
Caracterización Del Almidón De Tres Tipos De Ñame: Dioscórea Alata, Dioscórea Rotundata y
Diamante R22 Con Fines De Agroindustrialización.

Andrea Paola de León Tuiran

Jhosep David Tapia Niño

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura
Programa de Ingeniería Industrial
Sincelejo
2017

Caracterización Del Almidón De Tres Tipos De Ñame: Dioscórea Alata, Dioscórea Rotundata y
Diamante R22 Con Fines De Agroindustrialización.

Andrea Paola de León Tuiran

Jhosep David Tapia Niño

Trabajo De Grado Presentado Como Requisito Para Optar Al Título De Ingeniero Industrial

Director

Mario Frank Pérez Pérez

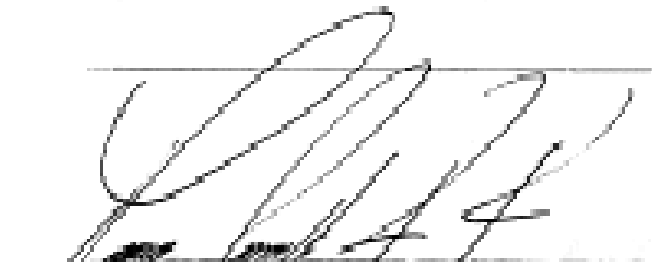
Doctorado En Ingeniería Industrial


Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura
Programa de Ingeniería Industrial

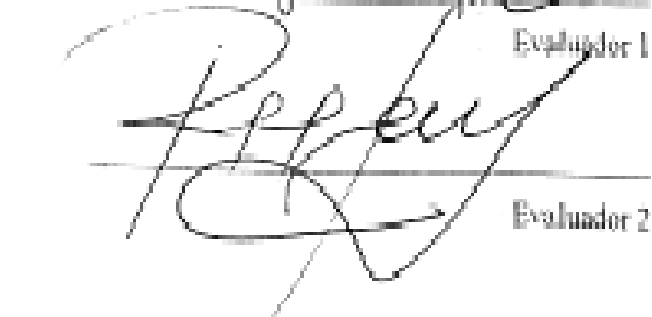
Sincelejo

2017

Nota de Aceptación


Director


Evaluador 1


Evaluador 2

Sincelejo, Sucre. 04 de agosto de 2017.

Tabla de contenido

Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción	12
1. Planteamiento del problema	13
2. Objetivos.....	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivos Específicos.....	14
3. Justificación.....	15
4. Marco referencial.....	17
4.1. El ñame (Dioscórea SPP).....	17
4.2. Descripción.....	18
4.3. Ñame en el mundo.....	19
4.4. Ñame en Colombia.....	20
4.5. Almidón.....	21
4.6. Propiedades de los almidones	22
4.7. Tipos de almidones.....	23
4.7.1. Almidones nativos.	23
4.7.2. Almidones modificados.	23
4.8. Componentes del almidón.....	24
4.8.1. Amilosa.....	24
4.8.2. Amilopectina.....	24
4.9. Usos industriales del almidón	25

4.9.1.	Almidón como adhesivo.	25
4.9.2.	Almidón en la industria textil.	26
4.9.3.	El almidón en la industria papelera.....	26
4.9.4.	El almidón en la industria de alimentos.....	26
4.9.5.	El almidón en la industria farmacéutica.....	26
4.9.6.	El almidón en la industria cosmética.	27
4.9.7.	Otros usos del almidón.....	27
4.10.	Fuentes de almidón.....	27
4.10.1.	Almidón de ñame.	27
4.10.2.	Almidón de yuca.	28
4.10.3.	Almidón de papa.	28
4.10.4.	Almidón de maíz.	29
5.	Metodología Aplicada	31
5.1.	Materia prima	33
5.2.	Pelado.....	33
5.3.	Troceado.....	34
5.4.	Lavado.....	34
5.5.	Licuado.....	35
5.6.	Arrastre de mucilago	36
5.7.	Preparación de la solución.....	36
5.8.	Lavado y sedimentado.....	37
5.9.	Secado	37
5.10.	Triturado	38
5.11.	Empacado	39

6.	Análisis y resultados	41
6.1.	Resultados	42
6.1.2.	Dioscórea rotundata.....	43
6.2.	Diamante R22.....	44
6.2.1.	Análisis estadístico multivariado en el programa stargraphics (Amilosa).....	47
6.2.2.	Gráfico caja y bigotes.	47
6.2.3.	Tabla anova.	48
6.2.4.	Prueba de múltiples rangos.	48
6.3.	Análisis estadístico multivariado en el programa Stargraphics (amilopectina)	50
6.3.1.	Gráfico caja y bigotes.	51
6.3.2.	Tabla Anova.....	51
7.	Conclusiones.....	54
8.	Referencias bibliográficas	55

Índice de Figuras

Figura 1. Cuatro variedades de ñame criollo, Fuente: (Aranza Reina, Banco de la República – Sucursal Cartagena, 2012)	17
Figura 2. Diagrama Producción del ñame en el mundo Fuente: Autores.	19
Figura 3. Producción del ñame en Colombia (Yuri C Reina Aranza, 2012).	20
Figura 4. Estructura molecular del almidón. Fuente: (Tejada Benítez, Tejada Tova, Villabona, Barrios, & Tejada Benítez, 2007)	21
Figura 5. Granos del almidón. Fuente: (Tejada Benítez, Tejada Tova, Villabona, Barrios, & Tejada Benítez, 2007).	22
Figura 6. Diagrama de algunos tipos de almidón. Fuente: Autores.....	23
Figura 7. Esquema de la amilosa (Aristizábal & Sánchez, 2007).....	24
Figura 8. Esquema de la amilopectina. Fuente: (Palacio Rodriguez & Peñata Mendoza).	25
Figura 9. Diagrama de fases de la metodología propuesta en esta investigación. Fuente: Autore	31
Figura 10. Zonas productivas; Fuente: Autores.	32
Figura 11. Inspección de ñame. Fuente: autores.....	33
Figura 12. Pelado del ñame. Fuente: Autores.	34
Figura 13. Troceado del ñame. Fuente: autores.....	34
Figura 14. Lavado del ñame en trozos. Fuente: autores	35
Figura 15. Licuado del ñame. Fuente: autores.	35
Figura 16. Almidón Húmedo. Fuente: autores.....	36
Figura 17. Proceso de arrastre de mucilago. Fuente: autores.	37
Figura 18. Almidón húmedo. Fuente: autores.	37
Figura 19. Secado del almidón. Fuente: autores.	38

Figura 20.Secado artificial del almidón en secador de bandeja. Fuente: Autores.	38
Figura 21.Triturado del almidón. Fuente: Autores.	38
Figura 22.Diagrama de proceso de la extracción del almidón. Fuente: Autores.	39
Figura 23. Contenido de Amilosa de Ñame Criollo Nativo. Fuentes: Autores.	42
Figura 24. Contenido de Amilopectina Ñame Criollo Nativo. Fuentes: Autores.	43
Figura 25.Contenido de Amilosa de Ñame Espino Nativo. Fuentes: Autores.....	43
Figura 26.Contenido de Amilopectina de Ñame Espino Nativo. Fuentes: Autores.	44
Figura 27.Contenido de Amilosa de Ñame Diamante Nativo. Fuente: Autores.....	44
Figura 28.Contenido de Amilopectina Diamante Nativo. Fuente: Autores.....	45
Figura 29.Promedio de Amilosa y Amilopectina del Ñame Criollo (Dioscórea Alata), Yuca, Papa y Maíz. Fuente: Autores.....	45
Figura 30.Promedio de Amilosa y Amilopectina del Ñame Dioscórea Rotundata (Dioscórea Rotundata), Yuca, Papa y Maíz. Fuente: Autores.....	46
Figura 31.Promedio de Amilosa y Amilopectina del Ñame Diamante (Diamante R22), Yuca, Papa y Maíz. Fuente: Autores.	46
Figura 32. Análisis multivariado de la Amilosa. Fuente: Autores.....	47
Figura 33.Grafico caja de bigotes de la Amilosa. Fuente: Autores	47
Figura 34. Imagen en programa Stargraphics.	50
Figura 35.Gráfico de bigotes de la Amilopectina.	51

Índice de Tablas

Tabla 1 Producción del ñame en el mundo	19
Tabla 2 Ejemplo de porcentajes de amilosa y amilopectina de diferentes tipos de almidón.....	25
Tabla 3 Porcentaje de amilosa y amilopectina del almidón de yuca.	28
Tabla 4 Porcentaje de amilosa y amilopectina del almidón de papa.	29
Tabla 5 Porcentaje de amilosa y amilopectina del almidón de maíz.	30
Tabla 6 Contenido de Amilosa-Amilopectina del Ñame Criollo.....	42
Tabla 7 Contenido de Amilosa-Amilopectina del Ñame Espino Nativo.	43
Tabla 8 Contenido de Amilosa-Amilopectina del Ñame Diamante Nativo.	44
Tabla 9 Tabla Anova de la Amilosa.	48
Tabla 10 Prueba de múltiples rangos de la Amilosa.....	49
Tabla 11 Prueba de múltiples rangos Amilosa	49
Tabla 12 Tabla Anova de la Amilopectina.	51
Tabla 13 Prueba de múltiples rangos Amilopectina.	52
Tabla 14 Prueba de múltiples rangos Amilopectina	53

Resumen

La presente propuesta de investigación se fundamenta principalmente en la caracterización del almidón de tres tipos de ñame (*Dioscorea spp*) los cuales son dioscórea Alata, dioscórea Rotundata y Diamante R22, los cuales se producen en el departamento de Sucre. Este proyecto surge de la necesidad de obtener mayor información acerca del proceso de las características del ñame (*Dioscorea spp*) y de uno de sus principales productos como lo es el almidón de ñame (*Dioscorea spp*), esto para identificar su capacidad de inclusión en la agroindustria, como potencial fuente de materia prima en la Industria que tiene como base la producción al almidón y de esta manera buscar el beneficio de productores primarios en la región Caribe.

Lo anterior expuesto hace necesaria la implementación de técnicas y estudios que nos permitan conocer las características de este producto de tal manera que se pueda evaluar su posible aportación en la industrialización de productos hechos a base de almidón.

Para ello se pretende realizar una caracterización del almidón extraído de la producción del ñame (*Dioscorea spp*) para comparar sus propiedades con las de productos ya hechos a base de almidón y mirar la viabilidad industrial que puede tener en la región.

Esta investigación está enmarcada en el proyecto de convocatoria interna del semillero Siagro del ingeniero Mario Frank Pérez Pérez.

Palabras Clave: almidón, caracterización, ñame, producción, agroindustria.

