibra	Cenizas	Temperatura de
v0r0: M. blanca + A. cítrico	27,61 ^a	5,83 ^a	11,19 ^b	0,0441 ^{ab}	0,62 ^a	0,77 ^a	54,18 ^a
v0r1: M. blanca + A. clorhídrico	27,57 ^a	6,08 ^b	9,93 ^a	0,0381 ^a	0,57 ^a	1,00 ^a	54,48 ^a
v0r2: M. blanca + A. fosfórico	25,96 ^a	6,28 ^{bc}	11,28 ^b	0,0607 ^b	0,58 ^a	0,23 ^a	55,43 ^a
v1r0: M. lila + A. cítrico	22,48 ^a	6,29 ^{bc}	11,31 ^b	0,0424 ^a	0,58 ^a	0,33 ^a	54,63 ^a
v1r1: M. lila + A. clorhídrico	24,39 ^a	6,59 ^c	10,58 ^{ab}	0,0511 ^{ab}	0,60 ^a	1,12 ^a	54,45 ^a
v1r2: M. lila + A. fosfórico	25,96 ^a	5,50 ^a	10,78 ^{ab}	0,0531 ^{ab}	0,63 ^a	0,42 ^a	55,33 ^a

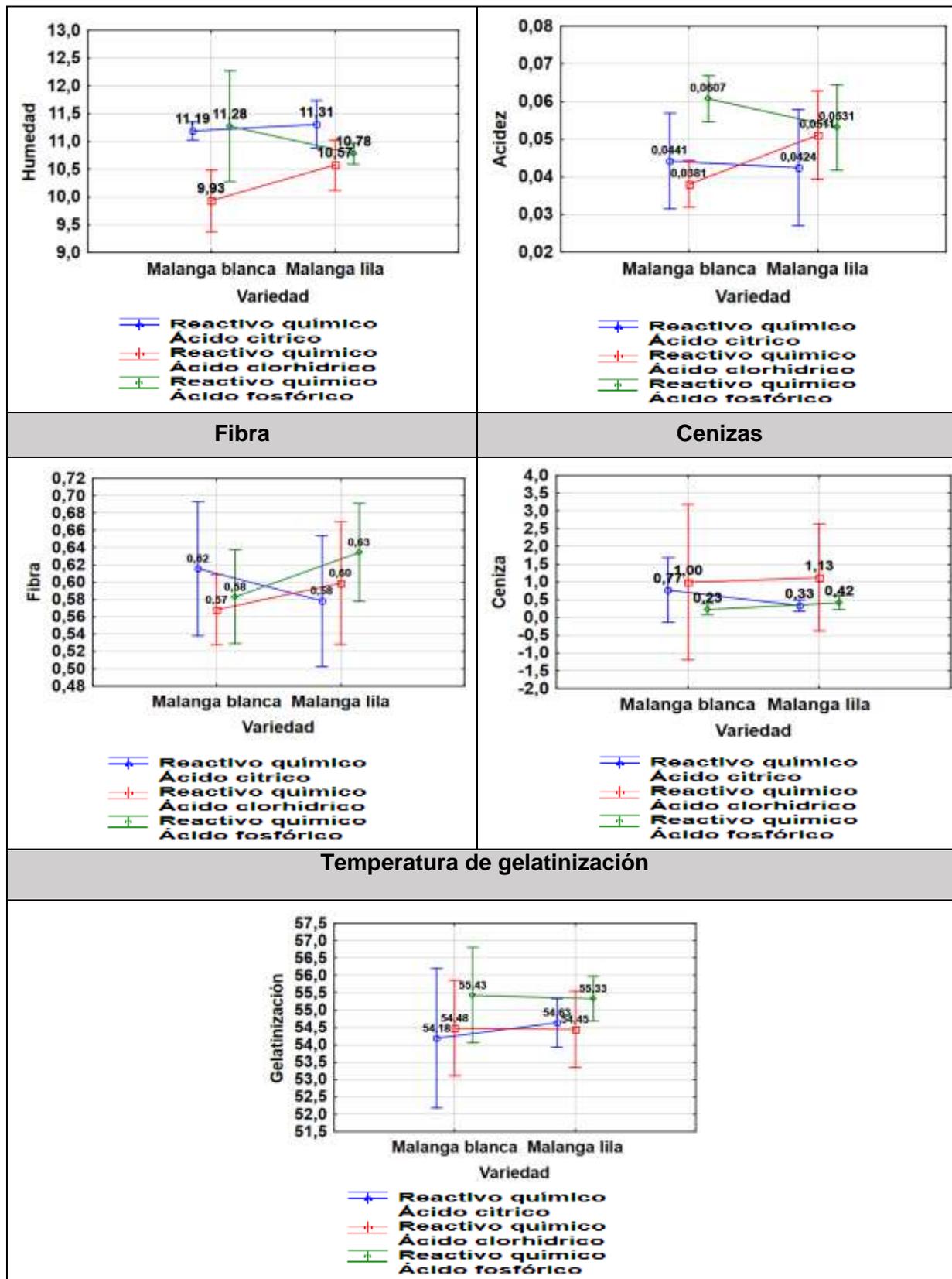
Respecto a la tabla 25 se pudo observar que las variables que presentaron diferencia significativa fueron las variable como el pH donde se pudo observar que v1r1: M. lila + A. clorhídrico con (6,59) presentó el valor más alto seguido de v1r0: M. lila + A. cítrico, v0r2: M. blanca + A. fosfórico y v0r1: M. blanca + A. clorhídrico, mientras que los valores más bajos de pH se presentaron en v0r0: M. blanca + A. cítrico (5,83) y v1r2: M. lila + A. fosfórico (5,50); en lo que concierne a la Humedad se pudo observar un valor más alto en v0r2: M. blanca + A. fosfórico(11,28), v1r0: M. lila + A. cítrico (11,31), v0r0: M. blanca + A. cítrico (11,19), seguidos de v1r1: M. lila + A. clorhídrico (10,58) y v1r2: M. lila + A. fosfórico (10,78), mientras que el valor estadísticamente más bajo se pudo

observar en a0c1: M. blanca + A. clorhídrico (9,33); y por último la variable acidez la cual mostró valores estadísticamente altos en: v0r2: M. blanca + A. fosfórico(0,0607), seguidos de v1r2: M. lila + A. fosfórico (0,0531), v1r1: M. lila + A. clorhídrico(0,0511) y v0r0: M. blanca + A. cítrico (0,0441) mientras que lo más bajo se encontraron en v0r1: M. blanca + A. clorhídrico (0,0381) y v1r0: M. lila + A. cítrico(0,0424). En las variables tales como rendimiento, Fibra, Cenizas y temperatura de gelatinización se pudo observar que no existieron diferencias significativas debido a que las medias obtenidas en cada una de ellas no son estadísticamente diferentes.

