



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
UNIDAD DE CURSOS BÁSICOS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS**

**EFFECTO DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN EN LA CLARIDAD DE LA
PASTA Y CAPACIDAD EMULSIFICANTE DEL ALMIDÓN DE YUCA
DULCE (*Manihot esculenta* Crantz) Y SU APLICACIÓN EN LA
ELABORACIÓN DE GALLETAS**

Lcda. Marglorys María Marchán Figueroa

Trabajo de ascenso presentado como requisito parcial para ascender a la
categoría de profesor agregado

Maturín, febrero de 2023

RESOLUCIÓN

ARTÍCULO 41

De acuerdo con el reglamento de trabajos de grados de la Universidad de Oriente (**vigente a partir del segundo semestre de 2009, según comunicado CU-034-2009**):

“LOS TRABAJOS DE GRADO SON DE EXCLUSIVA PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD Y SÓLO PODRÁN SER UTILIZADOS PARA OTROS FINES, CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO RESPECTIVO, QUIEN DEBERÁ PARTICIPARLO AL CONSEJO UNIVERSITARIO PARA SU AUTORIZACIÓN”

DEDICATORIA

Dedicado a:

A la memoria de mi amado padre, Julián Marchán.

A la memoria de la abuela Petra, mujer que nos llenó de cariño, ternura y mucho cuidado.

A mi madre Ana Figueroa, mujer luchadora e inquebrantable. Es un roble en medio de una tormenta.

A mi amado esposo, José Rafael, hombre decidido, comprensivo y amoroso, siempre mostrándome su apoyo de manera incondicional.

A mis pequeños hijos, Rafael Alonso y José Joaquín, los dueños de mi tiempo, espacio, razón y corazón.

A mi hermano Gabriel, mi mano derecha y mi punto de apoyo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque por su bondad y misericordia infinita he podido alcanzar cada meta, coincidir con gente maravillosa que me ha ayudado a crecer profesional y espiritualmente.

A mis padres, Ana y Julián, por su amor, por su apoyo incondicional, por regalarme lo mejor del mundo (principios, valores y educación).

A mi esposo, José Rafael por acompañarme en este viaje llamado vida.

A mi hermano Gabriel por el apoyo, por siempre estar allí.

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY	x
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
GENERAL	3
ESPECÍFICOS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
YUCA.....	4
USOS DE LA YUCA	6
La yuca como fuente de alimento.....	6
Usos industriales de la yuca	8
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA RAÍZ DE YUCA	9
ALMIDÓN	10
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ALMIDÓN	11
Amilosa.....	11
Amilopectina.....	12
ESTRUCTURA SEMI-CRISTALINA DEL GRÁNULO DEL ALMIDÓN	13
CLASIFICACIÓN DEL ALMIDÓN	15
Almidón nativo.....	15
Almidón modificado	16
FERMENTACIÓN	16
TIPOS DE FERMENTACIÓN	17
Fermentación ácido láctica.....	17
PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN	19
Claridad de la pasta.....	19
Capacidad emulsificante	20
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
MATERIALES Y MÉTODOS	25
OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	25
OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO.....	25
DETERMINACIÓN DE LA CLARIDAD DE LA PASTA Y CAPACIDAD EMULSIFICANTE DEL ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS (28, 35, 42 DÍAS).....	30
Determinación de claridad de la pasta	30

Determinación de la capacidad emulsificante (CE)	31
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ESPECÍFICO, LA TASA DE EXPANSIÓN Y LA ACEPTABILIDAD DE GALLETAS ELABORADAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS.....	32
Determinación del volumen específico de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos....	32
Elaboración de galletas a partir de almidón de yuca fermentado.....	32
Medida del peso del galletas a base de almidón de yuca fermentado	33
Medida del volumen y determinación del volumen específico de las galletas	33
Medida de la densidad de las galletas	34
Volumen específico de las galletas	34
Determinación de la tasa de expansión de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos....	35
Determinación de la aceptabilidad de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado	35
DISEÑO EXPERIMENTAL	37
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
DETERMINACIÓN DE LA CLARIDAD DE LA PASTA Y CAPACIDAD EMULSIFICANTE DEL ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS.....	40
Determinación de claridad de la pasta	40
Determinación de la capacidad emulsificante (CE)	43
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ESPECÍFICO, LA TASA DE EXPANSIÓN Y LA ACEPTABILIDAD DE GALLETAS ELABORADAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS.....	46
Determinación del volumen específico (VE) de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.....	46
Determinación de la tasa de expansión (TE) de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.....	47
Determinación la aceptabilidad de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.....	50
CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÉNDICE	67
ANEXOS.....	76
HOJAS METADATOS	78

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1 Composición química del parénquima y cáscara de la raíz de yuca.....	9
Cuadro 2 Formulación para la elaboración de las galletas a partir de almidón de yuca fermentado.	33
Cuadro 3. Claridad de la pasta de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.	40
Cuadro 4. Capacidad emulsificante de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.	44
Cuadro 5. Volumen específico de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.....	46
Cuadro 6. Tasa de expansión de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.....	48
Cuadro 7. Atributos sensoriales apariencia general, color, olor y sabor de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado. ...	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Corte transversal de la raíz de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	6
Figura 2. Modelo de clúster de la amilopectina propuesto por Hizukuri en el año 1986.....	14
Figura 3. Representación esquemática de los niveles estructurales del almidón.....	14
Figura 4. Claridad de pasta de almidón de yuca, nativo y ozonizado	20
Figura 5. Diagrama del proceso de extracción de almidón de yuca, nativo y fermentado, establecido por Alarcón y Dufour (2002).....	26
Figura 6. Planilla de evaluación sensorial tipo escala hedónica de nueve puntos.....	36
Figura 7. Diagrama experimental para almidón de yuca fermentado.....	38
Figura 8. Diagrama experimental para galletas elaboradas a partir de almidón nativo y fermentado de yuca	39

RESUMEN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un cultivo que tiene alto rendimiento por hectárea, cuya raíz se puede consumir hervida, fermentada o en forma de casabe, también se puede destinar al sector industrial para la extracción de almidón, el cual es un polisacárido ampliamente utilizado en la industria, que en su forma nativa tiene limitaciones para su uso en procesos que requieren de altas temperaturas, bajo pH y estrés mecánico, por lo que es necesario modificarlo para conferirle mejores propiedades funcionales. Entre los métodos para modificar el almidón se encuentra la fermentación, proceso espontáneo llevado a cabo principalmente por bacterias ácido lácticas, que le confiere propiedades de expansión y mejora otras propiedades funcionales, razón por la que el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del tiempo de fermentación en la claridad de la pasta y capacidad emulsificante del almidón de yuca dulce (*Manihot esculenta* Crantz) y su aplicación en la elaboración de galletas. La extracción del almidón se realizó vía húmeda, utilizando la metodología empleada por Alarcón y Dufour (2002). Se utilizó un diseño de bloques al azar con efecto único y tres repeticiones. Los resultados demostraron que el máximo valor para claridad de la pasta (53,90 %) fue para el almidón sin fermentar (53,90 %) mientras que el almidón fermentado por 35 días obtuvo la mayor capacidad emulsificante (CE) y tasa de expansión (TE) cuyos valores son 13,9 % y 5,67 respectivamente. El almidón sin fermentar obtuvo el menor valor de CE (4,8 %) y el fermentado por 42 días presentó la menor claridad de pasta (16,07 %) y TE (3,94). De acuerdo con los panelista las galletas con mayor aceptabilidad fueron las elaboradas a partir de almidón fermentado por 28 días y la menos aceptable fueron las elaboradas a partir de almidón sin fermentar. El ANAVA aplicado con un nivel de confianza del 95 % arrojó que hay diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) en los resultados de claridad de la pasta, CE y TE, y mostró que no hay diferencias estadísticas significativas para el volumen específico. Los resultados indican que el almidón de yuca fermentado por 35 días se puede utilizar como estabilizador de emulsiones, mientras que el almidón fermentado por 28 días tiene factibilidad de uso en la elaboración de galletas.

Palabras Clave: almidón, fermentación, propiedades funcionales, galletas

SUMMARY

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a crop that has high yield per hectare, whose root can be consumed boiled, fermented or in the form of cassava, it can also be destined to the industrial sector for the extraction of starch, which is a polysaccharide widely used in industry, which in its native form has limitations for use in processes that require high temperatures, low pH and mechanical stress, so it is necessary to modify it to give it better functional properties. Among the methods to modify starch is fermentation, a spontaneous process carried out mainly by lactic acid bacteria, which gives it expansion properties and improves other functional properties, which is why the objective of this research was to evaluate the effect of fermentation time on the clarity of the paste and emulsifying capacity of sweet cassava starch (*Manihot esculenta* Crantz) and its application in the preparation of cookies. The extraction of starch was carried out wet, using the methodology used by Alarcón and Dufour (2002). A randomized block design with single effect and three repetitions was used. The results showed that the maximum value for clarity of the paste (53,90 %) was for unfermented starch (53,90 %) while starch fermented for 35 days obtained the highest emulsifying capacity (EC) and expansion rate (TE) whose values are 13,9 % and 5,67 respectively. Unfermented starch obtained the lowest EC value (4,8 %) and fermented starch for 42 days presented the lowest clarity of pasta (16,07 %) and TE (3,94). According to the panelists, the cookies with the greatest acceptability were those made from starch fermented for 28 days and the least acceptable were those made from unfermented starch. The ANAVA applied with a confidence level of 95 % showed that there are highly significant differences ($p \leq 0,01$) in the results of clarity of the paste, CE and TE, and showed that there are no statistically significant differences for the specific volume. The results indicate that cassava starch fermented for 35 days can be used as an emulsion stabilizer, while starch fermented for 28 days has feasibility of use in the manufacture of biscuits.

Keywords: starch, fermentation, functional properties, cookies

INTRODUCCIÓN

Las raíces de yuca constituyen una fuente importante de alimento en muchas áreas del trópico y se consumen hervidas, fermentadas o en forma de casabe. Como cultivo la yuca puede sobrevivir a condiciones de sequía y reanudar su crecimiento cuando hay agua disponible, ya sea de lluvia o de riego, puede crecer en suelos marginales y sin fertilizantes, se puede cosechar en tiempos variados después de la siembra, que van aproximadamente de seis meses a tres años, por lo que puede haber disponibilidad de yuca durante todo el año y adicionalmente posee un alto contenido de almidón que puede ser extraído fácilmente.

El almidón es uno de los polisacáridos más abundantes de la naturaleza con amplia disponibilidad, versatilidad, de alto valor calórico y seguro, éstas características hacen que tenga alta demanda en distintos sectores de la industria, como por ejemplo la de papel, textil, farmacéutica, de alimentos, entre otras. En la industria de alimentos, algunas de sus aplicaciones se relacionan con la formulación de embutidos, salsas, pastas, elaboración de bebidas instantáneas y de productos de panadería. Sin embargo, el almidón tiene pocos usos en su forma nativa debido a su baja solubilidad en agua, alta tendencia a la retrogradación, baja resistencia a las altas temperaturas, cizallamiento y bajo pH, por lo que es necesario modificar su estructura nativa para conferirle propiedades funcionales que sean de interés a la industria.

El almidón se puede modificar a través de métodos, físicos, químicos y enzimático o por combinación de ellos. El método utilizado va a depender de las propiedades que se quieran desarrollar en el almidón, por ejemplo para

obtener un almidón con mejores propiedades de expansión para su aplicación en productos de panadería, lo ideal es someterlo a fermentación.

La fermentación de almidón es un proceso espontáneo que se lleva a cabo bajo un ambiente anaeróbico en el cual participan bacterias ácido lácticas. El almidón fermentado, particularmente el de yuca, es de mucho interés para la elaboración de productos de panadería libres de gluten en países como Brasil y Colombia, pero en Venezuela no es común la extracción y fermentación del almidón de yuca, esta tendencia hay que cambiarla porque este almidón es de fácil obtención, económico y abundante, lo que lo haría accesible a la población de celíacos que no pueden pagar los altos precios de los productos libres de gluten disponibles en el mercado, por ésta razón el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del tiempo de fermentación en la claridad de la pasta y la capacidad emulsificante del almidón de yuca dulce (*Manihot esculenta* Crantz) y su aplicación en la elaboración de galletas.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el efecto del tiempo de fermentación en la claridad de la pasta y capacidad emulsificante del almidón de yuca dulce (*Manihot esculenta* Crantz) y su aplicación en la elaboración de galletas.

ESPECÍFICOS

- Determinar la claridad de la pasta y capacidad emulsificante del almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos (28, 35, 42 días).
- Determinar el volumen específico, la tasa de expansión y la aceptabilidad de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos (28, 35, 42 días).