Abstract

The present research proposal is based mainly on the characterization of the starch of three types of yam (*Dioscörea spp*) which are *Dioscörea Alata*, *Dioscörea Rotundata* and *Diamante r22*, which are produced in the department of Sucre. This project arises from the need to obtain more information about the yam production process and one of its main products, such as yam starch, to identify its capacity for inclusion in the agroindustry as a potential source of raw material In the industry that is based on starch production and in this way seek the benefit of primary producers in the Caribbean region.

The foregoing makes necessary the implementation of techniques and studies that allow us to know the characteristics of this product in such a way that it can be evaluated its possible contribution in the industrialization of products made with starch.

The aim of this work is to characterize the production of yams and starch extracted from them to compare their properties with those of products already made from starch and to look at the industrial viability that may exist in the region.

This research is framed in the project of internal call of the squatter Siagro of the engineer Mario Frank Pérez Pérez.

Keywords: starch, characterization, yam, production, industry.

Introducción

El almidón es una materia prima con un extenso campo de aplicaciones, el cual es utilizado principalmente para dar textura y consistencia a los productos en donde es aplicado, en la industria alimentaria; de manufactura de papel, de adhesivos; y empaques biodegradables (Zhao & Wostler, 1994). Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) en la industria alimentaria, es necesario buscar nuevas fuentes de extracción, ya que existe una demanda insatisfecha del mismo. (Hernandez, Torruco, Chel, & Betancur, 2008).

Actualmente las industrias alimentarias en el área de la extracción del almidón se han limitado en cultivos como papa, maíz, y/o yuca. En Colombia, existen diferentes tipos de tubérculos que poseen carbohidratos vitales en el desarrollo alimenticio del ser humano, los cuales son de gran importancia en el suministro de la ración diaria alimenticia de éste. Dentro de los tubérculos, el ñame (*Dioscorea*), es considerado de gran importancia como fuente de almidón.

El ñame (*Dioscorea spp*) presenta un alto contenido de almidón (70-80% de su peso en materia seca) y una elevada concentración de proteínas (12%), superior a la determinada para otras raíces y tubérculos tropicales. Además, contiene fibra dietética (7-8%), compuestos antioxidantes, y vitaminas y minerales tales como ácido ascórbico (30µg/g), calcio (140µg/g) y fosforo (430µg/g), que incrementan su valor nutricional (Pacheco-Delahaye & Techeira, 2009)

Debido a que el ñame (*Dioscorea spp*) representa una fuente alternativa para obtener almidón, este proyecto pretende realizar una caracterización del almidón extraído de tres tipos de ñame nativos de la región: *Dioscorea Alata*, *Dioscorea Rotundata* y *Diamante R22*. En donde se evaluarán y compararán ciertas variables, del almidón nativo obtenido frente a los diferentes tipos de almidón nativo que más se utilizan en la industria Alimentaria.

1. Planteamiento del problema

El departamento de Sucre, es destacado como un productor de ñame (*Dioscórea spp*) a nivel nacional e internacional posicionándose en estos momentos, como uno de los principales proveedores en el mercado de países como Estados Unidos, Venezuela, Puerto Rico y Martinica; pero el nivel de transformación que se le da a este es reducido, puesto que su comercialización solo se da en fresco; sumado a esto, problemas sanitarios del cultivo y la falta de desarrollo tecnológico, constituyen factores limitantes para un óptimo nivel de producción (Aranza Reina, 2012). Pero pese a que en Colombia la producción de ñame (*Dioscórea spp*) se ha ubicado específicamente en la región caribe, especialmente en los departamentos de Córdoba, Bolívar y Sucre, no se encuentran evidencias del aprovechamiento industrial de este producto agrícola (Perez Vides, 2015).

En el departamento de Sucre la información acerca de este producto agrícola es mínima, prueba de ello es que no existe una información homogénea de la producción y las características que este posee. Una posible causa es la poca industrialización que tiene el ñame (*Dioscórea spp*) y uno de sus principales componentes de este como lo es el almidón, debido al poco valor agregado que se le ha dado a este producto en el departamento de Sucre, lo cual ha causado un estancamiento económico a causa de la falta de investigación y desarrollo en este cultivo tradicional que logren incentivar su producción y agro industrialización. (Perez Vides, 2015).

Es por esto que se hace necesario el estudio de tan importante tubérculo como lo es el ñame (*Dioscórea spp*), estudiando específicamente el almidón proveniente de este para viabilizar su inclusión en la industria alimenticia, con el fin de recolectar información necesaria acerca de sus características y poder aumentar su comercialización haciendo un mejor uso de este producto. Permitiéndonos de esta manera alcanzar una mejor productividad y mejorar el valor agregado de este aspecto que debe redundar en aumentar ganancia a los productores de los diferentes municipios del departamento, y así lograr generar más desarrollo competitivo en el departamento de Sucre.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Caracterizar el Almidón extraído de tres especies de ñame (*Dioscorea spp*), por medio de un proceso analítico y otro alcohólico – alcalino con el fin de mirar el potencial para la agroindustrialización de este en la Industria de productos Comestibles.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los niveles de amilosa-amilopectina mediante análisis específicos de laboratorios en cada una de las especies, con el fin de comparar esos niveles con los rangos de los os almidones(Dioscorea Alata, Dioscorea Rotundata y Diamante R22) utilizados en la industria de productos comestibles
- Aplicar una metodología experimental que permita identificar los contenidos de almidón en cada una de las especies.
- Desarrollar un análisis comparativo entre los niveles de amilosa y amilopectina de los tres tipos de ñame frente a los niveles de almidón utilizado en las industrias comestibles.

3. Justificación

Existen diversos usos del ñame (*Dioscorea spp*), actualmente el principal uso es alimenticio, varios estudios han demostrado su utilidad en la industria farmacéutica y la fabricación de bioplásticos. Sin embargo, en Colombia no se encuentra evidencia del aprovechamiento de este producto en otras áreas diferentes a la alimentación (Aranza Reina, Banco de la República – Sucursal Cartagena, 2012).

Uno de los principales componentes del ñame (*Dioscorea spp*) es el almidón, el cual es considerado un elemento clave en la elaboración de algunos productos, por ejemplo: es utilizado como ingrediente en la preparación de papillas para bebe (Acuña Pinto, 2012). Los almidones obtenidos a partir de diferentes variedades de ñame (*Dioscorea spp*) presentan ciertas propiedades funcionales, entre las cuales destaca la ausencia de un máximo de viscosidad y la estabilidad de las suspensiones a elevadas temperaturas y bajos valores de pH. Por ello podrían ser utilizados en la elaboración de productos que deben mantener su viscosidad estable durante una fase de calentamiento constante, como por ejemplo, las mezclas para sopas y pudines instantáneos (Pacheco-Delahaye & Techeira, 2009). Se afirma que el almidón nativo que proviene del ñame posee gran resistencia a la esterilización que lo convierte en un recurso potencial para la industria alimentaria, en el desarrollo de productos que necesiten largos periodos de cocción. (JJ. Hurtado, R. ortiz, G. Rodriguez, D. Dufour, 1997). El almidón extraído del ñame puede ser utilizado en la fabricación de alimentos tales como productos de panadería, salsas, mermeladas y productos congelados. (Acuña Pinto, 2012)

El almidón, por sus características nutricionales y sus múltiples aplicaciones en la industria alimentaria es el carbohidrato más importante, además de su importancia relevante en el comercio. (Torres, Alberto; Duran,marlene; Montero,piedad, 2013).

La ejecución de este proyecto es de gran importancia para los productores primarios en la región caribe, ya que nos permitirá obtener conocimientos más amplios de las alternativas de uso del ñame (*Dioscorea spp*) y sus subproductos.

Por ello la presente propuesta de investigación busca ser un elemento, que brinde herramientas y conocimiento, para determinar la inclusión del almidón proveniente del ñame (*Dioscorea spp*), producido en la Región, en la industria de productos comestibles; debido a que se convierte en una gran apuesta de valor agregado para esta materia prima y para generar un impacto positivo, que aporte al desarrollo económico de este cultivo tradicional en Sucre mediante la diversificación de su consumo (Perez Vides, 2015).

4. Marco referencial

4.1. El ñame (*Dioscúrea SPP*)



Figura 1. Cuatro variedades de ñame criollo, Fuente: (Aranza Reina, Banco de la República – Sucursal Cartagena, 2012)

El Ñame (*Dioscúrea spp*) es un tubérculo con una amplia distribución y dentro de él se encuentran especies cultivadas y silvestres de la familia Dioscoreácea; engloba especies originarias de África, Asia y América. Estas son cultivadas en regiones tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo. La familia Dioscoreácea abarca 5 géneros y unas 750 especies. Los géneros pertenecientes a esta familia son: *Dioscúrea* con más de 600 especies, alrededor de esas 600 especies que componen el género, siete son las más importantes como cultivos básicos en los trópicos, entre ellos el ñame blanco (*D. Rotundata*), el amarillo (*D. cayenensis*), el trifoliado (*D. dumertorum*), que son originarios del oeste de África; el de agua (*D. Alata*) y el chino (*D. esculenta*), nativos de Asia; el aéreo (*D. bulbifera*), que ocurre tanto en África como en

Asia y el cush-cush ñame (*D. trifida*), que es originario de América (Hahn, 1995). (McVaugh, 1989; Zamora, 1993). (Voza, Hernandez, & Carrascal, 2008).

El ñame (*Dioscórrea spp*) en Colombia, se considera un producto de consumo tradicional mayormente en la región Caribe y muy poco conocido en el interior del país. Los géneros de mayor cultivo en Colombia son el *Dioscórrea Alata* o ñame criollo, *Dioscórrea Rotundata* o ñame espino y el llamado ñame diamante o Diamante R22 (Aranza, 2012).

4.2.Descripción

El ñame es caracterizado por ser un tubérculo de forma redonda, oblongo o cilíndrico, con dimensiones de 0.40 a 10 metros aproximadamente. Alguno de estos puede llegar a pesar de 20 a 30 kilogramos. Se pueden presentar tuberculillos aéreos; Así mismo, tallos fuertemente alados, sin espinas verdes o púrpuras. La torsión de los tallos es en sentido contrario al movimiento de las agujas del reloj. Sus hojas son acorazonadas, simples o compuestas. Originaria del suroeste asiático, actualmente es la principal especie cultivada en los trópicos. (García., 2008)

Dependiendo de la variedad del ñame (*Dioscórrea spp*), la parte carnosa puede ser de diferentes tonalidades de blanco, amarillo, púrpura o rosado, y la piel desde blancuzca a chocolate oscuro. La textura de este tubérculo puede variar de suave y húmedo a áspero, seca y harinosa. La familia *Dioscórrea* tiene alrededor de 600 especies distribuidas en las zonas tropicales. El género *Dioscórrea* es grande, teniendo entre 15 a 20 especies comestibles; de éstas posiblemente la única que pueda presentar origen americano es *D. trifida*. Existe diversidad genética natural, así como cultivares seleccionados que se siembran en las Antillas. (García., 2008).