Figura 11

Prueba de Significancia de Tukey para Variedades Reactivos Químicos (Interacción A*C)*





Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Método de obtención*Reactivos químicos (Interacción B*C)

Tabla 26

*Prueba de Significancia de Tukey para Método de Obtención*Reactivos Químicos (Interacción B*C)*

Método de obtención*Reactivos químicos	Rendimiento	pH	Humedad	Acidez	Fibra	Cenizas	Temperatura de gelatinización
m0r0: Decantación + A. cítrico	24,18 ^a	5,79 ^a	11,43 ^c	0,0387 ^a	0,59 ^a	0,73 ^{ab}	54,95 ^{ab}
m0r1: Decantación + A. clorhídrico	26,11 ^a	6,38 ^c	10,07 ^a	0,0491 ^{ab}	0,62 ^a	1,96 ^b	54,87 ^{ab}
m0r2: Decantación + A. fosfórico	24,11 ^a	5,86 ^{ab}	10,83 ^{abc}	0,0586 ^b	0,62 ^a	0,35 ^{ab}	55,73 ^b
m1r0: Centrifugación + A. cítrico	25,90 ^a	6,18 ^{bc}	11,07 ^{bc}	0,0478 ^{ab}	0,60 ^a	0,38 ^{ab}	53,87 ^a
m1r1: Centrifugación + A. clorhídrico	25,85 ^a	6,28 ^c	10,44 ^{ab}	0,0401 ^a	0,55 ^a	0,17 ^a	54,07 ^{ab}
m1r2: Centrifugación + A. fosfórico	25,03 ^a	5,92 ^{ab}	11,22 ^{bc}	0,0552 ^{ab}	0,60 ^a	0,29 ^{ab}	55,03 ^{ab}

Respecto a la tabla 26 se pudo observar que las variables que presentaron diferencia significativa fueron las variables: pH se pudo observar que el mayor valor se presenta en m0r1: Decantación + A. clorhídrico (6,38), m1r1: Centrifugación + A. clorhídrico (6,28) y m1r0: Centrifugación + A. cítrico (6,18) y el menor valor en m0r0: Decantación + A. cítrico (5,79);

Se observa mayor humedad en m0r0: Decantación + A. cítrico (11,43), m1r0: Centrifugación + A. cítrico (11,07), m1r2: Centrifugación + A. fosfórico (11,22) y m0r2:

Decantación + A. fosfórico (10,83), mientras que el más bajo se presenta en m0r1: Decantación + A. clorhídrico (10,07), en lo que respecta a la acidez se pudo observar un mayor contenido en m0r2: Decantación + A. fosfórico (0,0586), m1r2: Centrifugación + A. fosfórico (0,0552), m0r1: Decantación + A. clorhídrico (0,0491) y m1r0: Centrifugación + A. cítrico (0,0478), mientras que los más bajos se presentaron en m1r1: Centrifugación + A. clorhídrico (0,0401) y m0r0: Decantación + A. cítrico(0,0387);

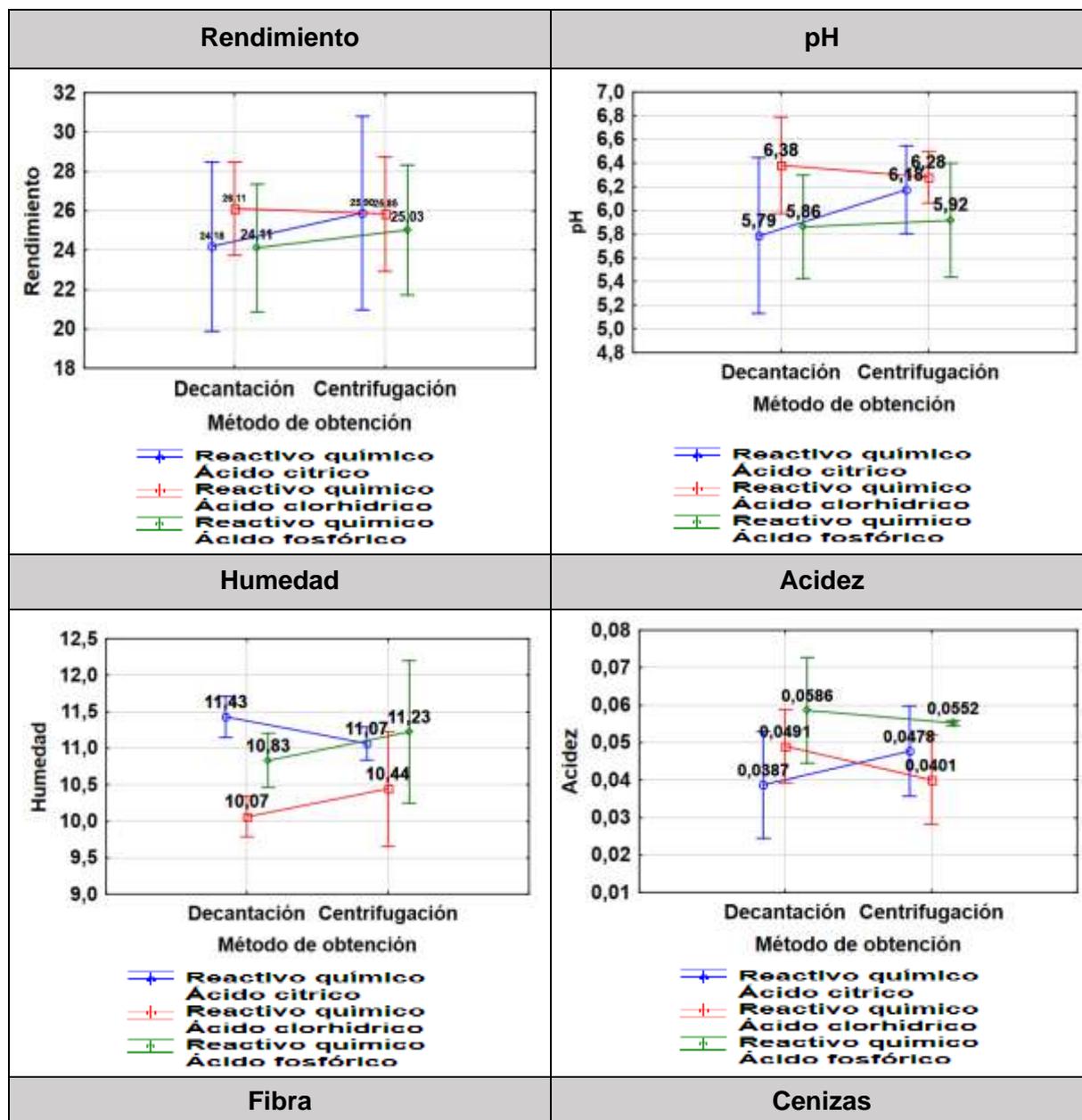
La variable cenizas se observó un valor estadísticamente más alto en m0r1: Decantación + A. clorhídrico (1,96), mientras que el valor de cenizas más bajo se pudo observar en los siguientes tratamientos m0r0: Decantación + A. cítrico (0,73), m1r0: Centrifugación + A. cítrico (0,38), m0r2: Decantación + A. fosfórico (0,35), m1r2: Centrifugación + A. fosfórico (0,29) y m1r1: Centrifugación + A. clorhídrico (0,17) y en la variable de temperatura de gelatinización se observa el valor más alto para m1r2: Centrifugación + A. fosfórico (55,03) y m0r2: Decantación + A. fosfórico (55,73),, y los más bajos en m0r0: Decantación + A. cítrico (54,95), m0r1: Decantación + A. clorhídrico (54,87), m1r1: Centrifugación + A. clorhídrico (54,07) y m1c0: Centrifugación + A. cítrico (53,87).