REVISIÓN DE LITERATURA

YUCA

La yuca es una raíz cuyo nombre varía dependiendo de la región, por ejemplo en América Central se conoce como yuca, en Brasil como mandioca, en India y Malasia como tapioca, en África y suroeste de Asia como cassava y en norte América y Europa, el nombre de cassava es generalmente aplicado a la raíz de la planta, mientras tapioca es el nombre dado al almidón y otros productos procesados (Clifton y Keogh 2016; Liu *et al.* 2014 y Breuninger *et al.* 2009). En Venezuela se conoce como yuca tanto a la raíz como a la planta.

La domesticación de la yuca tuvo lugar hace 10000 años en el centro-oeste de Brasil y se convirtió en un alimento básico entre los americanos precolombinos. Las plantas de yuca pueden sobrevivir a la sequía y reanudar el crecimiento cuando el agua esté disponible, ya sea por lluvia o por riego. Pueden crecer en suelos marginales sin fertilizantes, donde otros cultivos no pueden crecer; sin embargo el rendimiento puede verse comprometido. Se puede cosechar en tiempos variados después de la siembra, que van aproximadamente desde 6 meses a 3 años, a diferencia de los cultivos de cereales como el arroz, y el mijo, que debe ser cosechado durante una estrecha ventana de tiempo (Shigaki 2016).

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un arbusto herbáceo cuando joven y subleñoso como adulto, con un tallo ramificado cerca de la base que lleva yemas axilares que permiten la propagación vegetativa. La planta de yuca tiene un ciclo de crecimiento que consta de cinco fases fisiológicas.

En la primera fase, llamada brotación de las ramas, en condiciones favorables, aparecen las primeras raíces fibrosas después del séptimo día de siembra. La segunda fase se caracteriza por la desaparición de las primeras raíces formadas y la aparición de otras que penetran en el suelo hasta una profundidad de 40 a 50 cm, esta fase dura aproximadamente 70 días. La tercera fase se caracteriza por la ramificación de la planta y tiene duración de 90 días. La migración de las sustancias de reserva iniciada en fases anteriores se acentúa en esta etapa. En la cuarta fase, se produce un engrosamiento de las raíces tuberosas y ya no hay ningún alargamiento de las raíces, pero el diámetro aumenta por la deposición de almidón. Esta fase dura hasta cinco meses. En la última fase del ciclo de crecimiento, la fase de descanso, en regiones con inviernos fríos y secos, las plantas pierden su follaje indicando la suspensión de las actividades vegetativas (Liu *et al.* 2014; De Souza Fernandes *et al.* 2009).

Las raíces maduras, tienen diferentes formas (cónicas, cónicas-cilíndricas, cilíndricas, fusiformes) y diferentes tamaños (de 3 a 15 centímetros de diámetro y longitudes de 5 a 10 cm) dependiendo de la variedad, la edad y las condiciones de crecimiento (Marx 2019). El color de la cáscara exterior varía de blanco a marrón oscuro. La sección transversal de las raíces de yuca muestra los dos componentes principales que son la cáscara y la médula central (Figura 1). La cáscara está compuesta por la capa externa (llamada peridermo) y la capa interna (llamada región cortical o corteza), que contiene esclerénquima, parénquima cortical y tejido floema. La gran médula central de las raíces es la de reserva de almidón, compuesta de tejido de cambium y parénquima y vasos de xilema (Breuninger *et al.* 2009).

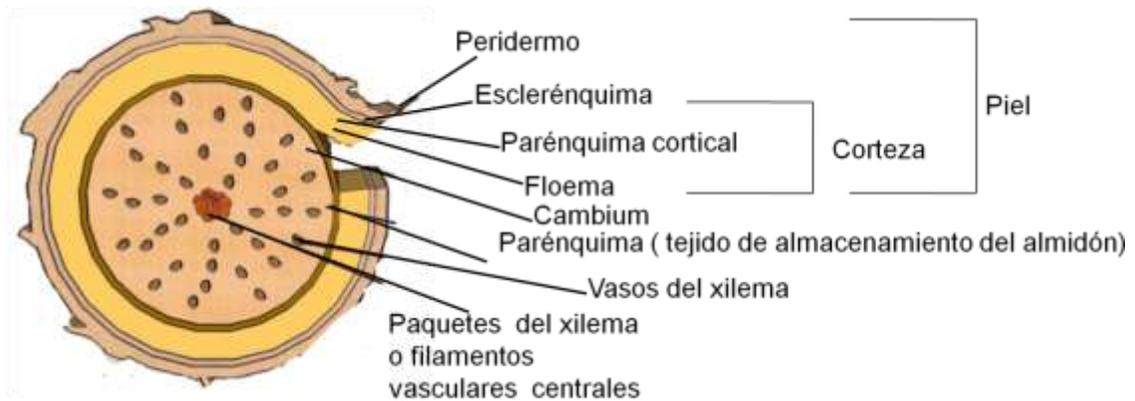


Figura 1. Corte transversal de la raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

Fuente: Breuninger *et al.* 2009.

Las raíces de yuca son perecederas con una vida útil de 24 a no más de 72 horas después de la cosecha si no se toman medidas especiales para su conservación (Brimer 2015). Su alta tasa de deterioro es lo que hace que su principal uso sea para consumo humano, sin embargo se ha ido ampliando la tecnología para aprovechar este rubro en otros sectores como por ejemplo el industrial.

USOS DE LA YUCA

La yuca se puede usar como fuente de alimento para los humanos y animales y también es de utilidad en el sector industrial.

La yuca como fuente de alimento

La yuca se cultiva principalmente por sus raíces ricas en almidón, sin embargo, en algunas áreas, especialmente en África central sus hojas también se consumen como verdura. En el Zaire las hojas de yuca comprenden casi el 70 % del peso de todas las verduras consumidas.

Normalmente se trocean y se hierven, proceso que reduce considerablemente el nivel de cianógenos residuales. La yuca es una importante fuente de nutriente en estas áreas y se desarrollaron recetas locales únicas para preparar la yuca cocida con ingredientes acompañantes que proporcionan proteínas, vitaminas y minerales que no están presentes en abundancia en las raíces (Wheatley *et al.* 2003_a, Shigaki 2016).

Las raíces frescas de yuca constituyen un alimento importante en muchas áreas del trópico donde representa la cuarta fuente más importante de calorías en la dieta humana y se sabe que se encuentra en el norte de Colombia, Venezuela, Paraguay y sur de México donde se suele hervir durante unos 15 a 30 minutos después de retirar la cáscara para su consumo. Cruda o hervida, la yuca también se puede freír (Wheatley *et al.* (2003_b). Dependiendo de las preferencias del consumidor, también se puede consumir fermentada, procesada en harina, hervida, en forma de casabe (Venezuela) o como gránulos tostados (Kennedy *et al.* 2018).

Paixão *et al.* (2020) citan que en Brasil por ejemplo se prepara la "puba" que es una comida típica del norte de ese país producida a partir de la fermentación natural de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en pequeñas fábricas y/o en condiciones domésticas, de tradición indígena y similar a los alimentos fermentados de origen africano. Su producción consiste en pelar las raíces, cortar y sumergir durante 3 a 7 días en recipientes grandes con agua a temperatura ambiente. Después, las raíces se retiran del agua, se amasan y se eliminan sus fibras gruesas. La masa se lava con agua y se coloca en una bolsa de tela, luego se prensa con la mano para eliminar el exceso de agua y la masa obtenida se denomina "puba" húmeda (aproximadamente 50 % de humedad). La "puba" húmeda se puede colocar al sol para producir "puba" seca, un tipo de harina con aproximadamente un

13 % de humedad. Ambos son en gran parte utilizado para fabricar pastel de puba y cuscús de puba.

La yuca también se utiliza para la alimentación animal, así lo sugiere Lim (2016) cuando refiere que las hojas de yuca se pueden utilizar como fuente de proteínas para alimentar a los cerdos en condiciones de aldea. Hojas de yuca suplementadas con harina de raíz de yuca, salvado de arroz o melaza al 5 o 10 % (fresco base) se han utilizado para producir ensilaje de buena calidad que podría ser almacenado hasta por 5 meses.

Usos industriales de la yuca

La yuca es un importante cultivo industrial en muchos países de África, en los cuales se produce más del 50 % de la yuca del mundo, cuyo principal uso es como alimento, sin embargo países como China, Tailandia y Vietnan la usan para la producción de etanol cuyo proceso requiere que los polisacáridos sean degradados a glucosa para posteriormente someterlos a fermentación (Marx 2019). También se utilizan para la extracción de almidón a escala industrial a pesar que su alto contenido de agua, afecta el costo de transporte y su vida útil antes de la extracción del almidón (Le *et al.* 2013, Manthey 2016, Karimi y Chisti 2017, Amalia 2021).

Hornung *et al.* (2016) citan que las raíces de yuca son usadas industrialmente para la producción del almidón y sus derivados tales como glucosas y dextrina y se estima que cerca del 22 % de la yuca que se produce a nivel mundial se convierte en almidón para uso industrial, por ejemplo Chalapthi *et al.* (2010) señalan que el almidón de yuca puede usarse en la industria farmacéutica en la fabricación de tabletas de paracetamol

porque tienen mejor friabilidad y dureza que las formuladas con almidón de maíz.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA RAÍZ DE YUCA

En el Cuadro 1, se muestra la composición química de la cáscara y parénquima que son partes de la raíz de la yuca. La composición química de la cáscara es diferente a la del parénquima. La cáscara tiene más proteínas, fibras, azúcares y cianógenos que el parénquima y menos materia seca y almidón (Wheatley *et al.* 2003_b).

Cuadro 1 Composición química del parénquima y cáscara de la raíz de yuca.

Constituyente	% peso seco	
	Parénquima	Cáscara
Materia seca (% peso fresco)	23-44	15-34
Almidón	70-91	44-59
Azúcares totales	1,3-5,3	5,2-7,1
Fibra cruda	3,0-5,0	5,0-15,0
Ceniza	1,0-2,5	2,8-4,2
Proteína	1,0-6,0	7,0-14,0
Grasa	0,3-1,5	1,5-2,8

Fuente: Wheatley *et al.* 2003_b

Debido a que en el parénquima de la raíz de yuca se concentra el mayor contenido amiláceo esta es la parte que se utiliza para la extracción del almidón.

ALMIDÓN

El almidón es uno de los biopolímeros más abundantes que sirve de reserva energética en muchas plantas, incluidos los cereales, tubérculos, raíces, frutos y semillas, y es considerado la biomasa más grande de la tierra y se caracteriza por ser natural, abundante, barato, disponible, renovable y biodegradable (Chen *et al.* 2019, Gani y Ashwar 2021). Se sintetiza en forma de gránulos en organelos especiales, los plastidios, que a su vez se dividen en cloroplastos y amiloplastos. En los cloroplastos se produce el almidón transitorio, que es una forma de almacenamiento temporal durante la fotosíntesis, mientras que en los amiloplastos se produce almidón de almacenamiento a largo plazo (Pérez y Bertoft 2010).

El almidón está formado por gránulos que presentan una organización jerárquica y multiescalar, con escalas de longitud estructural que van desde la décima de nanómetro para el monómero de glucosa hasta unos pocos micrómetros para el tamaño del gránulo. Los niveles estructurales intermedios incluyen la repetición de láminas cristalinas y amorfas (9-10 nm), los bloques (30-200 nm), los anillos de crecimiento (200-600 nm), y otras disposiciones supramoleculares como las superhelices (Lourdin *et al.* 2015)

Los gránulos de almidón son relativamente densos e insolubles y sólo se hidratan ligeramente en agua fría. Pueden dispersarse en el agua, produciendo lechadas poco viscosas que pueden mezclarse y bombearse fácilmente. Se presentan en todas las formas y tamaños (esferas, elipsoides, polígonos, plaquetas, túbulos irregulares). Sus dimensiones oscilan entre 0,1 y más de 200 μm , dependiendo de la fuente botánica. Independientemente de la fuente botánica, el almidón es un polímero de D-glucosa, que a menudo se denomina el "bloque de construcción" del almidón porque forma dos

polímeros bien definidos que son los principales componentes del almidón (Gani y Ashwar 2021).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ALMIDÓN

El almidón es una biomolécula abundante cuyos gránulos son partículas parcialmente cristalinas compuestas principalmente por dos homopolímeros de glucopiranososa con estructuras bien definidas llamadas amilosa y amilopectina (Zhu y Xie 2018, Gani y Ashwar 2021)

Amilosa

Aunque la amilosa es el componente minoritario en la mayoría de los gránulos, tiene mucha influencia en las propiedades del almidón. La amilosa se compone de una larga cadena lineal de residuos D-glucosilos unidos por enlaces α (1 \rightarrow 4) con ligeras ramificaciones en los enlaces α (1 \rightarrow 6). La amilosa fue probablemente el primer biopolímero para el que se propuso una estructura helicoidal. El conocido complejo azul oscuro formado con yodo se propuso después. El color y la intensidad del complejo dependen de la longitud de la cadena (LC) de la amilosa. Con una LC > 80 la longitud de onda máxima ($\lambda_{\text{máx}}$) de la absorción de la luz es > 610 nm (Bertof 2004).