4.3.Ñame en el mundo

De acuerdo a estadísticas de la FAO, 59 países de todo el mundo reportaron producción de ñame (*Dioscòrea spp*) en el año 2010, ocupando los tres primeros lugares Nigeria con 29.148.200 toneladas (59,9% de la producción mundial), Ghana con 5.960.490 toneladas (12,2%) y Costa de Marfil con 5.700.000 toneladas (11,7%). Es notable el predominio de los países africanos, así como también de países costeros, dadas las características de clima y suelos necesarias para el adecuado desarrollo del proceso productivo del ñame (*Dioscòrea spp*), en los veinte países con mayor producción de ñame (*Dioscòrea spp*) solo hay tres suramericanos, Colombia ocupa el puesto número once con una producción de 395.374 toneladas (0,8% de la producción mundial en 2010), Brasil en el lugar catorce con 232.100 toneladas (0,5%) y Venezuela en el puesto 19 con 105.000 toneladas (0,2%) como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** (Yuri C Reina Aranza, 2012).

Tabla 1

Producción del ñame en el mundo

<i>País</i>	<i>Producción (t)</i>	<i>Producción mundial</i>
Nigeria	29.148.200	59,9%
Ghana	5.960.490	12,2%
Costa de marfil	5.700.000	11,7%
Colombia	395.374	0,8%
Brasil	232.100	0,5%
Venezuela	105.000	0.2%

Fuente: (Yuri C Reina Aranza, 2012).



Figura 2. Diagrama Producción del ñame en el mundo Fuente: Autores.

4.4. Ñame en Colombia

El ñame (*Dioscorea spp*), en la región Caribe se ha establecido como un producto tradicional en las costumbres tanto productivas como alimenticias de los habitantes de la región, en especial de la población rural.

La región Caribe registro una producción promedio del ñame (*Dioscorea spp*) durante el periodo 2000-2010 con un total de 276.107 toneladas aproximadamente, lo que constituye el 92,8% del total nacional. Entre los departamentos de la región, Bolívar se destaca como el mayor productor con el 50,1%, seguido de Córdoba (34,4%), Sucre (11,7%), Cesar (2,4%), Magdalena (0,4%), Atlántico (0,5%) y La Guajira (0,5%)

La producción de ñame(*Dioscorea spp*) en la región Caribe se ha incrementado en 3,9% promedio anual entre los años 2000 y 2010, siendo Magdalena (13,6%), Bolívar (6,3%), Sucre (4,8%), Atlántico (2,9%) y Córdoba (1,6%) los departamentos en los que se presentaron tasas de crecimiento positivas para la producción de ñame (*Dioscorea spp*). Mientras tanto, en Cesar y La Guajira hubo reducción en la producción en 9,1% y 2,1%, respectivamente (Yuri C Reina Aranza, 2012).



Figura 3. Producción del ñame en Colombia (Yuri C Reina Aranza, 2012).

4.5. Almidón

El almidón es una materia prima con un gran campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables). El almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) en la industria alimentaria, es importante buscar nuevas fuentes de extracción, ya que con una producción mundial de 48,5 millones de ton/año existe una demanda insatisfecha del mismo. Los humanos consumimos calorías, cerca del 70 al 80% de estas calorías provienen del almidón. Es la principal fuente de almacenamiento de energía en los vegetales, ya que se encuentra en grandes cantidades y variedad de plantas. (Hernandez, Torruco, Chel, & Betancur, 2008).

El maíz, papa, yuca, ñame son las más importantes fuentes de almidón. El almidón no es realmente un polisacárido, sino la mezcla de dos, la amilosa y la amilopectina. Estos están conformados 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 y en el caso de la amilopectina, aparecen ramificaciones debidas a enlaces a 1-6. La muestra la estructura del almidón (Tejada Benítez, Tejada Tova, Villabona, Barrios, & Tejada Benítez, 2007)

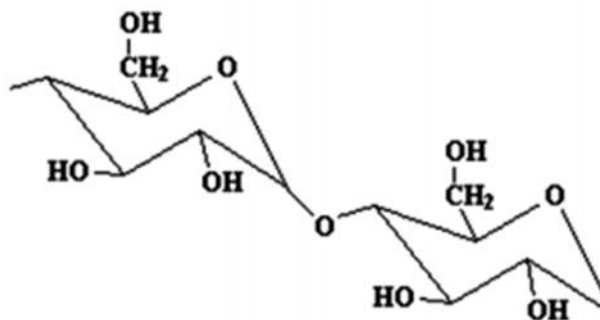


Figura 4. Estructura molecular del almidón. Fuente: (Tejada Benítez, Tejada Tova, Villabona, Barrios, & Tejada Benítez, 2007)

La diferencia del almidón frente a los demás carbohidratos, es que en la naturaleza se presenta como complejas partículas discretas o granos, como muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Los granos de almidón son relativamente densos, insolubles y se hidratan muy mal en agua fría. Pueden ser dispersados en agua, dando lugar a la formación de suspensiones de baja viscosidad (Tejada Benítez, Tejada Tova, Villabona, Barrios, & Tejada Benítez, 2007).

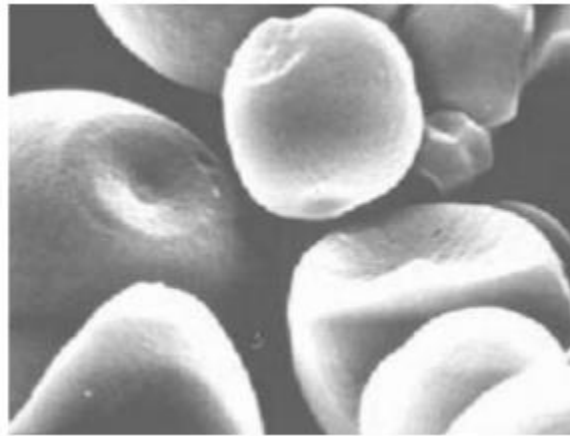


Figura 5. Granos del almidón. Fuente: (Tejada Benítez, Tejada Tova, Villabona, Barrios, & Tejada Benítez, 2007).

4.6. Propiedades de los almidones

Tiene sus características principales: (Potter, 1973)

- ✓ No son dulces sino neutros.
- ✓ No se disuelven fácilmente en agua fría.
- ✓ Forman pastas y geles en agua caliente.
- ✓ Proporcionan una fuente energética de reserva en las plantas y en la nutrición.
- ✓ Están presentes en semillas y tubérculos en forma de gránulos característicos del almidón. Por su viscosidad se emplea para espesar alimentos.
- ✓ Sus geles se emplean en postres.

- ✓ Sus geles pueden ser modificados por azúcares y/o ácidos.
- ✓ Sus pastas y geles pueden retrogradarse en su forma insoluble al envejecer o congelarse, lo cual causa defectos en los alimentos que los contienen.
- ✓ El desdoblamiento parcial de los alimentos produce dextrinas.
- ✓ Puede aumentar la estabilidad.
- ✓ Aumentan la capacidad para unir agua en condiciones frías y en condiciones calientes y reducen costos
- ✓ Mejoran las características de rebanado.

4.7. Tipos de almidones

Los tipos de almidones se clasifican básicamente en:

4.7.1. Almidones nativos.

Se les denomina así, porque son almidón es que no han sufrido ningún proceso de modificación química durante su obtención (Ozaeta Díaz & López Barrios, 2013).

4.7.2. Almidones modificados.

Se les denomina así, porque son almidones que sí han sufrido algún proceso de modificación química durante su obtención (Ozaeta Díaz & López Barrios, 2013).

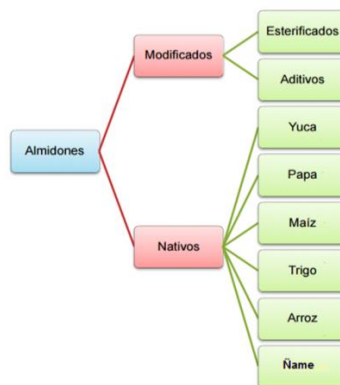


Figura 6. Diagrama de algunos tipos de almidón. Fuente: Autores

4.8. Componentes del almidón

4.8.1. Amilosa.

La amilosa es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos (1,4) que forman largas cadenas lineales de hasta 5000 residuos, con pesos moleculares hasta de 1 millón, es decir, que la amilosa es una α -D-(1,4)-glucano **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, cuya unidad repetitiva es la α -maltosa, la cual adquiere fácilmente una conformación tridimensional helicoidal, en la que cada vuelta de la hélice tiene seis moléculas de glucosa. (Pardo, Castañeda, & Casar, 2013).

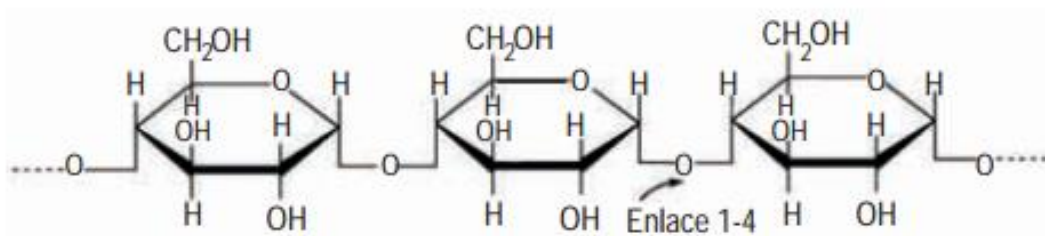


Figura 7. Esquema de la amilosa (Aristizábal & Sánchez, 2007).

4.8.2. Amilopectina.

La amilopectina, es la molécula que mayormente predomina en los almidones normales, el cual tiene propiedades expansivas, es un polímero más grande que la amilosa y es ramificada, se encuentra conformada por segmentos de glucosa enlazada α -1,4 conectada a puntos de ramificación enlazados α -1,6. Debido al tamaño de la molécula su retrogradación es disminuida y la formación de gel puede ser demorada o evitada. La retrogradación es el proceso que ocurre cuando las moléculas que componen el almidón gelatinizado empiezan a reasociarse, permitiendo una estructura más ordenada (Palacio Rodríguez & Peñata Mendoza).

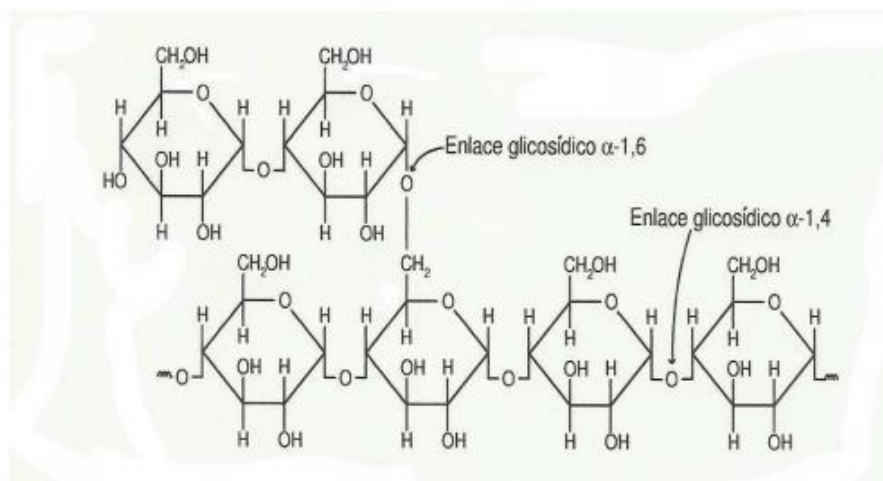


Figura 8. Esquema de la amilopectina. Fuente: (Palacio Rodríguez & Peñata Mendoza).