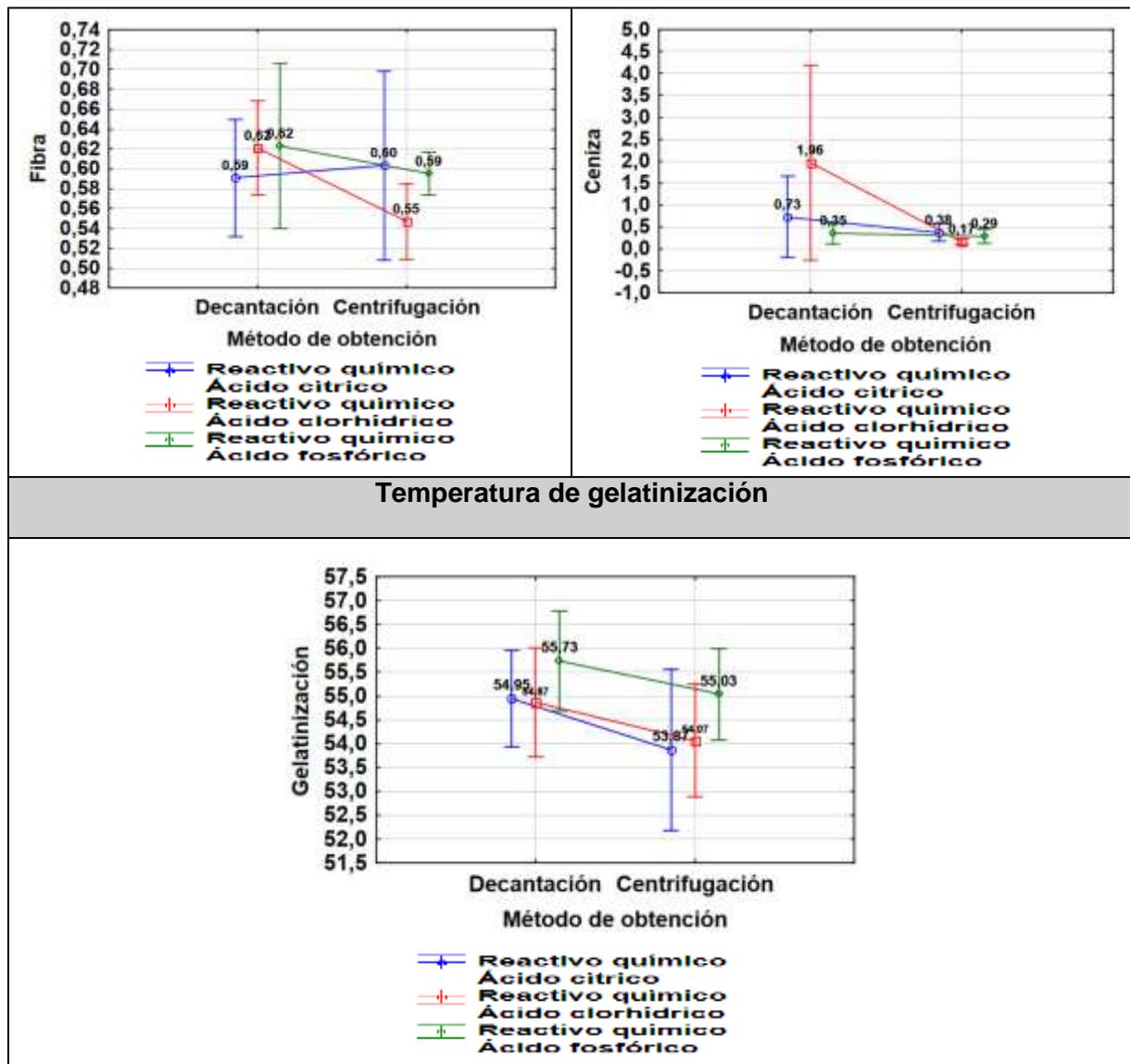
En las variables tales como rendimiento y fibra se pudo observar que no existieron diferencias significativas debido a que las medias obtenidas en cada una de ellas no son estadísticamente diferentes.

Figura 12

Prueba de significancia de Tukey para Método de Obtención*Reactivos químicos

(Interacción B*C)





*Prueba de significancia de Tukey $p < 0,05$ para Variedades*Método de obtención*Reactivos químicos (Interacción A*B*C)*