La amilosa tiene un rango de peso molecular de aproximadamente 10^5 - 10^6 correspondiente a un grado de polimerización (GP) de 1000-10 000 unidades de glucosa. Menos del 0,5 % de las glucosas de la amilosa están en enlaces α (1 \rightarrow 6), lo que resulta en un bajo grado de ramificación, y en una estructura con 3-11 cadenas de aproximadamente 200-700 residuos de glucosa por molécula. Debido al bajo grado de ramificación, la amilosa disuelta tiende a formar agregados semicristalinos insolubles, dependiendo

de la ubicación de las ramas en la estructura (Copeland *et al.* 2009). Jane *et al.* (2003) señalan que la distribución de la amilosa a lo largo del gránulo no es homogénea porque se ha reportado que está más concentrada en la periferia que en el núcleo del gránulo de almidón. Esto concuerda con la observación de que los gránulos de almidón de mayor tamaño (más maduros) contienen más amilosa que los de menor tamaño.

La cantidad y las características moleculares de la amilosa tienen una influencia significativa en la funcionalidad del almidón. Un mayor contenido de amilosa disminuye el poder de hinchamiento granular, mientras que el aumento de la concentración de amilosa disminuye la pegajosidad del gel pero aumenta su firmeza. La reasociación de las cadenas de amilosa al enfriar una pasta de almidón encoge el gel de almidón, lo que da lugar a la acumulación de agua en un gel envejecido, que disminuye la estabilidad de almacenamiento y, por lo general, la calidad de un producto alimenticio a base de almidón afectado (Gunaratne y Corke 2016)

Amilopectina

Es el principal componente de la mayoría de los almidones y está formada por un largo número de cadenas cortas unidas en su extremo reductor por enlaces α (1 \rightarrow 6) lo que hace que sea altamente ramificada. La estructura molecular de la amilopectina es considerablemente más compleja que el de la amilosa. El GP promedio está entre 4800 y 15900 y la longitud de sus cadenas es en promedio de 18-27 residuos de glucosa (Bertof 2004, Vamadevan y Bertoft 2014).

Las cadenas de amilopectina se agrupan en determinadas categorías para distinguir la composición de las cadenas unitarias. Gunaratne (2018)

cita que las cadenas unitarias de amilopectina pueden clasificarse en cadenas A, B y C. Las cadenas A no ramificadas están unidas a las cadenas B y no llevan otras cadenas, las cadenas B llevan una o más cadenas A y/o cadenas B, mientras que la cadena C contiene el grupo terminal reductor de la molécula. Las cadenas más cortas (A y B1) tienen una longitud de cadena (LC) de 14-18, mientras que las más largas B2-B3 tienen una LC de 45-55 (Pérez y Bertoft 2010, Ai y Jane 2016).

Las cadenas A son generalmente cortas y se extienden dentro de un grupo. Las cadenas B tienen diferentes longitudes de cadena, que pueden extenderse a través de un clúster (cadena B1), dos clústeres (cadena B2), tres clústeres (cadena B3) o más clústeres (Figura 2). La distribución de la longitud de la cadena de la amilopectina varía con la fuente botánica del almidón, lo que determina la forma polimórfica de la estructura cristalina y la propiedad de gelatinización, el pegado y la propiedad de retrogradación del almidón (Ai y Jane 2016).

ESTRUCTURA SEMI-CRISTALINA DEL GRÁNULO DEL ALMIDÓN

El almidón tiene una estructura jerárquicamente ordenada con una periodicidad característica. Sus niveles de organización son el gránulo, el anillo de crecimiento, el bloque, la lamella y las cadenas de glucano (Figura 3). La organización de las cadenas de glucano en los diferentes niveles de orden determina la arquitectura de los gránulos de almidón, que consiste en la alternancia de anillos de crecimientos amorfos y semicristalinos que se desarrollan hacia fuera del hilio por oposición (Vamadevan y Liu 2016).

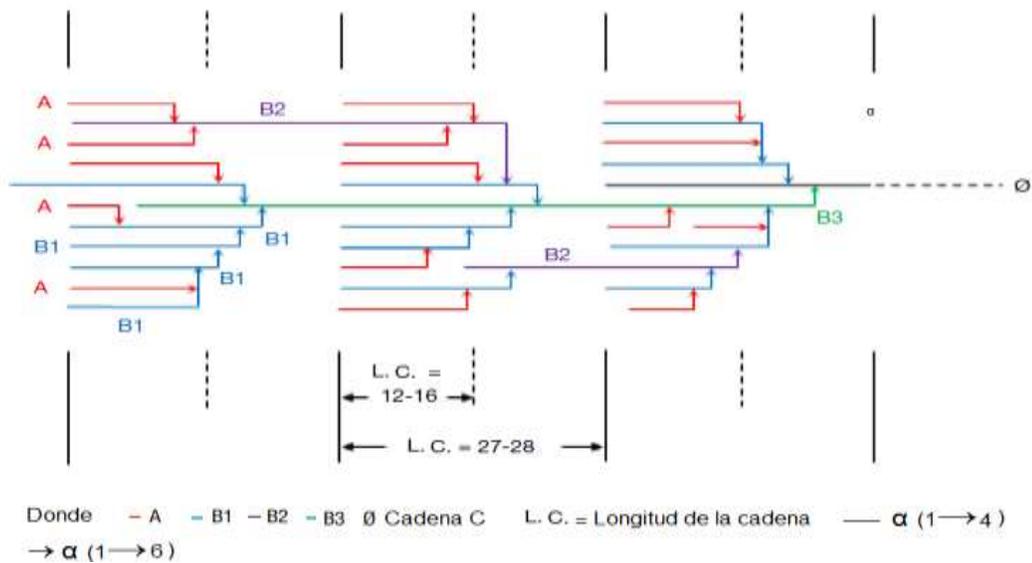


Figura 2. Modelo de clúster de la amilopectina propuesto por Hizukuri en el año 1986.
 Fuente: Ai y Jane

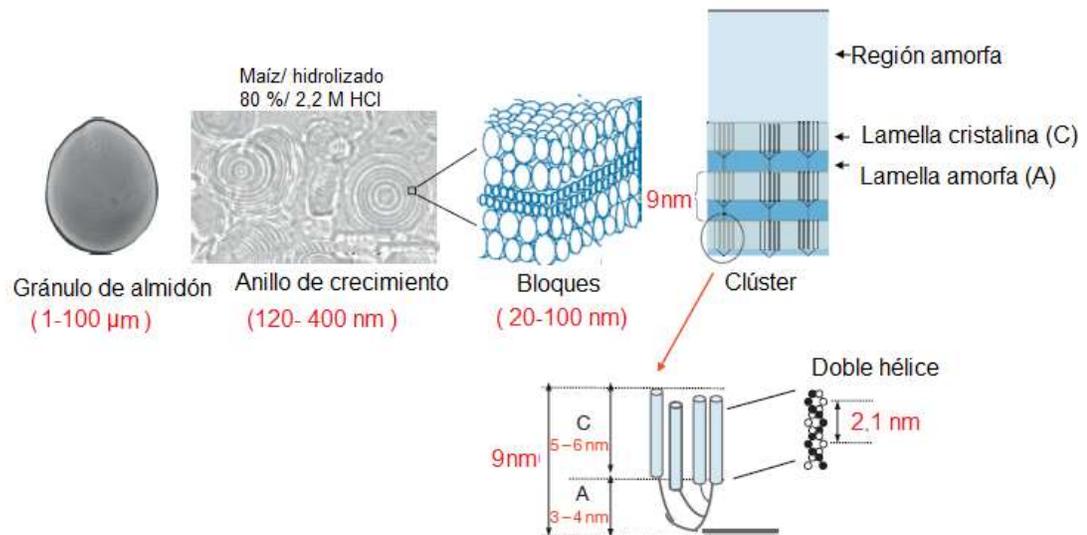


Figura 3. Representación esquemática de los niveles estructurales del almidón.
 Fuente: Vamadevan y Liu 2016

Un anillo de crecimiento semicristalino está formado por una serie de láminas alternas cristalinas y amorfas con una distancia de repetición de 8,5-11 nm. Se cree que las láminas amorfas contienen amilosa más cadenas largas y puntos de ramificación de amilopectina. Las láminas cristalinas están formadas principalmente por las dobles hélices de cadenas cortas de amilopectina. Cada doble hélice consta de seis unidades de anhidroglucopiranosas por vuelta con una altura de paso de 2,1 nm². El patrón de birrefringencia de los gránulos de almidón revelado bajo microscopía óptica de luz polarizada es atribuible a su naturaleza semicristalina, y la distintiva cruz de Malta indica que las cadenas de amilopectina ordenadas en las láminas cristalinas están orientadas radialmente. Cuando el almidón nativo se modifica a través de métodos físicos, químicos o enzimáticos pierde su birrefringencia característica (Zhu y Xie 2018, Vamadevan y Liu 2016).

CLASIFICACIÓN DEL ALMIDÓN

Se pueden encontrar dos tipos de almidón: el nativo que se caracteriza por tener varias deficiencias que limita su uso en la industria de alimento y el modificado que tiene mejores propiedades que el almidón nativo del cual se obtiene (Bergthaller and Hollmann 2014).

Almidón nativo

El almidón nativo es aquel que no ha sufrido modificaciones y se caracteriza porque sus gránulos son semicristalinos y contienen entre un 15 y un 45 % de cristalinidad, son insolubles en agua fría, pierden la viscosidad tras la gelatinización, baja estabilidad frente a altas temperaturas, a la acidez y el cizallamiento. Tienen un uso limitado como ingrediente alimentario, por ejemplo, el almidón de maíz nativo se utiliza generalmente sólo para

espolvorear los moldes de los dulces de tipo gelatina, para controlar la humedad (por ejemplo, en la sal), para ayudar a disipar el calor durante la molienda de azúcar para producir azúcar en polvo, y para espolvorear malvaviscos y goma de mascar (Bergthaller and Hollmann 2014, Bemiller 2019).

Almidón modificado

Bemiller (2018) señala que un almidón modificado es aquel al que se le ha aplicado tratamiento físico, químico o enzimático con el fin de producir cambios en sus propiedades. Por su parte Chen *et al.* (2019) citan que la modificación del almidón es un proceso continuo, ya que existen numerosas posibilidades de acentuar sus características positivas, disminuir sus propiedades indeseables y/o añadir nuevos atributos. Las modificaciones químicas, que son el medio industrial más común para mejorar las propiedades del almidón, implican reacciones del almidón con reactivos químicos para introducir nuevos grupos químicos sustitutivos, mientras que las modificaciones físicas involucran tratamientos hidrotérmicos, de microondas, radiación, sonicación y las modificaciones enzimáticas utilizan principalmente enzimas hidrolizantes, como la pullulanasa y la isoamilasa, para hidrolizar enzimáticamente los enlaces α -1,6 glucosídicos de la amilopectina. Otro método usado para modificar el almidón es la fermentación

FERMENTACIÓN

No se sabe con exactitud cómo o cuándo comenzó la práctica de fermentación en relación con los alimentos, toda evidencia disponible sugiere que es una parte del desarrollo humano y se considera que todos los

procesos fermentativos que hoy en día se dedican a la transformación y conservación de alimentos y piensos tienen un origen muy antiguo y han sido llevados a cabo tradicionalmente por los microorganismos presentes de forma natural en los sustratos (Ciani *et al.* 2013, Wood 2016).

La fermentación en sentido estricto se refiere al metabolismo anaeróbico y a la generación de energía. Esto tiene lugar, entre otros, en las fermentaciones alcohólicas causadas por las levaduras fermentadoras y en las fermentaciones lácticas causadas por las bacterias lácticas (BL). En un sentido más amplio, la palabra "fermentación" se utiliza para referirse a los procesos biológicos que dan lugar a modificaciones deseables de los ingredientes (Nout 2014) y se clasifican de acuerdo a los productos resultantes durante el proceso.

TIPOS DE FERMENTACIÓN

De acuerdo con Terefe (2016) los procesos tradicionales de fermentación de alimentos pueden clasificarse en términos generales en fermentación alcohólica, fúngica, alcalina y láctica. Ésta última es de interés para la industria de almidones porque puede conferirle propiedades funcionales que pueden ser aprovechadas para la elaboración de panes, galletas, entre otros productos de panadería.