Tabla 2

Ejemplo de porcentajes de amilosa y amilopectina de diferentes tipos de almidón.

Tipo de almidón	Contenido de amilosa	Contenido de amilopectina
Almidón de papa	20%	80%
Almidón de maíz	24%	76%
Almidón de trigo	25%	75%
Almidón de yuca (tapioca)	16%	84%
Almidón de arroz	19%	81%

Fuente: (Guadron De Delgado, 2013).

4.9. Usos industriales del almidón

4.9.1. Almidón como adhesivo.

En los procesos de manufactura de adhesivo, los almidones que son extraídos de la papa, maíz y yuca son los más utilizados, pero cabe destacar que los mejores adhesivos son aquellos que se encuentran hechos a base del almidón de yuca (Mendez, 2010).

4.9.2. Almidón en la industria textil.

El almidón en las industrias de textiles se usa para dar un mejor acabado a las telas después de estas ser procesadas (teñido, blanqueamiento, estampado), así mismo el almidón es utilizado como ingrediente importante para la fórmula del acabado de hilos para coser (Mendez, 2010).

4.9.3. El almidón en la industria papelera.

El almidón es fundamental al momento de realizar el tratamiento superficial del papel con el fin de obtener una mejor resistencia al arrancado y la abrasión. Además es usado como agente al para el encolado interno del papel para poder mejorar la unión entre las fibras y así mismo retener las cargas y partículas finas en el proceso de su fabricación (Mendez, 2010).

4.9.4. El almidón en la industria de alimentos.

En la industria de alimentos el almidón es muy importante debido a que es utilizado en muchos productos alimenticios como ingrediente al momento de preparar polvo para hornear. El almidón de yuca, maíz y arroz han sido utilizados como ingrediente al momento de realizar alimentos en polvo como pasteles, helados, sopas deshidratadas y flanes. También es utilizado como un ingrediente que ayuda a espesar salsas, sopas y alimentos enlatados. El almidón es comúnmente utilizado en las industrias de panificación, manufactura de galletas, tortas rellenas entre otros (Mendez, 2010).

4.9.5. El almidón en la industria farmacéutica.

Lo utilizan al momento de elaborar pomadas Y cremas en comprimidos como agente de relleno, aglutinante y en revestimiento de capsulas (Mendez, 2010).

4.9.6. El almidón en la industria cosmética.

Es empleado en las fórmulas de talcos perfumados para el cuerpo o el cutis, en la elaboración de crema, maquillajes, cremas faciales (Mendez, 2010).

4.9.7. Otros usos del almidón.

El almidón también es utilizado en industrias de construcción empleado como aglutinante para tabiques de concreto. Así mismo el almidón mezclado con polietileno produce un material biodegradable usado en el campo de materiales de empaque. También es usado en horticultura, al momento de realizar las formulaciones de los polvos para el control de insectos (Mendez, 2010).

4.10. Fuentes de almidón

4.10.1. Almidón de ñame.

El ñame (*Dioscorea spp*) es un tubérculo amiláceo cultivado en muchas regiones de clima tropical y subtropical para su consumo directo. En algunas industrias de alimentos, ese tubérculo es usado para obtener almidón. Las harinas y almidones obtenidos a partir de diferentes variedades de ñame (*Dioscorea spp*) presentan ciertas propiedades funcionales, entre las cuales destaca la ausencia de un máximo de viscosidad y la estabilidad de las suspensiones a altas temperaturas y bajos valores de pH determinando su aplicación en la fabricación de productos que mantengan su viscosidad estable durante una fase de calentamiento constante como es el caso de las mezclas de sopas y pudines instantáneos. Así mismo, el almidón nativo de ñame se caracteriza por poseer gran resistencia a la esterilización, lo cual lo convierte en un recurso potencial para la industria alimentaria en el desarrollo de productos que necesiten largos periodos de cocción. El almidón nativo del ñame (*Dioscorea spp*) puede ser utilizado en la fabricación de alimentos tales como productos de panadería, salsas, mermeladas y productos congelados. (Acuña Pinto, 2012).

4.10.2. Almidón de yuca.

El alto contenido de almidón de la yuca y su mayor proporción de amilosa, en comparación con otras fuentes de almidón, hace de este un importante cultivo industrial además de ser un cultivo alimenticio rico en calorías. El almidón de yuca es la segunda fuente de almidón en el mundo después del maíz, pero por delante de la papa y el trigo; se usa principalmente sin modificar, es decir como almidón nativo, pero también es usado modificado con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura, gelificación, dispersión y de esta manera poder usarlo en diferentes aplicaciones industriales que requieren ciertas propiedades particulares (Ozaeta Díaz & López Barrios, 2013).

Tabla 3

Porcentaje de amilosa y amilopectina del almidón de yuca.

Variedad	Amilosa (g/100 g de almidón)	Amilopectina (g/100 g de almidón)
Muestra 1	24,09	75,27
Muestra 2	22,58	76,85
Muestra 3	21,58	77,83

Fuente: (Enriquez, Velasco, & Fernandez).

4.10.3. Almidón de papa.

El almidón de papa es preferido al almidón de maíz y a otros almidones en aplicaciones para las cuales sus propiedades son particularmente convenientes. Sus características más importantes son su alta consistencia en la gelificación seguida por una disminución en la viscosidad después de un calentamiento y agitación adicionales; su baja temperatura de

gelatinización y su excelente formación de película flexible y fuerza de adhesión. (Ozaeta Díaz & López Barrios, 2013).

El almidón de la papa también es utilizado por las industrias farmacéutica, textil, de la madera y del papel, como adhesivo, aglutinante, texturizado y relleno, y por algunas compañías que perforan pozos petroleros, para lavar los pozos. El almidón de papa es un sustituto 100 por ciento biodegradable según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del oliestireno y se utiliza, por ejemplo, para hacer platos y cubiertos desechables. (Fao, 2008)

Tabla 4

Porcentaje de amilosa y amilopectina del almidón de papa.

Tipo	Amilopectina (%)	Amilosa (%)
Maíz	70	27
Papa	78	22
Arroz	83	17

Fuente: (Fao, 2008).

4.10.4. Almidón de maíz.

El maíz es un de las plantas mayormente evolucionada en el reino vegetal. Es cultivada principalmente en el continente Americano, pero su cultivo se ha ido extendiendo en todo el mundo.

El almidón es el principal constituyente del maíz que alcanza los niveles de 80-84% del peso total del grano en base seca. Uno d los principales usos de la fuentes del almidón son los cereales con un contenido aproximado del 30% al 80% aproximadamente.

Tabla 5

Porcentaje de amilosa y amilopectina del almidón de maíz.

Maiz	Amilosa	Amilopectina
Muestra 1	24,5	75,5
Muestra 2	23,8	76,1
Muestra 3	29,3	70,7

Fuente: Autores.

5. Metodología Aplicada

El propósito general de esta investigación, fue realizar la caracterización de tres tipos de almidones de ñame (*Dioscorea Alata*, *Dioscorea Rotundata* y *Diamante R22*), cabe resaltar que se escogieron estudiar estas tres especies de ñame ya que son los más cultivados por los agricultores y productores de la región estudiada.

Debido a que el ñame (*dioscorea spp*) es un tubérculo que tiene un alto nivel de productividad en el departamento de Sucre, se realizó la caracterización del almidón con el fin de estudiar y comparar las propiedades de éste (ñame), frente al almidón que se utiliza en las industrias alimenticias, y así comprobar si el almidón de ñame podría utilizarse como reemplazo de los almidones comerciales comúnmente utilizados específicamente por las industrias comestibles al momento de realizar productos como pasabocas, mecatos, papillas entre otros.

Para el presente proyecto de investigación se tuvo previsto un estudio de tipo experimental, el cual se llevó a cabo en el departamento de Sucre, Colombia. Metodológicamente este proyecto se llevó a cabo en 3 fases como se muestra en la figura 9. Cada una de las fases se encuentra relacionada y serán la fuente de información de entrada que necesitará la fase siguiente.

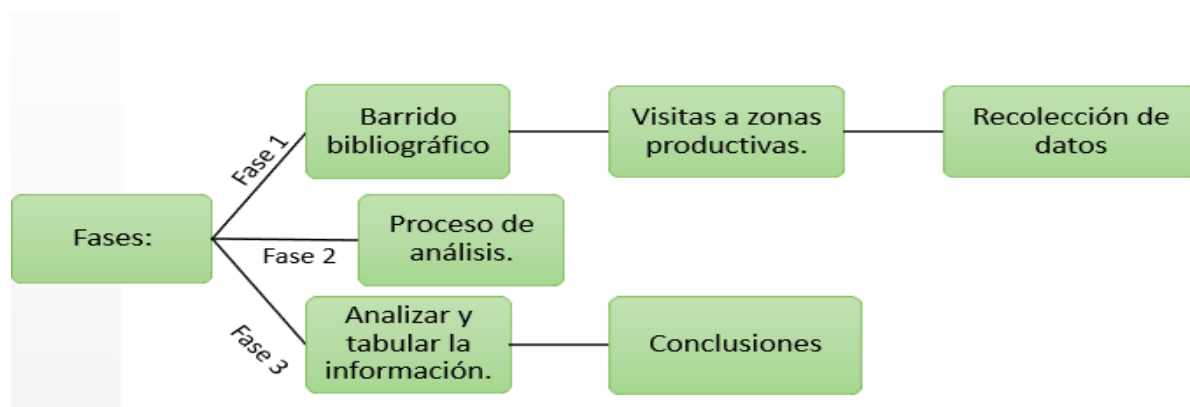


Figura 9. Diagrama de fases de la metodología propuesta en esta investigación. Fuente: Autores.

Principalmente se inició con un barrido bibliográfico, en el cual se llevó a cabo un proceso exploratorio con respecto a la temática tratada. Luego del barrido bibliográfico se efectuaron las visitas a las zonas productivas identificadas a través de procesos exploratorios con información suministrada por entidades relacionadas con el sector agrícola de producción de ñame (*Dioscórea spp*), en las que nos permitimos llevar a cabo la búsqueda de la información de datos a través de herramientas como las encuestas, las cuales son diseñadas para la recolección de información, obteniendo así gran cantidad de datos de fuentes primarias útil.



Figura 10. Zonas productivas; Fuente: Autores.