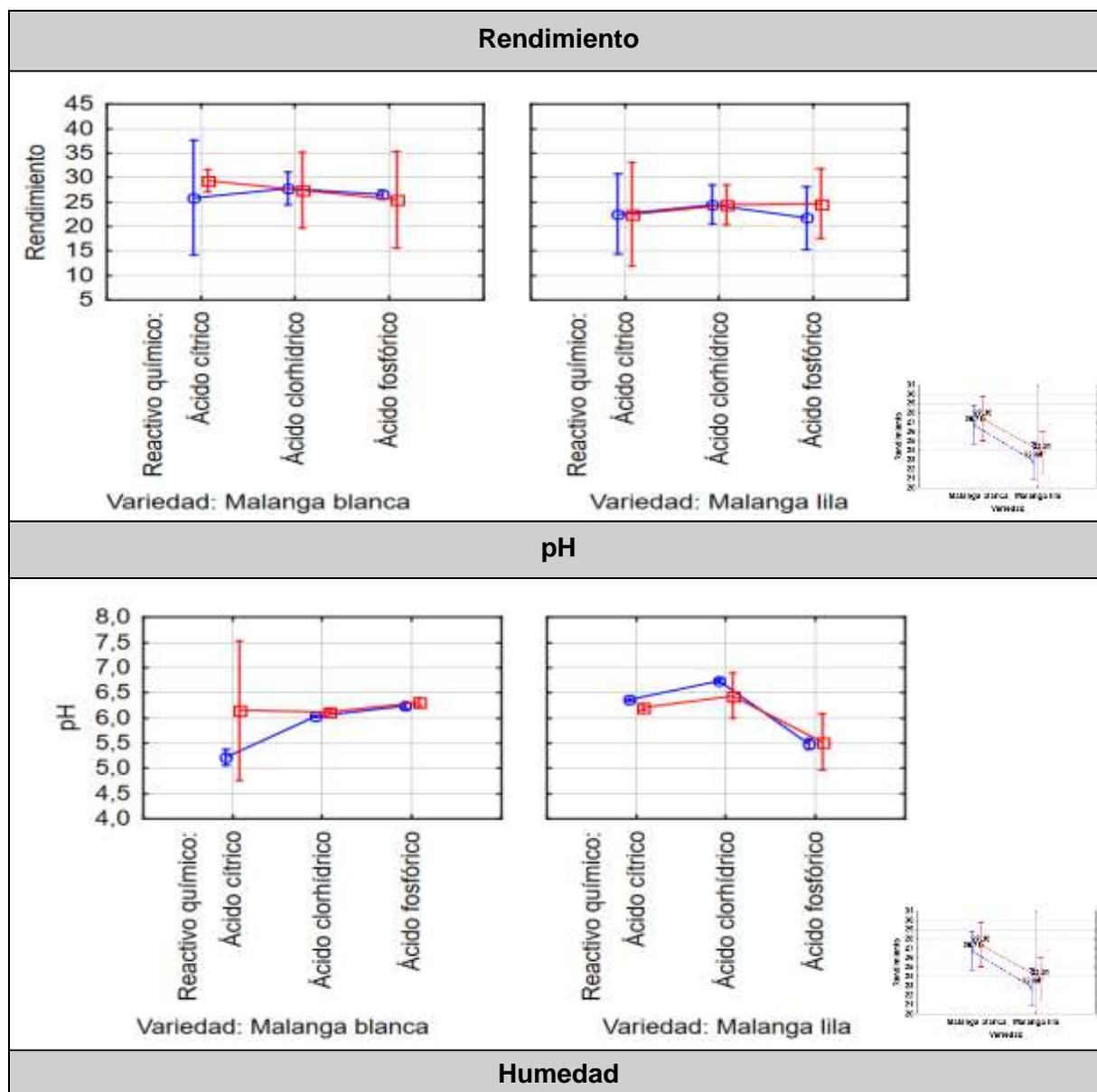
Tabla 27

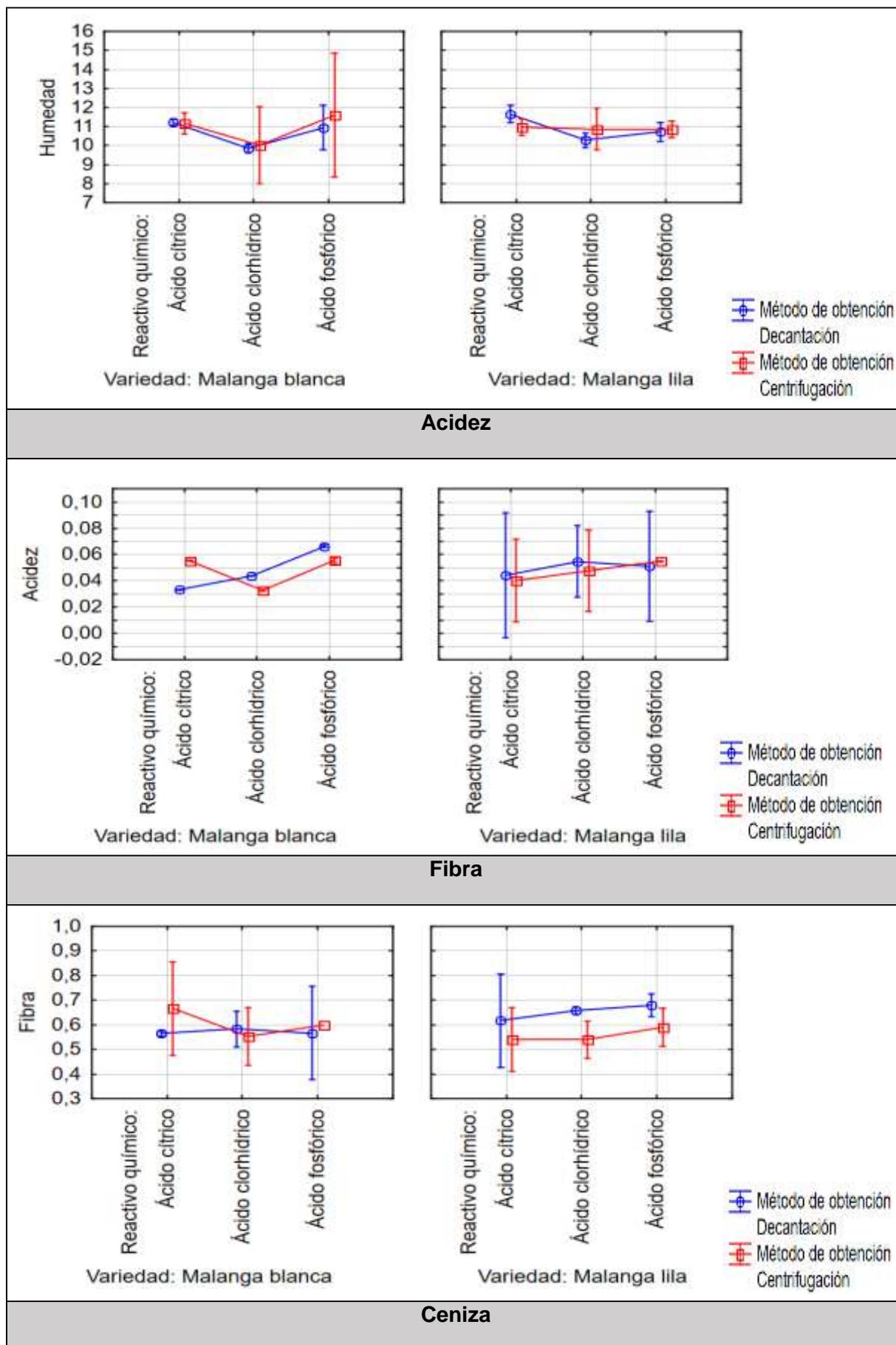
*Prueba de significancia de Tukey para Variedades*Método de obtención*Reactivos químicos (Interacción A*B*C)*

Método de obtención*Reactivos químicos	Rendimiento	pH	Humedad	Acidez	Fibra	Cenizas	Temperatura de gelatinización
v0m0r0: M. Blanca + Decantación + A. cítrico	25,87 ^a	5,22 ^a	11,22 ^{ab}	0,0331 ^a	0,56 ^a	1,08 ^a	55,67 ^b
v0m0r1: M. Blanca + Decantación + A. clorhídrico	27,78 ^a	6,03 ^{bc}	9,85 ^a	0,0435 ^{ab}	0,58 ^a	1,88 ^a	55,00 ^{ab}
v0m0r2: M. Blanca + Decantación + A. fosfórico	26,48 ^a	6,24 ^{cd}	10,95 ^{ab}	0,0660 ^b	0,57 ^a	0,29 ^a	56,53 ^b
v0m1r0: M. Blanca + Centrifugación + A. cítrico	29,34 ^a	6,14 ^c	11,17 ^{ab}	0,0552 ^{ab}	0,67 ^a	0,46 ^a	52,70 ^a
v0m1r1: M. Blanca + Centrifugación + A. clorhídrico	27,36 ^a	6,12 ^c	10,02 ^a	0,0327 ^a	0,55 ^a	0,13 ^a	53,97 ^{ab}
v0m1r2: M. Blanca + Centrifugación + A. fosfórico	25,43 ^a	6,31 ^{cd}	11,60 ^b	0,0554 ^{ab}	0,60 ^a	0,17 ^a	54,33 ^{ab}
v1m0r0: M. lila + Decantación + A. cítrico	22,55 ^a	6,36 ^{cd}	11,65 ^b	0,0444 ^{ab}	0,62 ^a	0,37 ^a	54,23 ^{ab}
v1m0r1: M. lila + Decantación + A. clorhídrico	24,44 ^a	6,73 ^d	10,28 ^{ab}	0,0546 ^{ab}	0,66 ^a	2,04 ^a	54,73 ^{ab}
v1m0r2: M. lila + Decantación + A. fosfórico	21,73 ^a	5,48 ^{ab}	10,72 ^{ab}	0,0512 ^{ab}	0,68 ^a	0,42 ^a	54,93 ^{ab}
v1m1r0: M. lila + Centrifugación + A. cítrico	22,45 ^a	6,21 ^{cd}	10,97 ^{ab}	0,0404 ^{ab}	0,54 ^a	0,29 ^a	55,03 ^{ab}
v1m1r1: M. lila + Centrifugación + A. clorhídrico	24,33 ^a	6,44 ^{cd}	10,87 ^{ab}	0,0476 ^{ab}	0,55 ^a	0,21 ^a	54,17 ^{ab}
v1m1r2: M. lila + Centrifugación + A. fosfórico	24,63 ^a	5,52 ^{ab}	10,85 ^{ab}	0,0550 ^{ab}	0,59 ^a	0,42 ^a	55,73 ^b

Figura 13

Prueba de significancia de Tukey para Variedades*Método de obtención*Reactivos químicos (Interacción A*B*C)