Fermentación ácido láctica

La fermentación del ácido láctico la llevan a cabo varios géneros diferentes de bacterias, denominadas colectivamente bacterias ácidos lácticas (BAL), los cuales son, con algunas excepciones, esferas y bastones grampositivos, catalasa-negativos y no formadores de esporas. Actualmente,

el grupo de las BAL comprende 11 géneros: *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Vagococcus* y *Weissella* (Taylor 2016).

En la fermentación ácido láctica los carbohidratos, como la glucosa, se oxidan parcialmente con la liberación de energía en ausencia de cualquier aceptor de electrones externo. Los aceptores finales de electrones son compuestos orgánicos, específicamente el ácido láctico, producido directamente a partir de la descomposición de los carbohidratos, principalmente a partir del piruvato, formado a través de la glucólisis (degradación de monosacáridos). Aunque las BAL homofermentativas producen ácido láctico como su único producto de fermentación, las BAL heterofermentativas pueden formar ácido acético, etanol y CO₂ además de ácido láctico. El proceso libera mucha menos energía que la respiración aeróbica, sin embargo confiere específicamente una considerable ventaja competitiva a las BAL en el sentido de que se crea un entorno anaeróbico de bajo pH en el que las BAL pueden prosperar, mientras que la mayoría de los otros tipos de bacterias no lo hacen (Nout 2014, Taylor 2016).

Los principales ácidos orgánicos que se forman en los alimentos fermentados son el ácido láctico, el ácido acético y el ácido propiónico, estos mismos ácidos se forman durante la fermentación del almidón. Además de las BAL ciertos mohos alimentarios también pueden formar ácido láctico. El ácido láctico provoca una disminución del pH y un sabor ácido que puede afectar a las propiedades físicas de las macromoléculas de los alimentos, como el almidón, y, por tanto, influir en su textura y en sus propiedades funcionales (Nout 2014).

PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN

Las propiedades funcionales están influenciadas por el tipo de modificación (física, química o enzimática) al que se ha sometido el almidón y se refieren a las propiedades deseables que imparte el almidón a la matriz de alimento donde es añadido como por ejemplo mejor capacidad emulsificante, baja retrogradación, claridad de pasta, entre otras propiedades (Jackson 2003).

Claridad de la pasta

La claridad de la pasta es una propiedad importante en los almidones porque determina su aplicación en la industria de alimentos, por ejemplo, Tavares (2005) señala que almidones con pastas claras pueden ser empleados como relleno en repostería, mientras que almidones opacos se pueden usar como aderezos para ensaladas. Si se considera su uso como espesante en productos como tartas, salsas y sopas se requiere que el almidón tenga una alta claridad de pasta, ya que confiere al alimento el atractivo deseado por los consumidores (Nwokocha y Williams 2011). La claridad de la pasta en almidones es medida evaluando el porcentaje de transmitancia (% T), mientras más alto es el porcentaje de transmitancia más clara son las pastas (Castanha *et al.* 2018).

La claridad de la pasta varía considerablemente con la fuente botánica, por ejemplo Nwokocha y Williams (2011) realizaron un estudio comparativo de las propiedades fisicoquímica de almidón de pan de fruta (*Artocarpus altilis*) y de ñame blanco en el que mostraron que la dispersión al 1 % p/p de almidón de pan de fruta tienen valores de transmitancia menor que la dispersión de almidón de ñame blanco (12,79 %), lo que significa que la

pasta de almidón de ñame presenta mayor claridad. Por su parte Castanha *et al.* (2018) reportaron 96,1 % de transmitancia para apio morado, 92,8 % para apio amarillo A y 93,4 % para apio amarillo B y señalan que la alta claridad de la pasta puede atribuirse a diferentes factores como por ejemplo, la alta capacidad de hinchamiento, la repulsión entre grupos fosfatos y la baja tendencia a la retrogradación de estos almidones.

En otra investigación Matta *et al.* (2019) mostraron que el almidón de yuca ozonizado presenta una claridad de pasta más alta que el respectivo almidón de yuca nativo (Figura 4). Yaruro *et al.* (2021) citan que un alto porcentaje de transmitancia se ha relacionado con muchos factores como la concentración del almidón, la estructura y tamaño de los gránulos.

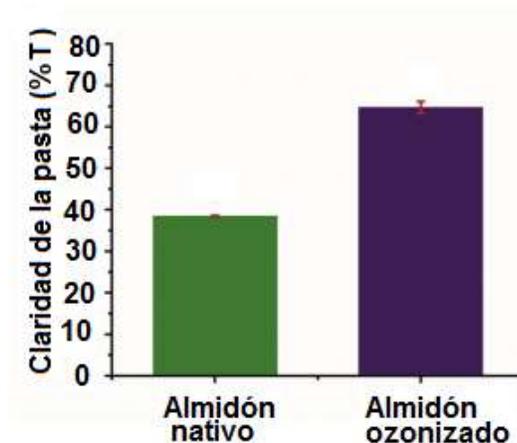


Figura 4. Claridad de pasta de almidón de yuca, nativo y ozonizado

Fuente: Matta *et al.* 2019

Capacidad emulsificante

Las emulsiones son componentes estructurales esenciales en muchos alimentos y consisten en mezclas de líquidos inmiscibles (generalmente aceite y agua), con uno dispersado dentro del otro en forma de gotas. El

tamaño típico de las gotas de emulsión oscila entre 0,1 y 10 μm , lo que cubre las longitudes de onda de la luz visible, y por ello las emulsiones suelen tener un aspecto turbio o blanco pálido. Pueden prepararse algunas emulsiones específicas del tamaño de 20 a 100 nm, que parecen translúcidas a pesar de su naturaleza dispersa. Estas emulsiones translúcidas se denominan "nanoemulsiones" o "emulsiones ultrafinas (Sullo y Norton 2016).

En su forma más simple, una emulsión es de dos tipos diferentes, aceite en agua (por ejemplo, mayonesa) o agua en aceite (por ejemplo, margarina), y las fases de aceite son casi siempre un triglicérido en las emulsiones alimentarias. Tradicionalmente, los dos fluidos se mezclan utilizando dispositivos de entrada de alta energía, rompiendo el fluido de fase dispersa en pequeñas gotas, dentro del fluido de fase continua, hasta que el rango de tamaño de las gotas se aproxima al deseado para el producto final. Como tal, la formación de gotas es termodinámicamente desfavorable y las emulsiones tienden a desestabilizarse con el tiempo para minimizar el área interfacial. La estabilidad la proporciona una capa de material activo superficial o interfacial, generalmente de naturaleza anfifílica (por ejemplo, proteínas y tensioactivos), que disminuye la tensión interfacial y evita fenómenos de inestabilidad, como la floculación y la coalescencia mediante el mecanismo de estabilización electrostática y estérica (Sullo y Norton 2016, Yamashita *et al.* 2017).

Las emulsiones son muy importantes para la industria de alimentos porque de acuerdo con Faergemand y Krog (2003) los alimentos producidos industrialmente representan una parte cada vez mayor de nuestra dieta diaria, por lo que requieren emulsionantes que faciliten el procesamiento y garanticen productos acabados con una calidad uniforme y una larga vida. Se ha demostrado que las interacciones entre los emulsionantes, las

proteínas y los carbohidratos en los productos de panadería u otros alimentos a base de almidón mejoran tanto la textura como la vida útil.

El almidón es un polímero que tiene propiedades emulsionante y por esa razón investigadores como Li *et al.* (2019), han estudiado los efectos de la octenilsuccinilación y el tamaño de las partículas en las propiedades emulsionantes de los gránulos de almidón como emulsionante selectivo y mostraron que las partículas más pequeñas de gránulos de almidón modificado presentaban mejores propiedades emulsionantes, con un tamaño de gotas más pequeños y un menor índice de cremosidad y concluyeron que los almidones evaluados pueden utilizarse para el diseño y desarrollo de emulsionantes selectivos a base de almidón que puede ser utilizados en la industria alimentaria y farmacéutica.

Por su parte Saari *et al.* (2018) investigaron cómo las mezclas de gránulos de almidón de diferente tamaño y forma, provenientes de diferentes fuentes botánicas, afectan a las emulsiones estabilizadas con almidón, demostrando que el tamaño de las partículas del almidón influyó en el tamaño de las gotas de emulsión, el cual también se vieron fuertemente influenciadas por la concentración de almidón, mostrándose una disminución del tamaño de las gotas al aumentar la concentración del almidón. En otra investigación Li *et al.* (2013) estudiaron la capacidad emulsificante de gránulos de almidón nativo de arroz, maíz ceroso, trigo y patata y concluyeron que el almidón de arroz fue el mejor emulsionante entre estos almidones nativos. La emulsión estabilizada por los gránulos de arroz resultó ser estable a la coalescencia durante varios meses cuando la concentración de almidón era superior al 3 % en peso respecto a la fase acuosa.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Díaz *et al.* (2018) estudiaron el efecto del método de fermentación y secado sobre las características fisicoquímicas y tecnológicas del almidón de yuca y encontraron que las pastas de almidón fermentado tuvieron viscosidades aparentes más bajas que el respectivo almidón nativo (sin fermentar) y una mayor tendencia a la retrogradación. Por su parte García *et al.* (2015) estudiaron las características estructurales y propiedades de gelatinización de almidón de yuca fermentado en cual mostraron que los almidones que alcanzaron la acidez titulable más baja mostraron erosión en la superficie de los gránulos, alta cristalinidad relativa y alta temperatura y entalpia de gelatinización. Los autores concluyeron que los ácidos orgánicos producidos durante la fermentación del almidón degradan las regiones amorfas del almidón ocasionando cambios en sus propiedades funcionales.

Onitilo *et al.* (2007) estudiaron el efecto de la variedad en las propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de yuca y reportaron un porcentaje de humedad comprendido entre 6,27 y 7,57 %, valores de pH comprendidos entre 3,35 y 4,42, una capacidad de retención de agua comprendida entre 82,42 % y 92,32 % y un poder de hinchamiento entre 5,3 y 13,6 %, evidenciando que es difícil obtener almidón fermentado con una calidad constante porque sus propiedades fisicoquímicas y funcionales varían incluso dentro de la misma especie.

Qi *et al.* (2019) estudiaron el efecto combinado de la fermentación y secado en la estructura y tasa de expansión de almidones de papa y yuca, cuyos resultados revelaron que la tasa de expansión del almidón de yuca cambió de 3,37 mL/g (3,37 cm³/g) en almidón de yuca nativo a 3,71 mL/g (3,71 cm³/g) en almidón de yuca fermentado y secado en horno y a 6,97

mL/g (6,97 cm³/g) en almidón de yuca fermentado y secado al sol, mientras que las muestras de almidón de papa mostraron menor tasa de expansión que las del almidón de yuca en todos los tratamientos evaluados. Los investigadores concluyeron que la fuente botánica y método de secado son factores determinantes en la habilidad de expansión del almidón fermentado.

Alvarado *et al.* (2013) evaluaron la habilidad de expansión de almidón de yuca extraído de diferentes clones, fermentado por 30 días y secado en horno convencional y al sol. Los resultados arrojaron para el volumen específico de almidón de yuca nativo secado en horno convencional valores comprendidos entre 1,40-2,21 mL/g (1,40-2,21 cm³/g) y para almidón fermentado y secado en horno valores comprendidos entre 1,55-2,51 mL/g (1,55-2,51 cm³/g) concluyendo que no es suficiente la fermentación para desarrollar en el almidón de yuca la capacidad de expansión. Estos investigadores también evaluaron la temperatura de gelatinización del almidón de yuca nativo secado en horno cuyos valores están comprendidos entre 60,26-66,24 °C.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Edafología y en el de Desarrollo de Planta y Post-cosecha de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, municipio Maturín, estado Monagas.

OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada para la extracción del almidón de yuca se obtuvo de cultivos ubicados en el Pinto, municipio Piar, estado Monagas. Para la selección de las muestras se tomó en consideración que las raíces estuviesen recién cosechadas. Se realizó una inspección visual tomando en cuenta que la longitud y el diámetro de las raíces fuesen lo más uniforme posible, que no presentaran daños mecánicos o crecimiento fúngico. Las raíces seleccionadas se transportaron en sacos de malla plástica hasta el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Oriente donde se realizó la extracción del almidón.

OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO

El almidón de yuca nativo y fermentado se obtuvo de acuerdo con la metodología propuesta por Alarcón y Dufour (2002). En la Figura 5, se presenta el diagrama del proceso de extracción del almidón de yuca nativo y fermentado.