Seguidamente de la obtención de la información acerca del ñame (*Dioscórea spp*), se llevó a cabo un proceso de análisis que nos permitió caracterizar los niveles de amilosa y amilopectina que hacen parte del almidón extraído del ñame proveniente de las zonas ya identificadas.

La obtención de almidón a partir de ñame, es un proceso particular partiendo de la forma de extracción de almidón de otros tubérculos como la yuca y la papa, la particularidad en este proceso radica en la eliminación del material mucilaginoso que contiene el bulbo y recubre el almidón, la presencia de este material en el producto final es indeseable debido a que varía las propiedades del almidón, a continuación, se detalla el proceso a escala laboratorio.

Para la caracterización, inicialmente se realizó el proceso de extracción del almidón del ñame (*Dioscorea spp*). Para la obtención del almidón se realizaron varias actividades generales que se utilizan en este proceso, las cuales se describen a continuación:

5.1.Materia prima

Se realizó la selección del ñame, evitando tubérculos que estuviesen en estado de descomposición.



Figura 11. Inspección de ñame. Fuente: autores.

5.2.Pelado

Esta operación se realizó de forma manual, el objetivo es retirar toda la epidermis de cada uno de los ñames que utilizaremos en el proceso de extracción, con el fin de dejar la pulpa lista para el troceado.

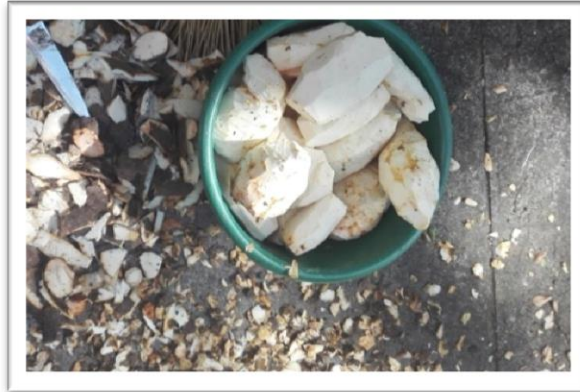


Figura 12. Pelado del ñame. Fuente: Autores.

5.3. Troceado

En esta etapa se trocea el ñame de 5 a 6 cm aproximadamente, para así reducir el tamaño y ayudar a un mayor desprendimiento de los granulo del almidón en la etapa del licuado.



Figura 13. Troceado del ñame. Fuente: autores

5.4. Lavado

Es la etapa en la cual se eliminan las impurezas que están adheridas a las pulpas del ñame troceado.



Figura 14. Lavado del ñame en trozos. Fuente: autores

5.5.Licudo

Se procedió a licuar los trozos de ñame con agua por aproximadamente 1 minuto, la finalidad de esta etapa es facilitar la liberación de los granulo de almidón.



Figura 15. Licuado del ñame. Fuente: autores.

5.6. Arrastre de mucilago

La torta obtenida de la etapa anterior se sumerge en una solución a 0,03 M de amoniac, con la finalidad de eliminar el mucilago. En 1 litro de amoniac puede sumergirse 700gr de torta húmeda.

5.7. Preparación de la solución

El amoniac se prepara a partir de una solución al 25% (p/p) y densidad de 0,91 gr/L. Para preparar una solución a 0,03M se toma 2,25 ml y se lleva hasta 1 litro con agua.

Una vez sumergida la torta en la solución de amonio, se agita por un término de 15 minutos para aumentar el contacto entre la solución y el mucilago, luego de ello se deja sedimentar la torta y se retira la solución sobrenadante.



Figura 16. Almidón Húmedo. Fuente: autores.

5.8.Lavado y sedimentado

La torta se deposita en un paño de tela fina, por medio de la cual se hace pasar agua y al mismo tiempo se masajea la torta, con la finalidad de ayudar el desprendimiento de los gránulos de almidón del afrecho, esta operación se realiza hasta que el agua de lavado salga totalmente limpia. La lechada se deposita en tanques plásticos por 24 horas, cumplido ese tiempo se retira el sobrenadante para obtener el almidón húmedo



*Figura 17.*Proceso de arrastre de mucilago. Fuente: autores.

5.9.Secado

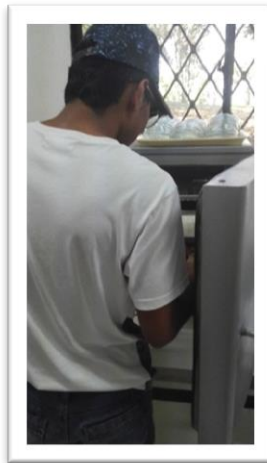
En esta etapa el almidón húmedo se colocó en bandejas. Luego se procedió con el secado, donde primeramente se realizó de manera natural con la ayuda del sol, para retirar el exceso de humedad, después el almidón se secó artificialmente en un secador de bandejas por 24 horas a 40 °C hasta que obtenga una humedad en el rango de 10 a 12% .



*Figura 18.*Almidón húmedo. Fuente: autores.



*Figura 19.*Secado del almidón. Fuente: autores.



*Figura 20.*Secado artificial del almidón en secador de bandeja. Fuente: Autores.

5.10. Triturado

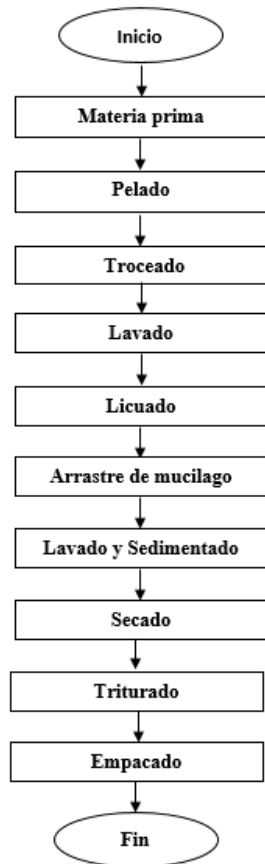
En esta etapa el objetivo fue reducir el tamaño del grano de almidón.



*Figura 21.*Triturado del almidón. Fuente: Autores.

5.11. Empacado

El almidón extraído fue empacado en bolsas.



*Figura 22.*Diagrama de proceso de la extracción del almidón. Fuente: Autores.

Luego de realizar el proceso de la obtención del almidón, se llevó acabo en los laboratorios la determinación de los niveles de amilosa y amilopectina del almidón extraído. Para esto se utilizó el método establecido en ISO 6647-1-2007; la preparación de la muestra consistió en pesar 0,1g de material amiláceo libre de lípidos en un matraz de 100 ml, adicionándole 1,0 ml de etanol al 96% y 9,0 ml de NaOH 1 M. El matraz fue llevado a baño de maría durante 10 minutos. Transcurrido el tiempo y dejándolo enfriar a temperatura ambiente, se completó hasta el aforo con agua destilada.

La muestra fue sometida a una reacción colorimétrica. Para ello, a 1,0 ml de la solución transferido en un tubo de ensayo se le agregaron 0,2 ml de ácido acético 1,0 M y 0,4 ml de solución de Lugol, completando el volumen hasta 20 ml (añadiendo 18,4 ml de agua destilada).

La muestra agitada fue dejada en reposo para que desarrollara el color por 20 minutos. La absorbancia se midió a 620nm. La cuantificación de amilosa estuvo establecida por medio de una curva de calibración con cantidades conocidas de amilosa (0 a 1,0 mg), graficando lecturas de absorbancia a 620nm como función de la cantidad, y, por consiguiente, calculando la pendiente de la curva estándar. La cantidad de amilosa en cada muestra se estimó aplicando la fórmula de regresión (Ec. 1).

$$Y = A(X) + B \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde Y son las unidades de absorbancia a 620nm, A es la pendiente, X es la cantidad de amilosa y B es la intersección (esto corresponde a la AP “aproximación de absorción”).

Para determinar la cantidad de amilosa presente en la muestra de almidón, se utilizó la siguiente expresión (Ec. 2).

$$\text{Amilosa (\%)} = \left(\frac{Y-B}{A} \right) * (100/P) \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde, P es el peso de la muestra en mg.

Y por último se considera el análisis de resultado y conclusiones en este proyecto.

6. Análisis y resultados

El almidón tiene un amplio campo en las industrias de alimentos, esto se debe a que es muy utilizado en la fabricación de diferentes productos comestibles. El almidón de papa yuca y maíz actualmente son los más utilizados al momento de la fabricación alimentos. Debido a esto, se decidió determinar los niveles de amilosa-amilopectina del almidón de tres tipos de ñame (Dioscórea Alata, Dioscórea Rotundata y Diamante R22) los cuales son los más cultivados en la región, con el fin de ser utilizado como alternativa de almidón al momento de realizar productos comestibles.

Actualmente en la región caribe existe una sobreproducción de ñame (*Dioscórea spp*), lo cual ha generado gran pérdida a los agricultores debido a que el precio de este ha disminuido en más de un 50%. La mayoría de los agricultores de este tubérculo se encuentran en riesgo de quiebra lo cual es algo alarmante, ya que no saben qué hacer con el ñame cultivado. La sobreproducción del tubérculo en Córdoba y Sucre ha dejado por el suelo el precio del mismo. Según los productores de ñame en el departamento de Córdoba, en la actualidad hay represadas unas 5 mil toneladas del producto, pequeños campesinos sembraron desde una y 20 hectáreas de ñame, más la producción de los hacendados fue lo que llevó a una sobreproducción del producto y por regla casi obligada, a los bajos precios del mismo (Mendoza, 2017).

Por esto, la presente investigación puede ser una posible alternativa de solución a este problema ya que los datos arrojados a través del proceso analítico y otro alcohólico – alcalino realizado, se pudo evidenciar que los niveles de amilosa y amilopectina del almidón extraído de los tres tipos de ñame (*Dioscórea Alata*, *Dioscórea Rotundata* y *Diamante R22*) poseen una similitud referente al porcentaje de amilosa y amilopectina del almidón de la papa, yuca y Maíz que generalmente son utilizados en la industria de alimentos. Lo cual indica que puede existir una inclusión del almidón de ñame (*Dioscórea*) en las industrias de alimentos y así poder darle un nuevo uso a las propiedades de este tubérculo, disminuyendo así la problemática que existe acerca de la sobreproducción que se ha presentado en lo que va de este año 2017.

6.1. Resultados

Los resultados obtenidos en la determinación de los niveles de amilosa y amilopectina del almidón extraído de las tres especies de ñame: Dioscorea Alata o Criollo, Dioscorea Rotundata o Espino y Diamante R22 fueron:

6.1.1. Dioscorea alata.

Se tomaron tres muestras para la determinación de la amilosa y la amilopectina del ñame criollo nativo, las cuales arrojaron datos similares como se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6

Contenido de Amilosa-Amilopectina del Ñame Criollo.