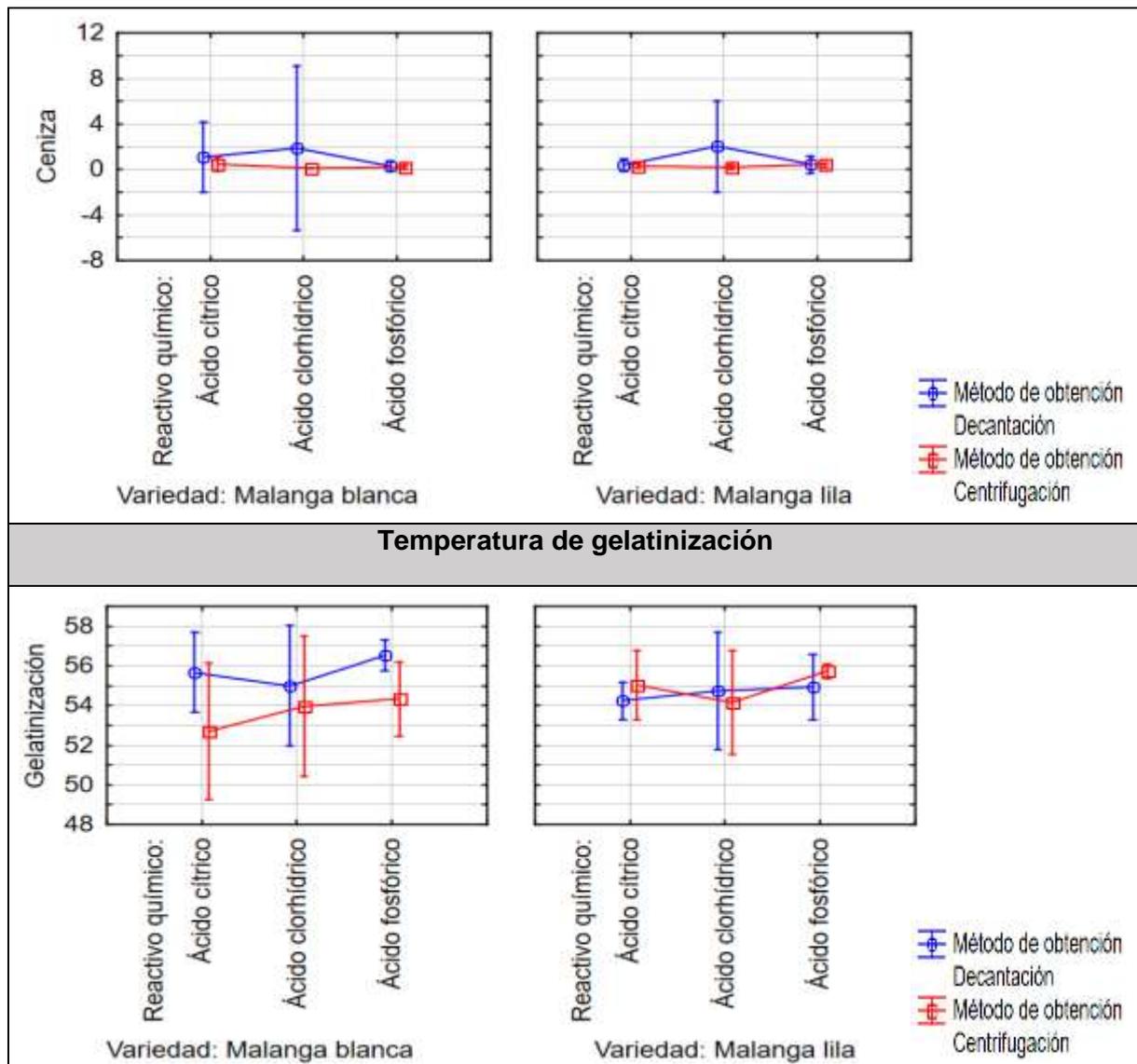


Figura 14*Prueba de Almidón Yodo Lugol*

<p>Almidón lila, Ac Fosfórico, Decantación</p> 	<p>Almidón Lila, Ac Cítrico, Decantación</p> 	<p>Almidón Lila, Ac Clorhídrico Decantación</p> 
<p>Almidón blanco, Ac Fosfórico, centrifugación</p> 	<p>Almidón blanco, Ac cítrico, centrifugación.</p> 	<p>Almidón blanco, Ac clorhídrico, centrifugación</p> 
<p>Almidón lila, Ac Fosfórico, Centrifugación</p> 	<p>Almidón Lila, Ac Cítrico, Centrifugación</p> 	<p>Almidón Lila, Ac Clorhídrico, Centrifugación</p> 



En la figura 14 se puede observar la prueba cualitativa de prueba de almidón realizada para las dos variedades de malanga. Se puede notar que para todos los tratamientos el resultado fu una coloración morada violeta, lo que es un indicador positivo para presencia de almidón.

Capítulo V

Discusión

Con respecto al factor A (Variedad)

El rendimiento de malanga fue alto con un 24,04 % para la variedad Blanca y 23,35 % para la variedad lila. Estos valores son superiores a los obtenidos por Bonilla, (2019) en su investigación donde muestran resultados de 13,12 % para ambas variedades. La diferencia se puede inferir a la edad de cosecha del tubérculo, método de obtención y manejo del experimento. El pH no mostró diferencias significativas para ningún tratamiento obteniendo un valor de 6. Para la variable humedad, Acidez, fibra, cenizas y temperatura de gelatinización en el factor A tampoco se mostró diferencia significativa.

El porcentaje de rendimiento se puso a comparación con otros tubérculos y se determinó que la malanga y yuca poseen altos contenidos de almidón. Según Vargas & Martínez, (2016) el almidón nativo de papa modificado químicamente mostró un rendimiento de 15,6 %. Así mismo Rivera, (2014) en su investigación obtuvo un rendimiento del 58 % en el almidón de yuca. Arzapalo, Huaman, Quispe, & Espinoza, (2015) mencionan en sus datos comparativos el rendimiento del almidón de camote con un 17 %.

Con Respecto al Factor B (Método de Obtención)

El factor B (Método de obtención) mostró diferencias significativas para el contenido de cenizas, teniendo así 1,01 % para el método de decantación y 0,28 % para el método de centrifugación. Los valores obtenidos están dentro del rango establecido por el CODEX 176 que es de 3 %. Así mismo el contenido de ceniza obtenido es inferior al de Bonilla, (2019) en su investigación, 6,90 % para centrifugación y 7,18 % para decantación.

La ceniza encontrada en el almidón además permitió determinar el material mineral que se encuentra en la muestra, tales como metales, sales y elementos traza FAO (s.f.). El almidón de malanga tiene un contenido bajo de cenizas comparado con otras variedades de

tubérculos: camote con 0,69 %, yuca con 0,16% y papa 0,44 % Torres, Montero, & Lengua, (2013). El contenido de ceniza también se ve alterado por la edad del cultivo, se ha encontrado aumentos significativos de fósforo a medida que el tubérculo se hace más maduro.

Con Respecto al Factor C (Reactivos Químicos)

El pH del almidón con del ácido cítrico fue de 5,98, ácido clorhídrico 6,33 y ácido fosfórico 5,89. El porcentaje de humedad del almidón fue bajo con el ácido clorhídrico 10,25 %, mientras que para ácido cítrico y fosfórico fue de: 11,25 y 11,03 respectivamente. El porcentaje de acidez fue significativo (mayor) para ácido fosfórico con 0,056 %. Torres, Montero, & Lengua, (2013 en su investigación obtuvieron 0,27 % de ceniza y 14,29 %, siendo mayor este último con respecto al de la investigación realizada.

Estas diferencias pueden atribuirse a la técnica empleada; en una investigación donde determinaron el contenido de humedad en almidón de malanga empleando diversas técnicas, concluyeron que con el método Karl Fischer se obtenían valores de humedad ligeramente mayores a los obtenidos por secado en estufa a 105 °C (Ferreira, Ortiz & Pardo, 1990). Sin embargo, los valores obtenidos en este estudio se encuentran en el intervalo de humedad generalmente aceptado para productos secos con una vida de anaquel deseable y es menor al valor permitido < 20 %.