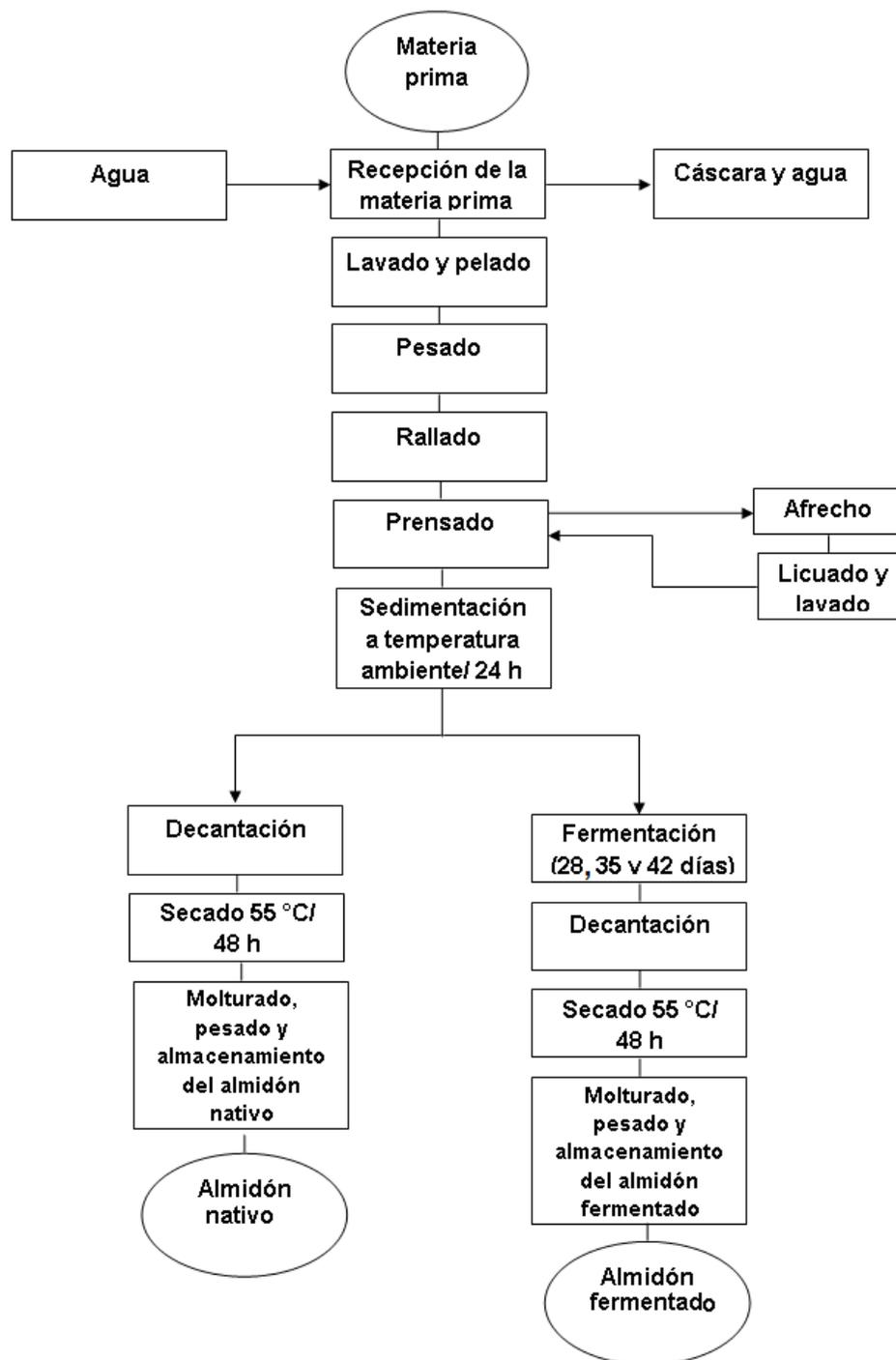


Figura 5. Diagrama del proceso de extracción de almidón de yuca, nativo y fermentado, establecido por Alarcón y Dufour (2002).

El proceso de extracción del almidón mostrado en el diagrama anterior (Figura 5) se describe a continuación

Recepción de la materia prima

Las raíces de yuca dulce provenientes del Pinto, municipio Piar, se inspeccionaron con la finalidad de descartar cualquier raíz dañada, mordida por roedores o podrida.

Lavado y pelado

Se eliminó la tierra y las impurezas adheridas a la cáscara de las raíces de yuca a través de un lavado con agua corriente. Luego de lavar las raíces se les retiró la cáscara con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable marca Magefesa. La cantidad utilizada fueron 100 kg.

Pesado

Una vez lavadas y peladas las raíces, éstas se pesaron en una balanza analítica digital marca Saco de capacidad igual a 40 kg y apreciación de 0,005 g.

Rallado

Las raíces de yuca sin cáscara y previamente pesadas se rallaron utilizando un rallo de acero inoxidable marca Press. Ésta operación tiene como objetivo liberar el almidón contenido en las células.

Prensado

Se llevó a cabo utilizando una tela de muselina, donde se colocó la yuca rallada, formada por el almidón y el afrecho y luego se le aplicó presión manualmente con la finalidad de separar el almidón del afrecho. Después del prensado se obtuvo de forma separada la dispersión de almidón (lechada) y el afrecho.

Licuado y Lavado

El almidón aún retenido en el afrecho obtenido en el paso anterior, se liberó colocando 300 g de este en una licuadora marca Oster con 700 mL de agua y se agitó por aproximadamente un minuto a 3000 rpm. Luego la mezcla formada por agua, almidón suspendido y afrecho se prensó usando una tela de muselina y se lavó con suficiente agua. El proceso descrito anteriormente se repitió hasta que el agua del filtrado salió clara, reflejo de que se extrajo la mayor cantidad de almidón posible.

Sedimentación

La suspensión de almidón obtenido en el prensado se colocó en un envase de polietileno de 50 cm de alto por 30 cm de ancho y se dejó en reposo a temperatura ambiente (25 °C) por un período de 24 horas. Esta operación se realizó tanto para la obtención del almidón nativo como para la obtención del almidón fermentado.

Fermentación

Se colocaron tres suspensiones de almidón por cada tiempo de fermentación en envases de polietileno de 50 cm de alto y 30 cm de ancho a temperatura ambiente (25 °C) por periodos de 28, 35 y 42 días. Una vez finalizado el tiempo de fermentación, se procedió a decantar, secar, molturar, pesar y a almacenar el almidón.

Decantación

Transcurrido el tiempo de reposo o el de fermentación se decantó el sobrenadante y se desechó. El almidón (nativo o fermentado) se colocó en una bandeja de vidrio para su posterior secado.

Secado

Esta operación se llevó a cabo tanto para el almidón nativo como para el fermentado, en una estufa convencional a 55 °C durante un periodo de 48 horas.

Molturado, pesado y almacenamiento del almidón

El almidón (nativo o fermentado) seco se trituró a temperatura ambiente en un mortero de porcelana y el polvo resultante se pesó en una balanza digital marca Saco cuya capacidad es de 40 kg con una apreciación de 0,005 g y luego se almacenó en bolsas de polietileno a temperatura ambiente.

Después de obtener el almidón se realizó el análisis de claridad de la pasta, adicionalmente se determinó la capacidad emulsificante y la

aceptabilidad de galletas elaboradas a partir del almidón de yuca nativo y fermentado.

DETERMINACIÓN DE LA CLARIDAD DE LA PASTA Y CAPACIDAD EMULSIFICANTE DEL ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS (28, 35, 42 DÍAS)

A continuación se describe el procedimiento usado para determinar la claridad de pasta y la capacidad emulsificante del almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Determinación de claridad de la pasta

La claridad de la pasta indica el grado de transparencia de la pasta y se determinó usando la técnica empleada por Craig *et al.* (1989) y el cual se describe a continuación.

Procedimiento:

- Se pesaron en tubos de centrifuga 200 mg de almidón.
- Se suspendió el almidón en 20 mL de agua destilada.
- Se colocaron los tubos en un baño de agua en ebullición durante 30 minutos.
- Se agitó la suspensión cada cinco minutos.
- Después de pasados los 30 minutos, se retiró la suspensión del agua en ebullición y se dejó enfriar a temperatura ambiente.
- Cada suspensión se colocó en una cubeta para espectrofotómetros.

- Se leyó y anotó el porcentaje de transmitancia a una longitud de onda de 650 nm utilizando agua destilada como blanco.

Determinación de la capacidad emulsificante (CE)

Se determinó de acuerdo a la metodología usada por Granito *et al.* (2009).

Procedimiento:

- En un beacker, se mezcló un gramo de almidón con 20 mL de agua destilada.
- Se agitó la suspensión por un periodo de 15 min ajustándose a pH 7.
- Se añadió la suspensión a un balón aforado de 25 mL, y se le añadió agua destilada hasta la línea de aforo.
- Luego se mezcló en una licuadora Oster, 25 mL de esta suspensión con 25 mL de aceite comestible y se licuó durante un min a 3600 rpm.
- El producto obtenido se centrifugó a 3000 rpm durante un min.
- Se midió con una regla, la altura de la capa emulsificada.

La capacidad emulsificante se reportó como porcentaje y se determinó de acuerdo a la siguiente expresión (Granito *et al.* 2009):

$$CE = \frac{h_{CE}}{h_{TE}} \times 100$$

Donde:

CE = Capacidad emulsificante

h_{CE} = Altura de la capa emulsificada

h_{TE} = Altura total de la emulsión

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ESPECÍFICO, LA TASA DE EXPANSIÓN Y LA ACEPTABILIDAD DE GALLETAS ELABORADAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS

Determinación del volumen específico de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Para determinar el volumen específico de las galletas es necesario elaborar las galletas, medir su peso y su volumen, cada una de estas operaciones se describen a continuación

Elaboración de galletas a partir de almidón de yuca fermentado

La formulación para la elaboración de las galletas se realizó tomando como referencia la publicación hecha por eme de mujer (EME) (EME 2016), para la preparación de una galleta a base de almidón, típica del Ecuador con modificaciones. Se prepararon 4 formulaciones de galletas, una con almidón de yuca sin fermentar (nativo) y tres con almidón de yuca fermentado por 28, 35 y 42 días. La formulación usada en cada caso se muestra en el Cuadro 2.

Procedimiento:

- Se mezcló el almidón con el azúcar, luego se le añadió la mantequilla, los huevos, la vainilla y se homogeneizó usando una espátula de silicón hasta que se formó una masa suave.
- La mezcla resultante se tendió con un espesor de 5 mm, para ello se utilizó un rodillo de madera, luego con un molde redondo para galletas y

de 5 cm de diámetro se cortaron las galletas y se colocaron en una placa para horno.

- Las galletas se hornearon en un horno a gas marca Magic Queen a 220 °C por 20 minutos.

Cuadro 2 Formulación para la elaboración de las galletas a partir de almidón de yuca fermentado.

Materia prima	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
Almidón de yuca	250	34
Azúcar	150	34
Huevo	125	17
Mantequilla	100	13

Medida del peso del galletas a base de almidón de yuca fermentado

El peso de las galletas se determinó en una balanza digital marca Bros de capacidad 600 g y apreciación 0,0001 g.

Medida del volumen y determinación del volumen específico de las galletas

El volumen se determinó usando la metodología usada por Carrillo (2007).

Procedimiento:

- En un beacker de 250 mL y de radio de 33 mm, se colocaron semillas de alpiste a una altura de 5 cm.

- Las semillas se trasladaron a otro recipiente, y en el beacker se colocó una galleta y se vaciaron las semillas de alpiste en el beacker que contenía la galleta.
- Se midió la distancia desplazada, desde la altura de 5 cm hasta la superficie de las semillas.

El volumen se calculó a través de la siguiente expresión:

$$V = \Pi \times r^2 \times d_x$$

Donde:

$\Pi = 3,1466$

r= Radio (cm)

V= Volumen

d_x = Distancia desplazada en cm.

Medida de la densidad de las galletas

La densidad de las galletas se determinó utilizando la relación peso/volumen a través de la expresión:

$$d = \frac{P}{V}$$

Donde:

d= Densidad

P= Peso

V= Volumen

Volumen específico de las galletas

Se calculó como el inverso de la densidad de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$V_{\text{específico}} = \frac{1}{d}$$

Donde:

V= Volumen

d= Densidad

Determinación de la tasa de expansión de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos

Para determinar la tasa de expansión se siguió la metodología descrita por Rodríguez (2015) con modificaciones.