Dioscorea alata o ñame criollo nativo			
Contenido de amilosa		Contenido de amilopectina	
Experimento 1	24,945946	Experimento 1	75,0540541
Experimento 2	25,041025	Experimento 2	74,958975
Experimento 3	24,945946	Experimento 3	75,0540541
Promedio	24,977639	Promedio	75,022361

Fuente: Autores.

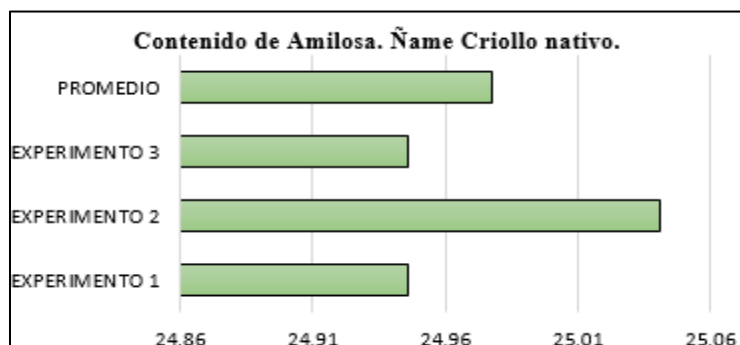


Figura 23. Contenido de Amilosa de Ñame Criollo Nativo. Fuentes: Autores.

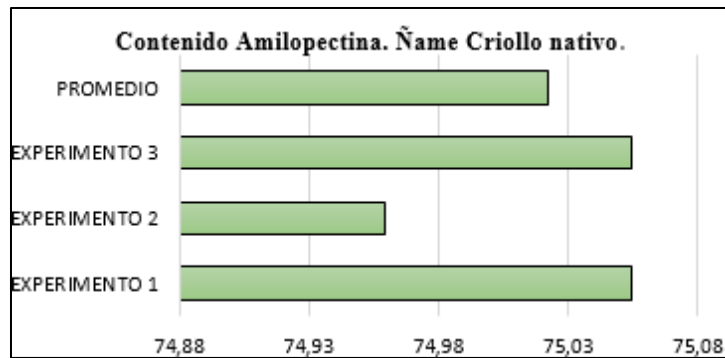


Figura 24. Contenido de Amilopectina Ñame Criollo Nativo. Fuentes: Autores.

6.1.2. Dioscórea rotundata.

Se tomaron tres muestras para la determinación de la amilosa y la amilopectina del ñame espino nativo, las cuales arrojaron datos similares como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.:**

Tabla 7

Contenido de Amilosa-Amilopectina del Ñame Espino Nativo.

Ñame espino nativo			
Contenido de amilosa		Contenido de amilopectina	
Experimento 1	23,331023	Experimento 1	76,66897667
Experimento 2	23,309309	Experimento 2	76,69069069
Experimento 3	23,151023	Experimento 3	75,84897685
Promedio	23,263785	Promedio	76,4028814

Fuentes: Autores.

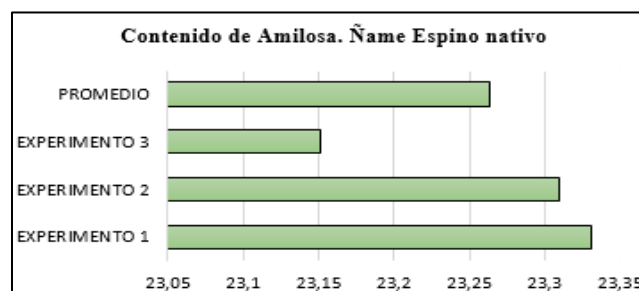


Figura 25. Contenido de Amilosa de Ñame Espino Nativo. Fuentes: Autores.

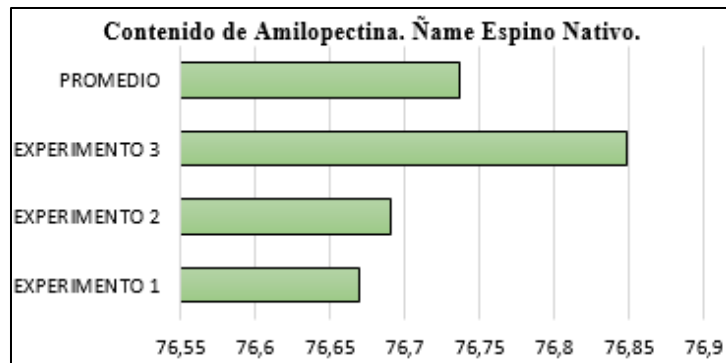


Figura 26. Contenido de Amilopectina de Ñame Espino Nativo. Fuentes: Autores.

6.2. Diamante R22

Se tomaron tres muestras para la determinación de la amilosa y la amilopectina del ñame espino nativo, las cuales arrojaron datos similares como se muestra en la siguiente tabla 8

Tabla 8

Contenido de Amilosa-Amilopectina del Ñame Diamante Nativo.

Ñame diamante nativo R22			
Contenido de amilosa		Contenido de amilopectina	
Experimento 1	25,651652	Experimento 1	74,34834835
Experimento 2	25,791026	Experimento 2	74,20897421
Experimento 3	25,786787	Experimento 3	74,21321321
Promedio	25,743155	Promedio	74,25684526

Fuente: Autores.

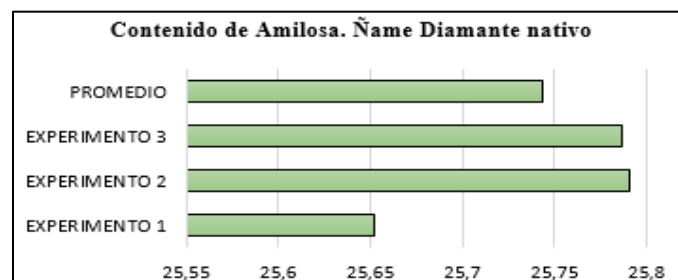


Figura 27. Contenido de Amilosa de Ñame Diamante Nativo. Fuente: Autores.

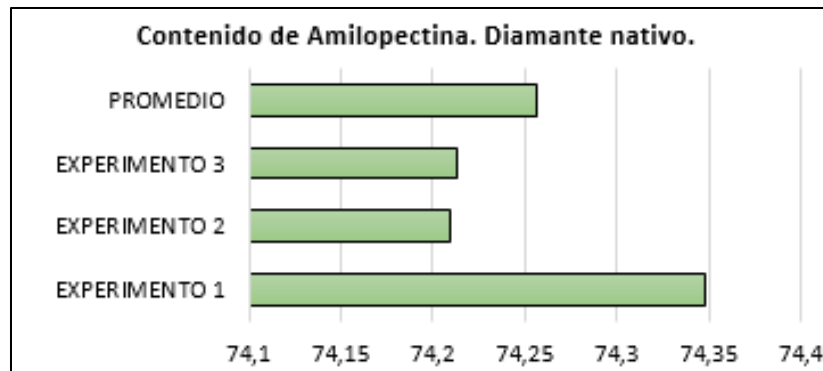


Figura 28. Contenido de Amilopectina Diamante Nativo. Fuente: Autores.

En los resultados de las tres especies de ñame se evidencia que tanto los niveles de amilosa como los niveles de amilopectina son cercanos en las tres muestras realizadas. Luego de tabular y graficar los resultados esperados comparamos los niveles de amilosa y amilopectina del almidón de las tres especies de ñame (*Dioscorea*) con el de la yuca, papa y maíz.

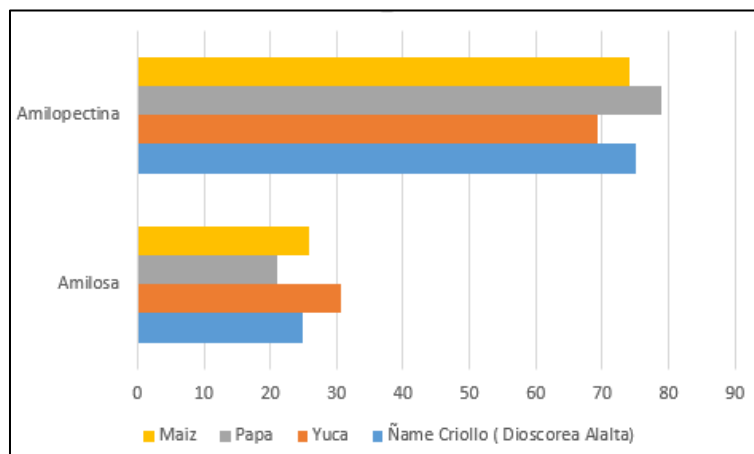


Figura 29. Promedio de Amilosa y Amilopectina del Ñame Criollo (*Dioscorea Alata*), Yuca, Papa y Maíz. Fuente: Autores.

En la figura anterior se muestra el nivel de Amilosa y Amilopectina del ñame criollo (*Dioscorea Alata*), frente a los niveles de Amilosa y Amilopectina del Maíz, Papa y Yuca, en el cual se evidencia que los niveles de Amilosa y Amilopectina del Ñame Criollo son similares a los niveles del Maíz.

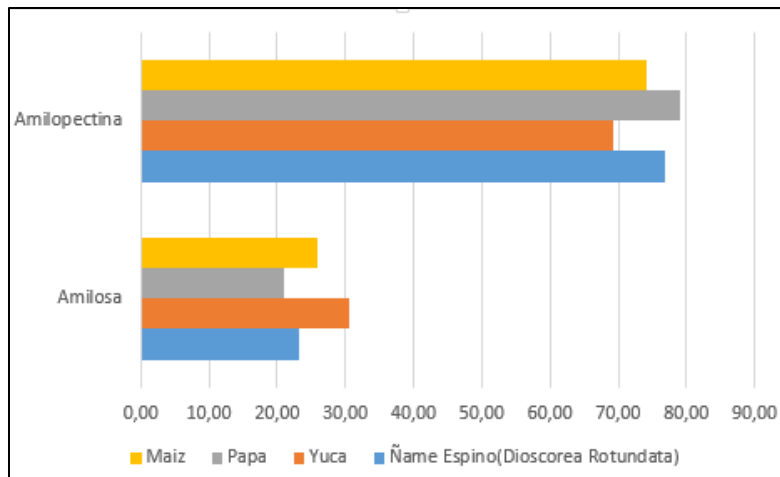


Figura 30. Promedio de Amilosa y Amilopectina del Ñame Dioscorea Rotundata (Dioscorea Rotundata), Yuca, Papa y Maíz. Fuente: Autores.

En la figura anterior se puede analizar el nivel de Amilosa y Amilopectina del ñame criollo (Dioscorea Alata), frente a los niveles de Amilosa y Amilopectina del Maíz, Papa y Yuca, en el cual se evidencia que los niveles de Amilosa y Amilopectina del Ñame Criollo son similares a los niveles del Maíz.