Con Respecto a la Interacción A x B (Variedad x Método de Obtención)

En la interacción A x B (Variedad con el método de obtención de almidón) se obtuvo 27,38 % en la malanga blanca con el método de centrifugación, mientras que para la malanga lila con el mismo método de centrifugación se obtuvo 23,81 % de almidón. Así mismo se obtuvo un pH de 5,83% para la variedad blanca método de decantación y 6,06 para a malanga lila método de centrifugación.

La FAO, (s.f.) Menciona que el valor de pH y acidez titulable son buenos indicadores de fermentación del almidón. El pH disminuye a 4,0 cuando hay una fermentación acida. El crecimiento de hongos libera amoniaco e incrementa el valor de pH. Así mismo establece que los rangos óptimos para pH de almidones modificados son de 6 a 6,5.

Los valores de pH de la investigación se ven sustentados con los rangos establecidos por las normas INEN (2012) donde establecen que el pH de los distintos almidones debe estar dentro de un rango 5 y 7.

La temperatura de gelatinización fue mayor en la variedad blanca obtenida con el método de decantación con 55,73 C°. La variedad lila con el método de decantación también mostro un valor de 54,63 C°.

Con Respecto a la Interacción A x C (Variedad x Ácidos)

El pH fue mayor en el almidón en el almidón de malanga lila obtenido con el ácido clorhídrico 6,59. En la variedad blanca con ácido clorhídrico presento 9,93 % de humedad, así mismo el almidón de la variedad lila con ácido clorhídrico presento 10, 58 %. La acidez fue mayor en el almidón de la malanga blanca con 0,06 %, para el almidón de la variedad blanca con ácido clorhídrico fue de 0,038 %. Los datos obtenidos son cercanos a los obtenidos por Díaz, (2015) obtuvo una acidez titulable para almidón modificado de malanga de: 0,004 y 0,005 % respectivamente.

Establece en su investigación además que el contenido de humedades mayores al 13 % puede afectar significativamente al pH y la acidez ya que esta favorece la formación de hongos y levaduras el mismo que aumentan la acidez titulable y disminuyen el pH.

Con Respecto a la Interacción B x C (Método de Obtención x Reactivo químico)

El pH fue menor en el almidón con ácido cítrico y el método de decantación con 5,79; así mismo se obtuvo un pH de 6,18 con el ácido cítrico y método de centrifugación.

Vargas & Martínez, (2016) registraron un pH de 7 (Neutro) en el almidón modificado de papa este valor se ve reflejado por el ácido aplicado, forma de obtención del almidón y tiempo de decantación

El pH del almidón puede ser modificado según Acevalo, Garcia, Lozano, & Bello, (2012) por el tiempo de cosecha, textura, amilosa y amilopectina, en su investigación encontraron un pH de 6,8 en el almidón de maíz.

La humedad para el método de decantación con ácido clorhídrico fue de 10,07 %. Así mismo el tratamiento que presentó mayor humedad fue el método de decantación con ácido cítrico con un valor aproximado de 11,43 %. En la acidez también se observó significancia para el método de decantación con ácido cítrico con 0,038 %. Para el ácido fosfórico se mostró con el método de decantación fue de 0,05 %.

La mayor cantidad de ceniza la presentó el almidón obtenido por el método de decantación con ácido clorhídrico con 1,96 %. Por otro lado con el método de centrifugación y ácido clorhídrico se obtuvo 1,7 % de ceniza.

La temperatura de gelatinización fue de 55,93 % en el almidón obtenido por el método de decantación con el ácido fosfórico. El almidón obtenido con ácido cítrico y método de centrifugación mostró una temperatura de gelatinización de 53,87 %. Los parámetros anteriormente mencionados están relacionados directamente con el método de obtención así como también el reactivo aplicado.

Con Respecto a la Interacción AXBC (Variedad x Método de Obtención x Reactivo Químico)

El pH fue mayor en el tratamiento T8 conformado por malanga lila, método de decantación y ácido cítrico con 6,73. El tratamiento T3 (Malanga blanca, Decantación, Ac. fosfórico) fue de 6,24. El tratamiento T4 (M. Blanca + Centrifugación + A. cítrico) mostró un pH de 6,14. El tratamiento T12 (M. lila + Decantación + A. fosfórico) se obtuvo un pH de 5,52.

La humedad fue menor en el tratamiento T2 (M. Blanca + Decantación + A. clorhídrico) con 9,85 %; el tratamiento T6 M. Blanca + Centrifugación + A. fosfórico mostró 11,60 % de humedad. Para el tratamiento T12 el contenido de humedad fue mayor en 10,85 %. Finalmente el tratamiento T9 M. lila + Decantación + A. fosfórico 10,72 %.

La temperatura de gelatinización fue mayor en el almidón de variedad de malanga obtenido con ácido cítrico por el método de decantación, así mismo se mostró un incremento de temperatura en el almidón obtenido por el método de decantación con la aplicación de ácido fosfórico.

El almidón es insoluble en agua fría, al calentar a temperaturas determinadas se inicia el proceso de hinchamiento de los gránulos. Los valores obtenidos son similares a Torres, Montero, & Lengua, (2013) en su investigación obtuvieron una temperatura de gelatinización de 55 C° para la malanga blanca y 54 C° para la malanga lila. Esta baja temperatura los autores mencionan que los almidones de malanga son factibles para la obtención de productos que no requieren de elevadas temperaturas.

Torres, Montero, & Lengua, (2013) también realizaron una comparación del almidón de papa, obteniendo temperaturas de 56 y 57 C°, para almidones de yuca se encontró temperaturas de 62 C° y para camote entre 75 y 79 C°; establecen que una mayor temperatura de gelatinización en almidones permite mayor estabilidad interna del gránulo del almidón, presentando mayor contenido de amilosa. De igual forma también se relaciona con el tamaño de los gránulos si estos son menores, permite una mayor penetración de

agua a su interior por lo tanto menor temperatura para gelatinizar (Torres, Montero, & Lengua, 2013).

Con Respecto a la Variable Prueba de Almidón

La prueba de almidón con yodo lugol dio positivos para almidones como se muestra en la tabla 14, se puede observar una coloración morada violeta para todos los tratamientos. Según Sánchez, (2012) menciona que se debe a la formación de cadenas de poliyoduro (triyoduro, I₃⁻) que se enlazan con el almidón en las hélices del polímero siendo la amilasa (cadena lineal) del almidón la que se une a las moléculas de yodo, formando un color azul oscuro, a veces prácticamente morado. La amilopectina reacciona apenas con el yodo ya que tiene una cadena ramificada por lo tanto forma hélices mucho más cortas y las moléculas de yodo son incapaces de juntarse presentando un color intermedio entre anaranjado o amarillo.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- **Factor A (Variedad)**

La variedad de malanga blanca presento el rendimiento más alto con 24 ,04 % mientras que de la malanga lila se obtuvo un 23,35 % de rendimiento.

El rendimiento del almidón modificado de las dos variedades de malanga es superior al de otros tubérculos: papa modificado químicamente mostro un rendimiento de 15,6 % y camote con un 17 %.

- **Factor B (Método de obtención)**

El contenido de cenizas fue de 1,01 % para el método de decantación y 0,28 % para el método de centrifugación, valores o están dentro del rango establecido por el CODEX 176 que es de 3 %. El contenido de ceniza también se ve alterado por la edad del cultivo, se ha encontrado aumentos significativos de fósforo a medida que el tubérculo se hace más maduro.