Procedimiento:

Se midió el diámetro y el espesor de cada galleta, utilizando un vernier, marca Caliper de capacidad 15 cm y apreciación 0,02 mm. Cada medida se realizó en tres puntos diferentes (por cada galleta) para diez galletas y luego se promedió. La tasa de expansión se determinó dividiendo el diámetro entre el espesor, usando la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de expansión} = \frac{\text{diámetro}}{\text{espesor}}$$

Determinación de la aceptabilidad de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado

Se realizó usando una escala hedónica de nueve puntos que va desde me disgusta extremadamente (1 punto) hasta me gusta extremadamente (9 puntos), desarrollada inicialmente por Peryam y Pilgrimen el año 1957 y con

modificaciones de Hernández (2005). Los parámetros evaluados fueron, apariencia general, olor, color, sabor, textura y aceptabilidad global. Se utilizó la planilla mostrada en la Figura 6. La prueba se aplicó a un panel no entrenado compuesto por 71 personas, entre hombres y mujeres en edades comprendidas de 18 a 60 años. Las muestras, estuvieron representadas por unidades de galletas colocadas en bandejas de anime de color blanco y se utilizó agua como borrador. Los panelistas estuvieron en un cuarto con paredes blancas, dotado con luz blanca y aire acondicionado.

Nombre y apellido _____ **Fecha** _____
Nombre del producto _____

Pruebe el producto que se le presenta a continuación. Por favor utilizando la escala hedónica presentada abajo en esta planilla evalúe los aspectos de apariencia general, color, olor, sabor textura, aceptabilidad global y asigne un número a cada muestra de acuerdo a su apreciación.

Antes de probar la muestra sírvase de tomar un sorbo de agua.
Pruebe las muestras de izquierda a derecha

Código de la muestra	Apariencia general	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad global
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Escala hedónica

9. Me gusta extremadamente
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta Mucho
1. Me disgusta extremadamente

Figura 6. Planilla de evaluación sensorial tipo escala hedónica de nueve puntos.

Fuente: Hernández 2005

DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos, el experimento se llevó a cabo con un diseño de bloques al azar con efecto único y tres repeticiones, donde la fuente de variación la constituyen los tiempos de fermentación (28, 35 y 42 días) y las variables dependientes fueron: claridad de la pasta, capacidad emulsificante (Figura 7)

Para las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado, el experimento se realizó con un diseño de bloques al azar con efecto único y tres repeticiones, donde la fuente de variación la constituye el almidón fermentado en tiempos de 28, 35, 42 días y las variables dependientes fueron, tasa de expansión y volumen específico (Figura 8).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se evaluaron a través de un análisis de varianza (ANAVA), para conocer el efecto del tiempo en la claridad de la pasta y capacidad emulsificante del almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos y su efecto sobre la tasa de expansión y volumen específico de las galletas. La corrida de los datos se realizó con el software IBM SPSS Statistics versión 8.0 y el método utilizado para discriminar entre las medias fue la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, con un nivel de significancia del 95 % ($p \leq 0,05$).

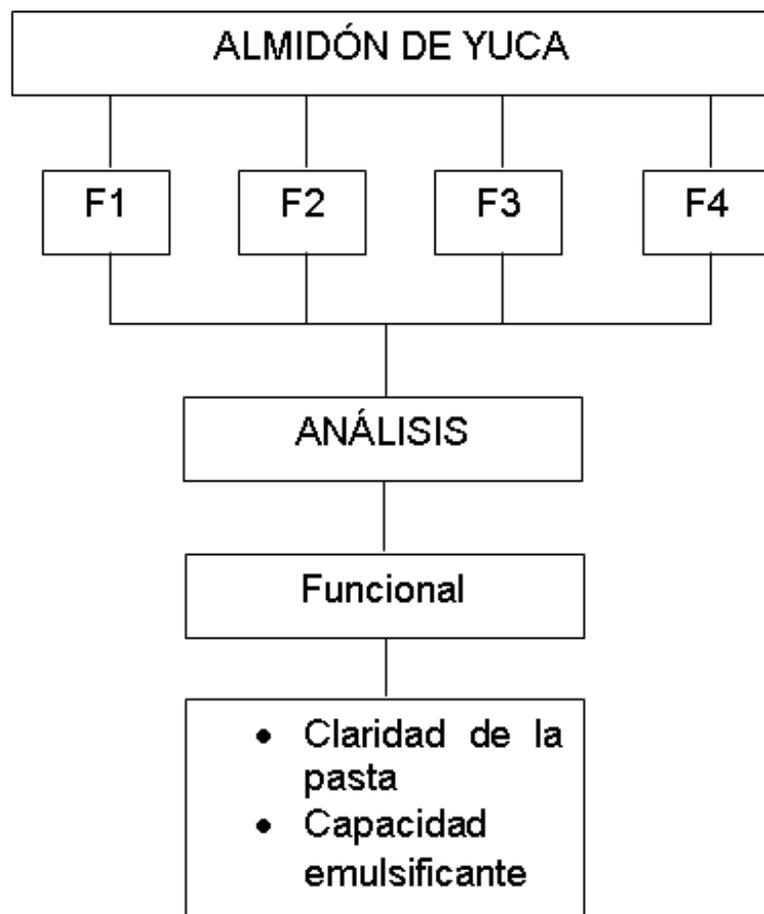


Figura 7. Diagrama experimental para almidón de yuca fermentado

Donde

F1= Almidón de yuca sin fermentar

F2= Almidón de yuca fermentado por 28 días

F3 = Almidón de yuca fermentado por 35 días

F4= Almidón de yuca fermentado por 42 días

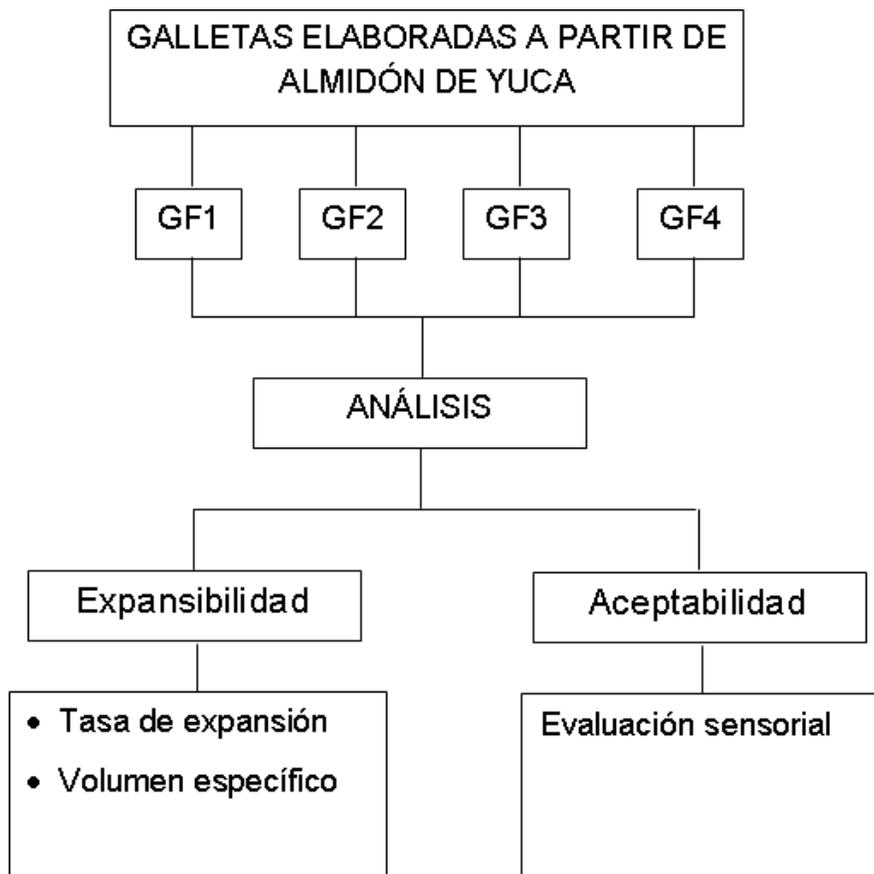


Figura 8. Diagrama experimental para galletas elaboradas a partir de almidón nativo y fermentado de yuca

Donde

GF1= Galletas elaboradas a partir de almidón de yuca sin fermentar

GF2= Galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado por 28 días

GF3 = Galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado por 35 días

GF4= Galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado por 42 días

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos en esta investigación

DETERMINACIÓN DE LA CLARIDAD DE LA PASTA Y CAPACIDAD EMULSIFICANTE DEL ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS

Determinación de claridad de la pasta

El Cuadro 3, muestra los resultados de claridad de la pasta para almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos en el que se observa que el mayor porcentaje de transmitancia (% T) (53,90 %) correspondió al almidón sin fermentar mientras que el menor valor (16,07 %) se obtuvo para el almidón fermentado por 42 días.

Cuadro 3. Claridad de la pasta de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación (días)	% Transmitancia
Sin fermentar (nativo)	53,90 ^a ± 2,2
28	19,83 ^b ± 0,4
35	18,77 ^{bc} ± 1,1
42	16,07 ^c ± 1,0

Las letras minúsculas a, b y c, evalúan la interacción tiempo de fermentación sobre la variable claridad de la pasta (% transmitancia). Letras iguales en la misma columna significa que no hay diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95 %. ± es la desviación estándar.

El ANAVA mostrado en el Cuadro 1 del Apéndice arrojó que hay diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) para los resultados de claridad de la pasta para almidón de yuca sin fermentar y fermentado a diferentes tiempos, lo que implica que el tiempo de fermentación tiene un efecto sobre

la variable claridad de la pasta. Por su parte la prueba de comparación de media (Cuadro 2 del Apéndice) evidenció que el almidón de yuca sin fermentar es diferente a los almidones fermentados por 28, 35 y 42 días, por el contrario el almidón fermentado por 28 días es igual al almidón fermentado por 35 días, pero diferente al fermentado por 42 días y al sin fermentar, mientras que el fermentado por 35 días es igual al fermentado por 28 y 42 días, pero diferente al sin fermentar.

La FAO (2007) señala que los valores de claridad de la pasta para almidón de yuca están comprendidos entre 12,5 y 95 %, y refiere que pastas de almidones con valores de transmitancia menores al 40 % se consideran opacas o turbias mientras que pastas con valores de transmitancia superior al 40 % se consideran como claras o transparentes. De acuerdo con esto, los valores de transmitancia obtenidos en esta investigación para el almidón sin fermentar y fermentado por 28, 35 y 42 días se encuentran dentro de los valores de referencia sugeridos por la FAO y se evidencia que el almidón sin fermentar formó pastas claras mientras que los almidones fermentados por 28, 35 y 42 días formaron pastas opacas.

Al comparar los valores de % T para almidón de yuca sin fermentar y fermentado por 28, 35 y 42 días obtenidos en este estudio con los reportados por Piyachomkwan *et al.* (2002) (38 %) y por Nwokocha *et al.* (2008) (Figura 1 del Anexo) para almidón de yuca nativo, se evidencia que el almidón de yuca sin fermentar formó pastas más claras que las reportadas por estos investigadores y por el contrario los almidones fermentados por 28, 35 y 42 días formaron pastas más opacas. Un comportamiento opuesto observaron Aplevickz y Demiate (2007) para claridad de la pasta de almidón de yuca sin fermentar (polvillo dulce) y fermentado (polvillo ácido) con valores máximo de % T de 81,70 % y 66,80 % respectivamente que indican que el almidón

fermentado formó pastas más opacas que el almidón nativo. Los valores de % T de los almidones evaluado en este estudio se encuentran por debajo de estos valores.

Comparando los resultados obtenidos en esta investigación con los de otras fuentes botánicas se tiene que para el almidón nativo de yuca se obtuvo un % T mayor al reportado por Deepika *et al.* (2013) para almidón de *Dioscorea sp.* cuyo valor fue de 47,2 % y por Cáceres *et al.* (2021) para almidón de achira (*Canna edulis*) variedad verde, cuyo valor fue 43,09 %. Por otro lado se tiene que todos los almidones evaluados en este estudio presentan pastas más claras que las de los almidones de castaña de india (*Aesculus indica*) (0,832 %) y castaña de agua (*Trapa natans*) (1,5 - 2,8 %) obtenidas por Rafiq *et al.* (2015) y Gani *et al.* (2010) respectivamente y que la del almidón de ñame (*Dioscorea alata* L.) reportada por Oliveira *et al.* (2021a) cuyo % T fue de 3,27 %.

Los almidones fermentados por 28, 35 y 42 días formaron pastas más opacas que las formadas por el almidón de cuatro variedades de achira (*Canna edullis*), estudiadas por Piyachomkwan *et al.* (2002) y que presentaron %T comprendidos entre 43,15-5,30 %. También formaron pastas más opacas que las reportadas por Cáceres *et al.* (2021) para tres variedades achira (*Canna edulis*) nativa (58,89 %), negra (58,22 %) y morada (58,53 %), sin embargo el almidón de yuca nativo formó una pasta más clara que la de los almidones de arroz extraídos de cultivares de diferentes regiones de China reportado por Wang *et al.* (2010) cuyos valores de %T están comprendidos entre 11,6 % y 23,4 %.