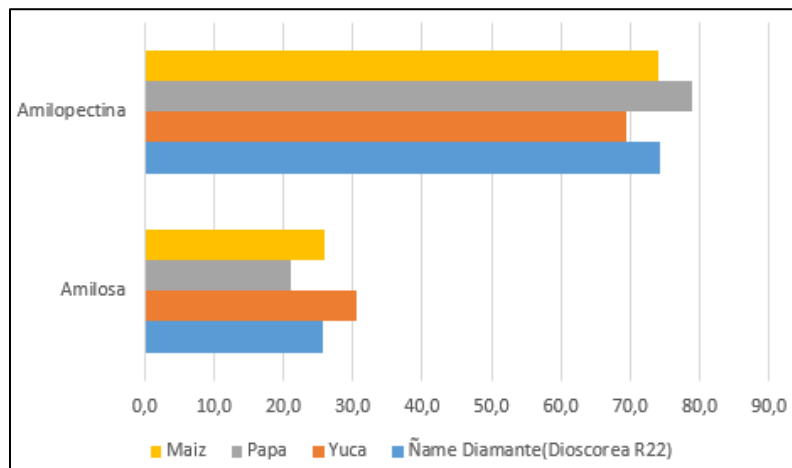
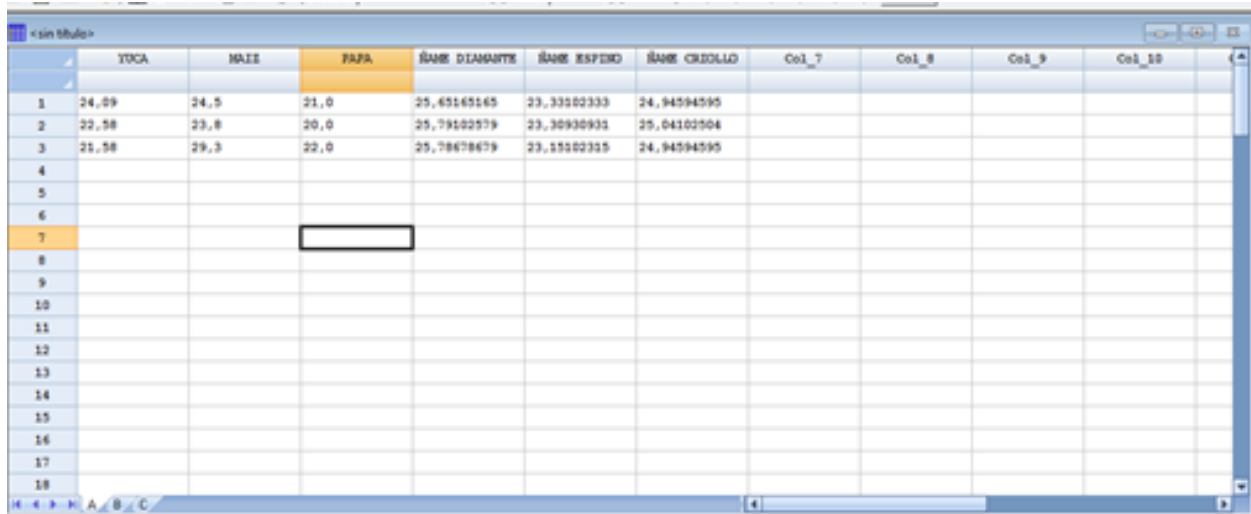


Figura 31. Promedio de Amilosa y Amilopectina del Ñame Diamante (Diamante R22), Yuca, Papa y Maíz. Fuente: Autores.

En la figura anterior se puede analizar el nivel de Amilosa y Amilopectina del ñame criollo (Dioscorea Alata), frente a los niveles de Amilosa y Amilopectina del Maíz, Papa y Yuca,

en el cual se evidencia que los niveles de Amilosa y Amilopectina del Ñame Criollo son similares a los niveles del Maíz.

6.2.1. Análisis estadístico multivariado en el programa stargraphics (Amilosa).



	YUCA	MAIZ	PAPA	ÑAME DIAMANTE	ÑAME ESPINO	ÑAME CRIOLLO	Col_7	Col_8	Col_9	Col_10
1	24,09	24,5	21,0	25,65165165	23,33102333	24,94594595				
2	22,58	23,8	20,0	25,79102579	23,30930930	25,04102504				
3	21,58	29,3	22,0	25,78678679	23,35102335	24,94594595				
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Figura 32. Análisis multivariado de la Amilosa. Fuente: Autores.

Inicialmente se introdujeron 6 variables a comparar las cuales son los niveles de amilosa de la yuca, maíz, papa, ñame diamante, ñame espino y ñame criollo.

6.2.2. Gráfico caja y bigotes.

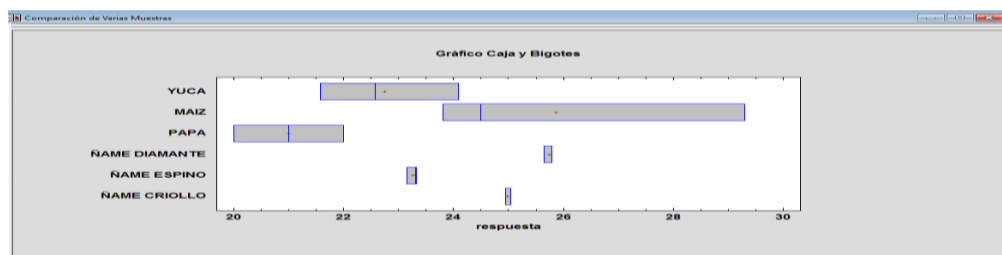


Figura 33. Gráfico caja de bigotes de la Amilosa. Fuente: Autores

En el gráfico anterior se puede apreciar que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables anteriormente introducidas al programa.

6.2.3. Tabla anova.

Tabla 9

Tabla Anova de la Amilosa.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	55,6705	5	11,1341	5,77	0,0061
Intra grupos	23,158	12	1,92983		
Total (Corr.)	78,8284	17			

Fuente: Autores.

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos.

La razón-F, que en este caso es igual a 5,76947, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables con un nivel del 5% de significación.

Al realizar un análisis estadístico tipo anova, donde se llevó a cabo un análisis de varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos, se logró validar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 6 variables con un nivel del 5% de significación.

6.2.4. Prueba de múltiples rangos.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tabla 10

Prueba de múltiples rangos de la Amilosa.

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Papa	3	21	X
Yuca	3	22,75	XX
Ñame ospino	3	23,2638	XX
Ñame criollo	3	24,9776	XX
Ñame diamante	3	25,7432	X
Maiz	3	25,8667	X

Fuente: Autores.

Tabla 11

Prueba de múltiples rangos Amilosa.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Yuca – maiz	*	-3,11667	2,47135
Yuca – papa		1,75	2,47135
Yuca - ñame diamante	*	-2,99315	2,47135
Yuca - ñame espino		-0,513785	2,47135
Yuca - ñame criollo		-2,22764	2,47135
Maiz – papa	*	4,86667	2,47135
Maiz - ñame diamante		0,123512	2,47135
Maiz - ñame espino	*	2,60288	2,47135
Maiz - ñame criollo		0,889028	2,47135
Papa - ñame diamante	*	-4,74315	2,47135
Papa - ñame espino		-2,26379	2,47135
Papa - ñame criollo	*	-3,97764	2,47135
Ñame diamante - ñame espino	*	2,47937	2,47135
Ñame diamante - ñame criollo		0,765516	2,47135
Ñame espino - ñame criollo		-1,71385	2,47135

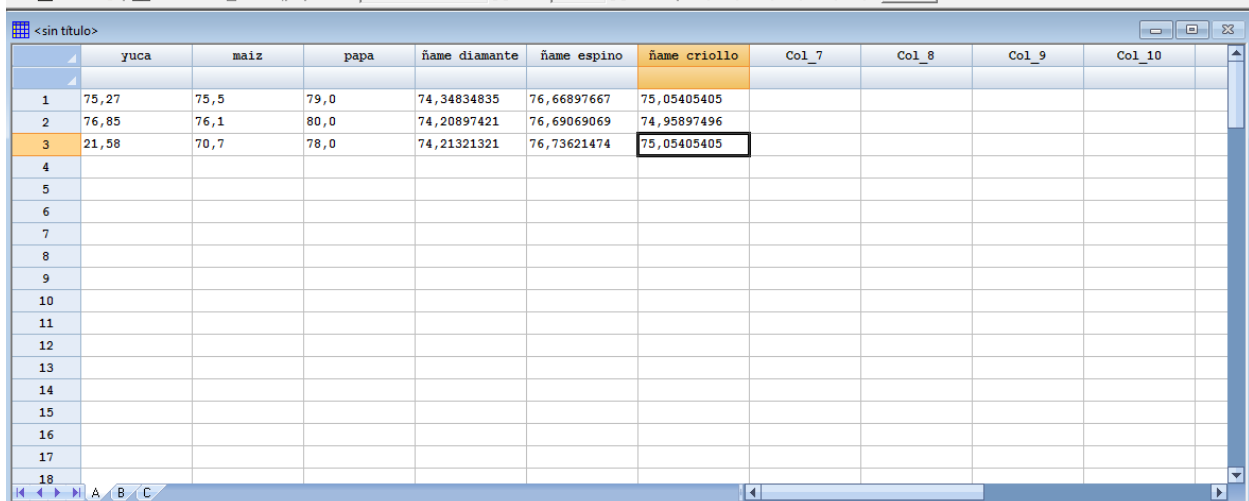
Fuente: Autores.

*Indica una diferencia significativa.

A través de una prueba de múltiples rangos podemos decir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 6 variables, pero, estudiando las variables por grupo separados encontramos que existen grupos que tiene poca diferencia estadísticamente significativa como por ejemplo: yuca vs ñame espinó, ñame diamante vs maíz, ñame criollo vs yuca.

Por lo cual podemos concluir que el almidón del ñame espinó se puede utilizar como sustituto del almidón de yuca, al igual que el almidón de ñame diamante se puede utilizar como sustituto del almidón de maíz, esto porque los niveles de amilosa y amilopectina de estos tubérculos son similares y no tienen una diferencia estadísticamente significativa.

6.3. Análisis estadístico multivariado en el programa Stargraphics (amilopectina)



	yuca	maiz	papa	ñame diamante	ñame espinó	ñame criollo	Col_7	Col_8	Col_9	Col_10
1	75,27	75,5	79,0	74,34834835	76,66897667	75,05405405				
2	76,85	76,1	80,0	74,20897421	76,69069069	74,95897496				
3	21,58	70,7	78,0	74,21321321	76,73621474	75,05405405				
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Figura 34. Imagen en programa Stargraphics.

Inicialmente se introdujeron 6 variables a comparar las cuales son los niveles de amilopectina de la yuca, maíz, papa, ñame diamante, ñame espinó y ñame criollo.