- **Factor C (Método Químico)**

El pH del almidón obtenido con ácido cítrico fue de 5,98, ácido clorhídrico 6,33 y ácido fosfórico 5,89. El porcentaje de humedad con el ácido clorhídrico 10,25 %, mientras que para ácido cítrico y fosfórico fue de: 11,25 y 11,03 respectivamente. El porcentaje de acidez para ácido fosfórico con 0,056 %. Sin embargo, los valores obtenidos en este estudio se encuentran en el intervalo de humedad generalmente aceptado para productos secos con una vida de anaquel deseable y es menor al valor permitido < 20 %.

El contenido de pH también permite determinar que existió una correcta fermentación del almidón ya que no presento contaminación por hongos ni levaduras.

- **Interacción A*B (Variedad*Método de obtención)**

El rendimiento del almidón de malanga fue de 27,38 % para la variedad blanca con el método de centrifugación, 23,81 % para el almidón de la variedad lila con el método de centrifugación. Así mismo se obtuvo un pH de 5,83 para la variedad blanca método de decantación y 6,06 para a malanga lila método de centrifugación.

Los valores de pH de la investigación se ven sustentados con los rangos establecidos por las normas INEN (2012) donde establecen que el pH de los distintos almidones debe estar dentro de un rango 5 y 7.

El contenido de fibra fue mayor en la variedad blanca obtenida por el método de centrifugación con 0,61 %. La temperatura de gelatinización para el almidón de malanga blanca por decantación fue de 55,73 %. La variedad lila con el método de decantación también mostro un valor de 54,63 %

- **Interacción A*C (Variedad*Reactivo Químico)**

El almidón de malanga lila obtenido con el ácido clorhídrico se obtuvo un pH 6,59. El porcentaje de humedad más bajo se dio en la variedad blanca con ácido clorhídrico presento 9,93 % de humedad, así mismo el almidón de la variedad lila con ácido clorhídrico presento 10, 58 %. La acidez fue mayor en el almidón de la malanga blanca con 0,06 %, para el almidón de la variedad blanca con ácido clorhídrico fue de 0,038 %.

- **Interacción B*C (Método de obtención*Reactivo quimico)**

El pH fue menor en el almidón con ácido cítrico y el método de decantación con 5,79 y 6,18 con el ácido cítrico y método de centrifugación.

La humedad para el método de decantación con ácido clorhídrico fue de 10,07 %. El ácido crítico con 11,43 %. En la acidez también se observó significancia para el método de decantación con ácido cítrico con 0,038 %. Para el ácido fosfórico se mostró con el método de decantación fue de 0,05 %.

El porcentaje de ceniza por el método de decantación con ácido clorhídrico fue de 1,96 % y ácido clorhídrico se obtuvo 17 % de ceniza.

La temperatura de gelatinización fue de 55,93 % en el almidón obtenido por el método de decantación con el ácido fosfórico. El almidón obtenido con ácido cítrico y método de centrifugación mostro una temperatura de gelatinización de 53,87 %.

- **Interacción A*B*C (Variedad*Método de obtención *Reactivo químico)**

El pH fue mayor en el tratamiento T8 conformado por malanga lila, método de decantación y ácido cítrico con 6,73. El tratamiento T3 (Malanga blanca, Decantación, Ac fosfórico) fue de 6,24. El tratamiento T4 (M. Blanca + Centrifugación + A. cítrico) mostro un pH de 6,14. El tratamiento T12 (M. lila + Decantación + A. fosfórico) se obtuvo un pH de 5,52.

La humedad fue menor en el tratamiento T2 (M. Blanca + Decantación + A. clorhídrico) con 9,85 %; el tratamiento T6 M. Blanca + Centrifugación + A. fosfórico mostro 11,60 % de humedad. Para el tratamiento T12 el contenido de humedad fue mayor en 10,85 %. Finalmente el tratamiento T9 M. lila + Decantación + A. fosfórico 10,72 %. Así mismo el porcentaje de humedad se encuentra dentro del rango establecido por las normas INEN 616 de 14 %.

La temperatura de gelatinización fue mayor en el almidón de variedad de malanga obtenido con ácido cítrico por el método de decantación, así mismo se mostró un incremento de temperatura en el almidón obtenido por el método de decantación con la aplicación de ácido fosfórico.

Prueba de Almidón Yodo lugol

El almidón de malanga según la prueba cualitativa yodo lugol fue positivo para almidón en todos los tratamientos. Sin embargo este parámetro cualitativo no es un indicador 100 % efectivo del contenido de amilosa y amilopectina.

Recomendaciones

Realizar nuevas pruebas de la obtención de almidón para parámetros como, proteína, índice de absorción de agua, contenido de amilosa y amilopectina, granulometría el granulo de almidón y claridad de la pasta, para determinar así diferencia significativas en los tratamientos expuestos.

Evaluar otros métodos químicos de obtención de almidón, encontrando así el adecuado que permita industrializar de una manera más amplia el almidón de malanga.

La obtención de almidón modificado debe ser parte de las nuevas tecnológicas de alimentos, ya que esta característica mejora las propiedades físicas y químicas del almidón.

La obtención de nuevas fuentes de almidón como la malanga, es una forma de darle valor agregado al producto que muchas veces es desechado. Además promover al consumo interno de la población.

La prueba de yodo lugol no es suficiente para determinar si existen alteraciones en la molécula del almidón, debido a que solo es una prueba cualitativa.

Establecer un tiempo de temperatura de secado del almidón, que no alteren o modifiquen la estructura del mismo.

Capítulo VII

Bibliografía

- Acevalo, E., García, E., Lozano, S., & Bello, L. (Noviembre de 2012). <http://www.scielo.org.mx>. Recuperado el 03 de 09 de 2020, de <http://www.scielo.org.mx>: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000100001
- Aguilar, C. (Mayo de 2014). *PRUEBA DEL ALMIDÓN (PRUEBA DE YODO)*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/laboratoriosbioquimica/bioquimica-i/prueba-del-almidon>
- Aguilar, P. V., & Villalobos, D. H. (2012). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote ñampi: propiedades funcionales y posibles. *Dialnet*, 3.
- Alarcón, J. (2013). <http://dspace.udla.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec>: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/715/1/UDLA-EC-TIAG-2013-06.pdf>
- Alvarez, A. S., Delgado, M. X., & Reyes, E. O. (Agosto de 2014). <http://webquery.ujmd.edu.sv>. Obtenido de <http://webquery.ujmd.edu.sv>: <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/ALI/0001970-ADTESAE.pdf>
- AOAC, I. (2000). "Official Methods of Analysis". En Gaithersburg. Gaithersburg, USA: 17ªed.
- Arzapalo, D., Huaman, K., Quispe, M., & Espinoza, C. (26 de 02 de 2015). <http://www.scielo.org.pe>. Recuperado el 03 de 09 de 2020, de <http://www.scielo.org.pe>: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v81n1/a06v81n1.pdf>
- Benitez, T. T. (2008). <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080>. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080>: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/508/Caracterizacion%20morfolo%20gica%20y%20termica%20almidon%20de%20maiz.pdf;jsessionid=D242B10966F5EDA4B7B1511213BE73EF?sequence=1>
- Bonilla, V. N. (2019). <http://dspace.unach.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec>: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5485/1/UNACH-EC-ING.AGRO-IND-2019-0004.pdf>
- Calvo, M. (s.f.). <http://milksci.unizar.es>. Obtenido de <http://milksci.unizar.es>: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html>
- Chiang, D., Almeida, M. F., & Zamora, P. (s.f.). <https://www.dspace.espol.edu.ec>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec>: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8009/1/Diapositivas%2520Proyecto%2520de%2520Graduaci%25c3%25b3n%2520-%2520Harina%2520de%2520Malanga%2520y%2520sus%2520Derivados.pdf>
- CODEX. (2013). <https://www.normalizacion.gob.ec>. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec>: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2786.pdf