La tendencia decreciente observada en los % T de los almidones de yuca considerados en este estudio con respecto al tiempo de fermentación es similar a la tendencia reportada por Oyeyinka *et al.* (2019) para almidón

extraído de yuca fermentada que también mostró un descenso en los % T con formación de pastas más opacas a medida que el tiempo de fermentación se incrementaba (Figura 2 de anexo). Los bajos valores de % T obtenidos en este estudio para los almidones fermentados pueden estar influenciados por diversos factores, de acuerdo con Gani *et al.* (2010), Wang *et al.* (2010), Rafiq *et al.* (2015), Castanha *et al.* (2018) y Deepika *et al.* (2013) quienes señalan que la claridad de la pasta de una suspensión depende de la variación en la penetración del agua, de la absorción de los gránulos de almidón, poder hinchamiento, contenido de amilosa, concentración de la pasta, pH, estructura del gránulo y otras propiedades del mismo.

Nwokocha y Williams (2011) señalan que la claridad de la pasta es una propiedad importante del almidón cuando se considera su uso como espesante en productos alimenticios como pasteles, salsas y sopas. Una pasta de alta claridad implica un buen aspecto estético, mientras que las pastas de almidón de baja claridad darán a los alimentos espesados con almidón un color apagado. En este sentido, se puede decir que el almidón de yuca nativo evaluado en esta investigación sería ideal para su uso como agente espesante en salsas, sopas y tartas porque tiene una alta claridad de pasta (53,90 %), mientras que los almidones fermentados por 28, 35 y 42 días podrían utilizarse en la elaboración de aderezos según lo indicado por Tavares (2005).

Determinación de la capacidad emulsificante (CE)

El Cuadro 4, muestra los resultados de capacidad emulsificante para almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos en los que se

observa que el almidón nativo de yuca tuvo la menor CE (4,8 %) mientras que el almidón fermentado por 35 días tuvo la CE más alta (13,9 %).

Cuadro 4. Capacidad emulsificante de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación (días)	Capacidad emulsificante (%)
Sin fermenta (nativo)r	4,8 ^a ± 0,2
28	12,2 ^b ± 0,2
35	13,9 ^c ± 0,6
42	5,3 ^a ± 0,8

Las letras minúsculas a, b y c, evalúan la interacción tiempo de fermentación sobre la variable dependiente capacidad emulsificante (%). Letras iguales en la misma columna significa que no hay diferencias significativas con un nivel de confianza del 95 %. ± es la desviación estándar.

El ANAVA mostrado en el Cuadro 3 del Apéndice arrojó que hay diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) para los resultados de CE, lo que significa que el tiempo de fermentación ejerció un efecto sobre la variable capacidad emulsificante. Por su parte la prueba de comparación de media (Cuadro 4 del Apéndice) evidenció que el almidón sin fermentar es diferente al almidón fermentado por 28 y 35 días, pero igual al fermentado durante 42 días. Los almidones fermentados por 28 y 35 días son diferentes al almidón sin fermentar y fermentado por 42 días y entre ellos mismos. El almidón fermentado por 42 días es diferente al almidón fermentado por 28 y 35 días, pero igual al almidón sin fermentar.

No se encontró un valor de referencia para capacidad emulsificante en almidón de yuca sin fermentar o fermentado en la normativa venezolana o internacional, sin embargo, se pudo evidenciar que los resultados de CE determinados en esta investigación para almidón de yuca sin fermentar y fermentado por 28, 35 y 42 días están por encima de 2,36 %, valor de CE reportado por Salcedo *et al.* (2017) para almidón de yuca nativo. También,

son superiores a los valores de CE reportados por Caro *et al.* (2018) y Torrenegras *et al.* (2015) para almidón nativo de ñame cuyos valores son 0,10 y 0,22 % respectivamente.

En los resultados obtenidos en esta investigación se observó un aumento en la CE durante los primeros 35 días de fermentación, posterior a este tiempo se evidenció un descenso en la CE. El aumento observado posiblemente se deba a la despolimerización que sufren los gránulos de almidón durante la fermentación, según lo señalado por Putri *et al.* (2011), mientras que el descenso a los 42 días de fermentación pudiera ser atribuido al colapso de la superficie de los gránulos de almidón ocasionada por el ambiente ácido y por las bacterias amilolíticas, sobre este particular Li *et al.* (2013) señalan que el tipo de superficie (lisa o rugosa) tiene un impacto en la capacidad emulsificante, comprobando que almidones con superficies rugosas se comportaron negativamente en la formación de la emulsión posiblemente porque se ve disminuido el contacto superficial, también señalan que la forma de los gránulos de almidón también influye en la capacidad emulsificante y estabilidad de la emulsión demostrando que los gránulos largos son más eficaces como emulsionantes que los menos alargados y concluyeron que la capacidad de formar emulsión de los gránulos de almidón nativo parecía estar inversamente relacionada con su tamaño. Marefati *et al.* (2017) y Li *et al.* (2019) reafirman que las propiedades de la emulsión están influenciadas por el tamaño de los gránulos del almidón.

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ESPECÍFICO, LA TASA DE EXPANSIÓN Y LA ACEPTABILIDAD DE GALLETAS ELABORADAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA NATIVO Y FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de volumen específico, tasa de expansión y aceptabilidad obtenidos en esta investigación.

Determinación del volumen específico (VE) de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos

En el Cuadro 5, se muestran los resultados de volumen específico para galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos, en el cual se observa que los valores de VE están comprendidos entre 2,28 cm³/g y 2,52 cm³/g.

El ANAVA mostrado en el Cuadro 3 del Apéndice arrojó que no hay diferencias estadísticas significativas para VE de las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos, lo que significa que el tiempo de fermentación no tiene efecto sobre la variable VE.

Cuadro 5. Volumen específico de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación (días)	Volumen específico (VE) (cm ³ /g)
Sin fermentar (nativo)	2,28 ^a ± 0,04
28	2,31 ^a ± 0,17
35	2,52 ^a ± 0,16
42	2,50 ^a ± 0,14

La letra minúscula a, evalúa la interacción tiempo de fermentación sobre la variable dependiente volumen específico. Letras iguales en la misma columna significan que no hay diferencias significativas con un nivel de confianza del 95 %. ± es la desviación estándar.

Estableciendo una comparación de los valores de VE de las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado obtenidos en este estudio con investigaciones como la de Oliveira *et al.* (2021_b) se tiene que están por debajo de los reportados por este autor para galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado y secado al sol con VE de 2,86 mL/g (2,86 cm³/g) y 4,23 mL/g (4,23 cm³/g) respectivamente, también son inferiores a 2,65 mL/g (cm³/g) valor de VE determinados por Guerra *et al* (2011) para almidón de yuca fermentado y secado al sol.

En los resultados del Cuadro 5 se observó un ligero aumento en el VE hasta los 35 días de fermentación, luego de este tiempo la tendencia fue hacia un leve descenso, que de acuerdo con los sugerido por Guerra *et al.* (2011) posiblemente esta disminución en el VE se deba a un aumento en la degradación del almidón (despolimerización o rompimiento de los enlaces glucosídicos) que afecta la capacidad de este para formar estructuras alveolares internas responsables de la expansión de la galleta. En relación al incremento en el VE Lara *et al.* (2011) señalan que se debe a una muy rápida evaporación del agua y formación de gas durante el horneado.

Determinación de la tasa de expansión (TE) de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos

Giuberti *et al.* (2017) citan que la tasa de expansión (TE) en galletas representa una relación entre el diámetro y su altura y señalan que galletas con mayor tasa de expansión son más deseables. En el Cuadro 6, se muestra la TE de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado por 28, 35 y 42 días, en el cual se evidencia que la mayor TE correspondió a las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca

fermentado por 35 días y el menor valor de TE fue para las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado por 42 días.

Cuadro 6. Tasa de expansión de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación (días)	Tasa de expansión (TE)
Sin fermentar (nativo)	4,14 ^a ± 0,11
28	4,18 ^a ± 0,10
35	5,67 ^b ± 0,09
42	3,94 ^c ± 0,02

Las letras minúsculas a, b y c evalúan la interacción tiempo de fermentación sobre la variable volumen específico. Letras iguales en la misma columna significa que no hay diferencias significativas con un nivel de confianza del 95 %. ± es la desviación estándar.

El ANAVA mostrado en el Cuadro 6 del Apéndice, arrojó que hay diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) para los resultados de TE, lo que significa que el tiempo de fermentación tuvo un efecto sobre la variable TE. La prueba de comparación de media mostró que la TE de las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca sin fermentar y fermentado por 28 días son iguales entre sí, pero diferentes al de las elaboradas a partir de almidón sin fermentar y al fermentado por 42 días, mientras que la TE de las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 35 y 42 días son diferentes entre sí, al mismo tiempo que son diferentes a la TE de galletas elaboradas a partir de almidón sin fermentar y fermentado por 28 días.

Comparando los resultados obtenidos en esta investigación con la TE determinada por Giuberti *et al.* (2017) para galletas libres de gluten elaboradas con harina de arroz y para galletas elaboradas con una mezcla de 50 % de harina de arroz y 50 % almidón de arroz nativo cuyo valor en ambos casos fue de 4,9, se evidencia que la TE de las galletas elaboradas a partir de almidón nativo y fermentado por 28 y 42 días están por debajo de este valor, sin embargo, la TE de las galletas elaboradas a partir de almidón

fermentado por 35 días está por encima de 4,9. La TE de las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 35 días evaluada en este estudio está por encima de la TE (5,12) de galletas elaboradas a partir de una mezcla de harinas de mijo: cola de zorro (*Setaria italic*), corral indio (*Echinochloa frumentacea*) y Koda (*Paspalum scrobiculatum*) preparadas con granos germinados y mezcladas en una proporción de 35:35:30 reportada por Sharma *et al.* (2016), mientras que las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado por 28 y 42 días son inferiores a este valor.

La alta tasa de expansión observada en el almidón fermentado por 35 días puede deberse a los compuestos con grupos carboxilos que se forman durante el proceso de fermentación de acuerdo con lo señalado por Bertolini (2001). Estos compuestos pudieran tener un efecto parecido al bicarbonato de sodio durante el horneado que forma el gas CO₂ que favorece la expansión de las galletas de acuerdo con lo señalado por Inglett *et al.* (2009). También, según lo citado Putri *et al.* (2011) esa alta tasa de expansión podría deberse a la despolimerización del almidón que causa una disminución en la viscosidad interna de la masa que reduce la fuerza de resistencia a la expansión cuando hay aumento de la presión por la evaporación del agua durante el horneado. Putri *et al.* (2011) señalan que si la degradación del almidón es muy intensa las paredes de las burbujas que se forman por la evaporación del agua se rompen incluso a bajas temperaturas lo que ocasiona que no haya expansión y esta quizás sea la razón por la que las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 42 días tuvieron la tasa de expansión más baja.

Determinación la aceptabilidad de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos

El Cuadro 7, muestra los resultados de aceptabilidad en los atributos sensoriales apariencia general, color, olor, sabor textura y apariencia global de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado en diferentes tiempos, en el cual se observa que las elaboradas a partir de almidón de yuca sin fermentar y fermentado durante 35 días tuvieron una tendencia hacia me gusta moderadamente para los atributos sensoriales apariencia general, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad global, a su vez que las elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado durante 28 días tuvieron esta misma tendencia solo para los atributos color y olor, mientras que las elaboradas a partir de almidón fermentado durante 42 días también se orientaron hacia me gusta moderadamente para todos los atributos evaluados con excepción de la apariencia general el cual tuvo una tendencia hacia me gusta mucho. Finalmente las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado durante 28 días presentaron una tendencia hacia me gusta mucho para los atributos apariencia general, sabor, textura y aceptabilidad global.

Cuadro 7. Atributos sensoriales apariencia general, color, olor y sabor de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado.

Tiempo de fermentación (día)	Sin fermentar (nativo)	28	35	42
Apariencia general	7,24 ^{ab} ± 1,52	7,68 ^a ± 1,44	7,10 ^b ± 1,82	7,72 ^a ± 1,21
Color	7,01 ^a ± 1,46	7,39 ^a ± 1,14	7,20 ^a ± 1,39	7,04 ^a ± 1,20
Olor	6,98 ^a ± 1,30	7,37 ^a ± 1,37	7,04 ^a ± 1,49	7,18 ^a ± 1,43
Sabor	6,89 ^a ± 1,37	7,76 ^b ± 0,96	7,42 ^{bc} ± 1,30	7,20 ^{bc} ± 1,45
Textura	7,04 ^a ± 1,25	7,52 ^a ± 1,34	7,21 ^a ± 1,44	7,32 ^a ± 1,60
Aceptabilidad global	7,11 ^a ± 1,05	7,72 ^b ± 1,22	7,40 ^{bc} ± 1,13	7,45 ^{ac} ± 1,20

Las letras minúsculas a, b y c evalúan las interacciones tiempo de fermentación sobre las variables apariencia general, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad global en galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado. Letras iguales en la misma fila significa que no hay diferencias estadísticas significativas con un nivel de confianza del 95 % ± es la desviación estándar.