6.3.1. Gráfico caja y bigotes.

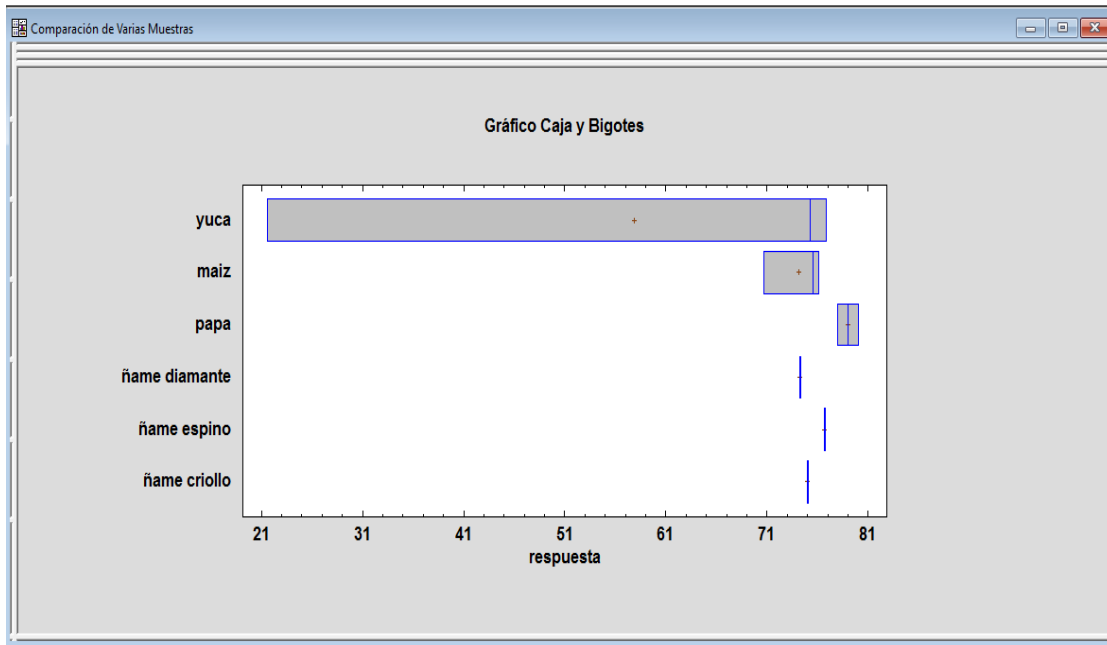


Figura 35. Gráfico de bigotes de la Amilopectina.

En el gráfico anterior se puede apreciar que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables anteriormente introducidas al programa.

6.3.2. Tabla Anova.

Tabla 12

Tabla Anova de la Amilopectina.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	853,186	5	170,637	1,02	0,4461
Intra grupos	1999,5	12	166,625		
Total (Corr.)	2852,69	17			

Fuente: Autores.

La tabla Anova descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. Prueba-F, que en este caso es igual a 1,02408, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables con un nivel del 5% de significación.

Al realizar un análisis estadístico tipo anova, donde se llevó a cabo un análisis de varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos, se logró validar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 6 variables con un nivel del 5% de significación.

Tabla 13

Prueba de múltiples rangos Amilopectina.

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Yuca	3	57,9	X
Maiz	3	74,1	X
Ñame diamante	3	74,2568	X
Ñame criollo	3	75,0224	X
Ñame espino	3	76,6986	X
Papa	3	79	X

Fuente: Autores.

Tabla 14

Prueba de múltiples rangos Amilopectina.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Yuca – maíz	*	-16,2	22,9639
Yuca – papa		-21,1	22,9639
Yuca - ñame diamante	*	-16,3568	22,9639
Yuca - ñame espino		-18,7986	22,9639
Yuca - ñame criollo		-17,1224	22,9639
Maiz – papa	*	-4,9	22,9639
Maiz - ñame diamante		-0,156845	22,9639
Maiz - ñame espino	*	-2,59863	22,9639
Maiz - ñame criollo		-0,922361	22,9639
Papa - ñame diamante	*	4,74315	22,9639
Papa - ñame espino		2,30137	22,9639
Papa - ñame criollo	*	3,97764	22,9639
Ñame diamante - ñame espino	*	-2,44178	22,9639
Ñame diamante - ñame criollo		-0,765516	22,9639
Ñame espino - ñame criollo		1,67627	22,9639

Fuente: Autores.

* indica una diferencia significativa

A través de una prueba de múltiples rangos podemos decir que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 6 variables, por lo tanto se puede decir que el nivel de amilopectina entre las 6 variables son parecidas y se puede concluir que el almidón extraído de las 3 especies de ñame sí podrían servir como sustitutos de los almidones utilizados en las industrias de productos comestibles.

7. Conclusiones

Se realizó el proceso de caracterización del almidón de tres tipos de ñame (dioscórea Alata, Dioscórea Rotundata, Diamante r22) en un laboratorio químico dotado atreves de un proceso analítico y alcohólico-alcalino, en el cual se logró determinar el nivel de amilosa y amilopectina en estas tres especies de ñame. Por tanto, basándonos en los niveles de amilosa podemos concluir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las tres especies, pero existe una similitud entre los almidones de algunas especies de ñame frente a los almidones comerciales más utilizados en la industria comestibles.

Se determinaron lo niveles de amilosa y amilopectina de las tres especies de ñame (Dioscórea spp) los cuales arrojaron los siguientes resultados: el nivel de amilosa en promedio del ñame (Dioscórea spp) diamante r22 es de 25,7431547, Dioscórea Alata es de 24,977639 y el de Dioscórea Rotundata: 23,2637853. Y el nivel de amilopectina en promedio de las 3 especies de ñame son los siguientes: 74,25684526, 75,02236102, 76,73621474, respectivamente.

Se realizó un análisis comparativo entre el almidón de las 3 mismas especies de ñame frente a los niveles de almidón comerciales, encontrando núcleos significativamente similares y otros disimiles, por lo cual se pudo concluir que hay grupos de almidón que proviene del ñame que conservan las mismas características y otros disimiles que a se alejan de los parámetros de referencias de los almidones utilizados en las industrias de productos comestibles.

A partir de los análisis realizados anteriormente podemos llegar a la conclusión de que un potencial uso que se le puede dar al almidón de ñame es ser utilizado como sustituto de algunos almidones comerciales, esto debido a las similitudes estadísticamente significativas en el nivel de amilosa y amilopectina de algunas especies de ñame frente al almidón comercial utilizado en las industrias comestibles

8. Referencias bibliográficas

- Acuña Pinto, H. M. (2012). Extracción, caracterización y aplicación de almidón de ñame variedad blanco (dioscorea trifida) originario de la región amazónica colombiana para la elaboración de productos horneados. Bogota, Colombia.
- Aranza Reina, Y. (viernes de Junio de 2012). *Banco de la República – Sucursal Cartagena*. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_168.pdf
- Aranza Reina, Y. (2012). *El cultivo de ñame en el Caribe colombiano*.
- Aranza, Y. C. (2012). El cultivo de ñame en el Caribe colombiano. Cartagena. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_168.pdf
- Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- Delpeuch, F., & Favier, J. (1980). Caracteristique des amidons de plantes alimentaires tropicales: action de l'alpha-amylase, gonflement et solubilité. Paris.
- Enriquez, M., Velasco, R., & Fernandez, A. (s.f.). *Caracterización de almidones De yuca nativos y modificados para elaboración de empaques biodegradables*.
- Fao. (2008). Obtenido de <tp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0500s/i0500s02.pdf>
- García., C. A. (2008). *Caracterización morfológica de cultivares de ñame (dioscorea spp.) procedentes del suroccidente de guatemala y efecto de su variabilidad como espesante de salss casera. guatemala*.
- Guadron De Delgado, E. (Octubre de 2013). Diseño y desarrollo del proceso para la extracción de alimdon a partir de guineo majoncho verde(Musa sp. Variedad Cuadrado), para su uso en la industria de alimentos. San Salvador, Salvador.

- Hernandez, M., Torruco, J. G., Chel, L., & Betancur, D. (9 de Abril de 2008). *Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México*. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf>
- JJ. Hurtado, R. ortiz, G. Rodriguez, D. Dufour. (1997). *Procesamiento del ñame (dioscorea alata, D. rotundata): estudio de factibilidad tecnica y economica para la produccion de almidon y harina y de sus propiedades fisicoquimicas*. Ibague.
- Mendez, A. (Junio de 2010). Evaluacion de la extraccion de almidon de banano verde(Musa Sapiantum Variedad Gran Enano) producto de desecho de las industrias bananeras y evaluacion de su funcion como excipiente en la formulcion de comprimidos. Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3493.pdf
- Mendoza, B. (19 de Abril de 2017). Sobreproducción de ñame en Córdoba, campesinos en riesgo de quiebra. *Rio Noticias.co*. Obtenido de <http://rionoticias.co/sobreproduccion-de-name-en-cordoba-campesinos-en-riesgo-de-quiebra/>
- Ozaeta Díaz, G., & López Barrios, S. (Agosto de 2013). Extracción de almidón a partir de arroz de rechazo molidocomo viscosante en la elaboración de cinco cosméticos. Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3493.pdf
- Pacheco-Delahaye, E., & Techeira, N. (Abril de 2009). *Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extrudida de ñame (dioscorea alata)*. Recuperado el 18 de Agosto de 2016, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000400012
- Palacio Rodriguez, J., & Peñata Mendoza, Y. (s.f.). Aumento del rendimiento en la extracion del almidon a partir del grano de maiz y la influencia del carbonato de acido sodico en las propiedades fisico-quimicas del Slurry. Barranquilla, Colombia. Obtenido de <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/1669/1/72286651.pdf>

- Pardo, O., Castañeda, J., & Casar, O. (2013). Caracterización estructural y térmica de almidones provenientes de diferentes variedades de papa. *Acta Agronómica*, 289-295. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n4/v62n4a01.pdf>
- Perez Vides, J. A. (2015). *Evaluación del efecto del almidón de ñame sobre la estabilidad del yogur, sus propiedades, reológicas y sensoriales*. Sucre.
- Potter, N. N. (1973). En *La Ciencia de los Alimentos*. México,D.F.: EDUTEX, S.A.
- Tejada Benítez, L., Tejada Tova, C., Villabona, A. T., Barrios, R., & Tejada Benítez, L. (2007). Aprovechamiento del ñame espinoso (dioscorea rotundata) en la producción de bioplásticos. Bolivar, Cartagena. Obtenido de https://www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas_cientificas/prospectiva/volumen-6-no-1/11-aprovechamiento-v6-1.pdf
- Torres, Alberto; Duran,marlene; Montero,piedad. (2013). Evaluación de las propiedades funcionales del almidón obtenido a partir de malanga. *Ciencias e ingeniera al dia*.
- Voza, V., Hernandez, H., & Carrascal, N. (2008). *Estudio cromosómico de cuatro especies de ñame*. Sincelejo.
- Yuri C Reina Aranza. (2012). *Elcultivo del ñame en el cultivo colombiano*. Cartagena.
- Zhao, J., & Wostler, R. L. (1994). Spherical aggregates of starch granules as. En *Food technology*, v. 48, n. 7 (págs. 104-105).