- DÍAZ, M. E. (2017). <http://www.dspace.uce.edu.ec>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec>:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9777/1/T-UCE-0017-006-2017.pdf>
- Diaz, Y. (2015). <http://181.176.178.114>. Obtenido de <http://181.176.178.114>:
<http://181.176.178.114/bitstream/handle/123456789/213/19-2015-EPIA-Diaz%20Barrera%20-Determinaci%C3%B3n%20de%20propiedades%20de%20variedades%20de%20papaya%20nativa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FAO. (2007). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org>: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- FAO. (s.f.). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org>:
<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>
- FAO. (s.f.). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org>:
<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>
- FAO. (s.f.). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org>:
<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>
- Galan, A. G., Olguin, N., Loayza, E., & Severich, E. (Julio de 2014). <http://www.dui.uagrm.edu.bo>. Obtenido de <http://www.dui.uagrm.edu.bo>:
<http://www.dui.uagrm.edu.bo/Informacion/InvestigacionesCHI/6-chi-2014.pdf>
- Hora, L. (24 de Julio de 2006). <https://lahora.com.ec>. Obtenido de <https://lahora.com.ec>:
<https://lahora.com.ec/noticia/455065/la-malanga-se-enrac3adza-en-la-amazonia>
- INATEC. (s.f.). <https://www.tecnacional.edu.ni>. Obtenido de <https://www.tecnacional.edu.ni>:
https://www.tecnacional.edu.ni/media/Raices_y_Tuberculos.pdf
- INEN. (29 de 10 de 2012). <https://www.normalizacion.gob.ec>. Recuperado el 03 de 09 de 2020,
de <https://www.normalizacion.gob.ec>:
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1456.pdf>
- INEN. (2013). <http://181.112.149.204>. Obtenido de <http://181.112.149.204>:
<http://181.112.149.204/buzon/normas/524-1R.pdf>
- INEN. (2013). <http://181.112.149.204>. Obtenido de <http://181.112.149.204>:
<http://181.112.149.204/buzon/normas/524-1R.pdf>
- INEN. (Enero de 2014). <http://181.112.149.204>. Obtenido de <http://181.112.149.204>:
http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_iso_1666.pdf
- Martinez , F., Jandry, A., & David Tapia . (2013). *Crianza de cuyes a base de tres dietas alimenticias*. Santo Domingo.
- Martínez, J. Z., & Escandón, C. V. (Abril de 2013). <https://dspace.ups.edu.ec>. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec>:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4331/1/UPS-GT000395.pdf>

- Medina, C., Paredes, A., Rodríguez, M. E., Moreno, M., Moreno, M., García, D., & Ojeda, C. (Abril de 2010). <http://www.scielo.org.ve>. Obtenido de <http://www.scielo.org.ve>.
- MINAG. (Enero de 2018). <https://www.minag.gob.cu>. Obtenido de <https://www.minag.gob.cu>: https://www.minag.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/instructivo_de_malanga_final_25-1-2018.pdf
- Moyano, J. K. (2013). <http://dspace.udla.edu.ec>. Recuperado el 21 de Febrero de 2019, de <http://dspace.udla.edu.ec>: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/715/1/UDLA-EC-TIAG-2013-06.pdf>
- Moyano, J. K. (2013). <http://dspace.udla.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec>: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/715/1/UDLA-EC-TIAG-2013-06.pdf>
- Moyano, J. K. (2013). <http://dspace.udla.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec>: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/715/1/UDLA-EC-TIAG-2013-06.pdf>
- Naula, M. (2016). <http://dspace.esPOCH.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec>: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4954/1/56T00626%20UDCTFC.pdf>
- Nogales, M. (2018). • *Estudiar las aflatoxinas en dos variedades de maní (Arachis hypogaea L.) iniap-181 Rosita e iniap-182 Caramelo mediante análisis bromatológicos en la cadena agroalimentaria*. Santo Domingo-Ecuador.
- Pérez, A. V. (2006). <http://repositorio.uta.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec>: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3356/1/P91%20Ref.2980.pdf>
- Pinto, H. M. (2012). <http://bdigital.unal.edu.co>. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co>: <http://bdigital.unal.edu.co/9785/1/107519.2012.pdf>
- PROEcuador. (s.f.). <https://www.proecuador.gob.ec>. Obtenido de <https://www.proecuador.gob.ec>: <https://www.proecuador.gob.ec/ficha-de-malanga>
- Pua, A., Barreto, G., Zuleta, J., & Herrera, O. (Agosto de 2019). <https://scielo.conicyt.cl>. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl>: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n4/0718-0764-infotec-30-04-00069.pdf>
- Quinto, D. A., Córdor, K. H., Solano, M. Q., & Silva, C. E. (Febrero de 2015). <http://www.scielo.org.pe>. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe>: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v81n1/a06v81n1.pdf>
- Quiroz, E. (Abril de 2010). <https://dspace.ups.edu.ec>. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec>: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4520/1/UPS-QT02336.pdf>
- R, G. A., Magda, P. F., & T, S. A. (03 de 11 de 2012). Extracción y propiedades funcionales del almidón de yuca, Manihot esculenta, variedad ICA, como materia prima para la elaboración de. *LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA*, 18. Recuperado el 03 de 09 de 2020, de [file:///C:/Users/Lenovo/Dropbox/Mi%20PC%20\(DESKTOP-1TSFOTA\)/Downloads/382-1108-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Dropbox/Mi%20PC%20(DESKTOP-1TSFOTA)/Downloads/382-1108-1-PB%20(1).pdf)

- Rayas, P. (2008). Fibra base de frutas , vegetales y cereales . *Revista Mexicana de agronegocios* .
- Rivera, C. T. (2014). <http://repositorio.unamad.edu.pe>. Recuperado el 03 de 09 de 2020, de <http://repositorio.unamad.edu.pe>:
<http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suarez, Ramos, Guerra, Garcia, & Palazuelos. (s.f.). <http://www.fcb.uanl.mx>. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx>: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/1/10.pdf>
- Torres, A. L., Montero, P. M., & Gonzales, L. C. (Diciembre de 2014). <http://www.scielo.org.co>. Obtenido de <http://www.scielo.org.co>:
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a11.pdf>
- Torres, A., Montero, P., & Lengua, M. (2013). <http://repository.lasallista.edu.co>. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co>:
<http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/506/253>
- Torres, A., Montero, P., & Lengua, M. (s.f.). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org>:
<http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/506/253>
- Torres, Paez, & Ortega. (Junio de 2012). <http://tesis.luz.edu.ve>. Obtenido de <http://tesis.luz.edu.ve>:
http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/59/TDE-2014-05-21T10:54:46Z-4777/Publico/torres_rapelo_alberto_%20luis.pdf
- Vargas, G., & Martínez, P. (19 de julio de 2016). <http://www.scielo.org.pe>. Recuperado el 03 de Septiembre de 2020, de <http://www.scielo.org.pe>:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v7nspe/a09v7nspe.pdf>
- Velez, C., Villada, H., & Mendoza, M. (2008). <https://scielo.conicyt.c>. Obtenido de <https://scielo.conicyt.c>: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n1/art04.pdf>