La mayor aceptabilidad fue para las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado por 28 días en los atributos sensoriales color (7,39), olor (7,37), sabor (7,76), textura (7,52), aceptabilidad global (7,72) mientras las elaboradas a partir de almidón fermentado por 42 días tuvo la mayor aceptabilidad en el atributo sensorial apariencia general (7,72). De acuerdo con las puntuaciones de los panelistas las galletas con menor aceptabilidad en los atributos sensoriales color (7,01), olor (6,98), sabor (6,98), textura (7,04) y aceptabilidad global (7,11) fueron las elaboradas a partir de almidón de yuca sin fermentar, mientras que las elaboradas a partir de almidón fermentado por 35 días tuvieron la menor aceptabilidad en el atributo sensorial apariencia general (7,10).

El ANAVA (Cuadro 8 del Apéndice) arrojó que hay diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) para el atributo sensorial apariencia general, lo que implica que el tiempo de fermentación tiene efecto sobre la apariencia general de las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado. Por su parte la prueba de comparación de media evidenció (Cuadro 9 del Apéndice) que las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado durante 28 y 42 días son iguales entre sí y a las elaboradas a partir de almidón sin fermentar, pero a su vez ambas son diferentes a las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 35 días, que al mismo tiempo son iguales a las galletas elaboradas a partir de almidón nativo.

Para el atributo sensorial color, el ANAVA (Cuadro 10 del Apéndice) arrojó que no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), lo que quiere decir que el tiempo de fermentación no tiene efecto sobre la variable color. Por otro lado para el atributo sensorial olor, el ANAVA (Cuadro 11 del Apéndice) arrojó que no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$),

lo que implica que el tiempo de fermentación no tuvo efecto sobre la variable olor.

En relación al atributo sensorial sabor el ANAVA (Cuadro 12 del Apéndice) arrojó que hay diferencias estadísticas altamente significativas ($p \leq 0,01$), lo que implica que el tiempo de fermentación tiene efecto sobre la variable sabor. Por su parte la prueba de comparación de media (Cuadro 13 del Apéndice) mostró que son diferentes entre sí las galletas elaboradas a partir de almidón sin fermentar y fermentado por 28 días y las elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado por 28 y 42 días, también evidenció que las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado por 42 días son iguales a las elaboradas a partir de almidón sin fermentar y fermentado por 35 días.

En cuanto al atributo sensorial textura, el ANAVA (Cuadro 14 del Apéndice) mostró que no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en los resultados, lo que quiere decir que el tiempo de fermentación no tiene efecto sobre la variable textura. Para el parámetro aceptabilidad global, el ANAVA (Cuadro 15 del Apéndice) arrojó que hay diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) en los resultados, lo que quiere decir que el tiempo de fermentación tiene efecto sobre la variable aceptabilidad global, mientras que la prueba de comparación de media (Cuadro 16 del Apéndice) evidenció que las galletas elaboradas a partir de almidón sin fermentar y fermentado por 28 días son diferentes entre sí, mientras que las elaboradas a partir de almidón fermentado por 28 y 35 días son iguales entre sí al mismo tiempo que las elaboradas a partir de almidón fermentado por 35 días son iguales a las elaboradas a partir de almidón fermentado por 42 días.

De acuerdo con la apreciación de los panelistas el almidón que le confirió la mejor apariencia general a las galletas fue el fermentado por 42 días con tendencia hacia me gusta mucho, sin embargo para las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 35 días se observó una disminución en la puntuación de los panelistas para este atributo, esto posiblemente se deba a que durante la cocción, las galletas perdieron su forma y a partir de esa observación se puede inferir que hay una interacción deficiente entre la materia grasa (mantequilla), la matriz de almidón y la humedad aportada por el azúcar. También se observó una tendencia hacia me gusta mucho para los atributos sensoriales sabor, textura y aceptabilidad global en las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 28 días, apreciándose una disminución en la puntuación de los panelista para las galletas elaboradas con almidón sin fermentar cuya tendencia para los atributos mencionados fue hacia me gusta moderadamente, esto significa que la fermentación mejoró el sabor, textura y aceptabilidad global de las galletas. Una tendencia similar reportaron Sharma *et al.* (2016) para los atributos sensoriales apariencia general, sabor, textura y aceptabilidad global en galletas elaboradas con una mezcla de harinas de mijo: cola de zorro (*Setaria italic*), corral indio (*Echinochloa frumentacea*) y Koda (*Paspalum scrobiculatum*) en una proporción de 70:20:10.

Por otro lado la puntuación de los panelistas le confirió el mejor color y olor a las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 28 días con una tendencia hacia me gusta moderadamente, mientras que las galletas elaboradas con almidón sin fermentar obtuvieron la menor puntuación por parte de los panelistas para estos atributos con una tendencia hacia me gusta moderadamente por lo que puede decirse que el tiempo de fermentación mejoró estos atributos en las galletas. Un factor que pudiera estar influyendo en la percepción de los panelistas en relación a las galletas

elaboradas a partir de almidón sin fermentar es que muchos gránulos de almidón nativo no gelatinizan durante el horneado, conservando su morfología y estructura cristalina, así lo demostraron Zhang *et al.* (2021) en su trabajo sobre los cambios inducidos en el almidón durante el horneado de galletas dulces y Adedara y Taylor (2020) en su investigación sobre el rol de las proteínas, el almidón y el azúcar en la textura de galletas elaboradas con harina de sorgo. Considerando este comportamiento se puede inferir que el almidón no gelatinizado durante el horneado sea el responsable de la tonalidad blanquecina de las galletas y esto probablemente sea lo que cause cierto rechazo por parte de los panelista en el atributo color.

Las galletas formuladas a partir de almidón fermentado por 28 días alcanzaron la puntuación más alta por parte de los panelista para los atributos sabor (7,76), textura (7,52) y aceptabilidad global (7,72) con tendencia hacia me gusta mucho, por el contrario las galletas elaboradas a partir de almidón sin fermentar obtuvieron la menor puntuación por parte de de los panelista para estos mismos atributos cuyos valores son 6,89 para sabor, 7,04 para textura y 7,11 para aceptabilidad global todos los valores con tendencia hacia me gusta moderadamente. Resultados similares obtuvieron Olawoye y Gbadamosi (2020) reportando la puntuación más alta para la aceptabilidad global (6,63) en galletas elaboradas a partir de harina de cambur cardaba y la puntuación más baja en aceptabilidad global (5,25) para muestras de galletas formuladas a partir de mezclas de almidón nativo-harina de cambur cardaba en proporciones de 40: 60 % y 60:40 %.

CONCLUSIONES

- Se observaron diferencias altamente significativas en los resultados de la claridad de la pasta y capacidad emulsificante (CE) del almidón de yuca nativo y fermentado en diferentes tiempos (28,35 y 42 días), evidenciándose que los valores más altos para claridad de la pasta y CE correspondieron al almidón sin fermentar (nativo) y fermentado por 35 días, equivalentes a 53,90 % y 16,07 % respectivamente y por el contrario la menor claridad de pasta (16,07 %) fue para almidón fermentado y la menor CE (4,8) para el almidón sin fermentar.
- El almidón de yuca fermentado en cualquiera de los tiempos evaluados (28, 35 y 42 días) tendría mejor comportamiento como estabilizador de emulsión que el almidón sin fermentar (nativo), sin embargo el almidón nativo es el que tiene mayor potencial para ser usado como agente espesante en salsas, tartas y sopas, por presentar pastas mucho más claras que los almidones fermentados.
- No se observaron diferencias estadísticamente significativas para el volumen específico (VE), sin embargo si hubo diferencias estadísticas significativas para la tasa de expansión (TE) de las galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos con la mayor TE para la galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 35 días (5,67) y el menor valor de TE (3,94) para las galletas elaboradas a partir de almidón fermentado por 42 días.
- Las galletas con mayor aceptabilidad fueron las elaboradas a partir de almidón de yuca fermentado por 28 días con las puntuaciones más altas por parte de los panelistas en los atributos sensoriales color (7,39), olor (7,37), sabor (7,76), textura (7,52), aceptabilidad global (7,72). Las segundas más aceptada fueron las elaboradas a partir de

almidón fermentado por 42 días con la puntuación más alta para el atributo apariencia general y las segundas puntuaciones más altas para los atributos olor (7,18), textura (7,32) y aceptabilidad global (7,45).

- Las galletas menos aceptada fueron las elaboradas a partir de almidón de yuca sin fermentar (nativo) con las puntuaciones más bajas por parte de los panelistas en los atributos sensoriales color (7,10), olor (6,98), sabor (6,98), textura (7,04) y aceptabilidad global (7,11).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEDARA O, TAYLOR. 2020. Roles of protein, starch and sugar in the texture of sorghum biscuits. *LWT- Food Science and Technology*: 1-29.
- AI Y, JANE J. 2016. Starch: Structure, Property, and Determination, *Encyclopedia of Food and Health, Reference Module in Food Science*. 165-174.
- ALVARADO P, GROSMIRE L, DUFOUR D, TORO A, SÁNCHEZ T, CALLE, F, TRAN T. 2013. Combined effect of fermentation, sun-drying and genotype on breadmaking ability of sour cassava starch. *Carbohydrate Polymers*. 98(1): 1137–1146.
- AMALIA A, FIBRIANA F, WIDIATNINGRUM T, HARDIANTI R. 2021. Bioconversion and valorization of cassava-based industrial wastes to bioethanol gel and its potential application as a clean cooking fuel. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 35: 1-8.
- APLEVICZ K, DEMIATE I. 2007. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*. 27(3): 478-484.
- BEMILLER J. 2018. Physical Modification of Starch. *Starch in Food*. 223–253.
- BEMILLER J. 2019. Starches: Conversions, modifications, and uses. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*. 191-221.
- BERGTHALLER W, HOLLMANN J. 2014. Starch. Reference Module in *Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*. 1-29.
- BERTO F. 2004. Analysing starch structure in starch in food. Structure, function and application. CRC press, New York, EEUU, pp. 57-60. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=6IO3eV7KfDIC&oi=fnd&>

pg=PA57&ots=ldvr1EaEj6&sig=I9s2oEfRr2EDUETVnwqvHHA9vFc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false(acceso29.09.2022).

BERTOLINI A, MESTRES C, RAFFI J, BULEON A, LERNER D COLONA P. 2001. Photodegradation of cassava and corn starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 675-682.

BREUNINGER W, PIYACHOMKWAN K, SRIROTH K. 2009. Tapioca/Cassava Starch: production and use in *Starch (Third Edition)*, *Food Science and Technology*. 541-568.

BRIMER L. 2015. Cassava Production and Processing and Impact on Biological Compounds. *Processing and Impact on Active Components in Food*. 81–87.

CASTANHA N, VILLAR J, DIVINO M, PRUDENTE C, DUARTE P, AUGUSTO. 2018. Structure and properties of starches from Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. *International Journal of Biological Macromolecules*. 117: 1029-1038.

CÁCERES N, SUAREZ H, DE FRANCISCO A, VÁSQUEZ M, DIAZ C. 2021. Physicochemical, thermal, microstructural and paste properties comparison of four achira (*Canna edulis* sp.) starch ecotypes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 25: 100380-100389.

CARRILLO A. 2007. Evaluación del uso de antimicrobianos sobre la estabilidad de pan parcialmente horneado almacenado en refrigeración. Universidad de las Américas Puebla. San Andrés Cholula, Puebla, México. [Disertación Grado Ingeniero en Alimento], pp.77.

CIANI M, COMITINI F, MANNAZZU I. 2013. Fermentation. Reference Module in *Earth Systems and Environmental Sciences*. 1-12.

CHALAPATHI V, YUVARAJ TV, JAGANATHAN A. 2010. Formulation of paracetamol tablets using a novel binder isolated from *Manihot esculenta* L. and its evaluation. *Int J ChemTech Res*. 2(1):406–411

- CHEN J, CHEN L, XIE F, LI X. 2019. Starch. Drug Delivery Applications of Starch Biopolymer Derivatives. 29:40.
- CLIFTON P, KEOGH J. 2016. Starch. Encyclopedia of Food and Health, 146–151.
- COPELAND L, BLAZEK J, SALMAN H, TANG M. 2009. Form and functionality of starch. Food Hydrocolloids. 23(6): 1527–1534.
- CRAIG S, MANINGAT C, SEIB P, HOSENEY R. 1989. Starch paste clarity. Cereal chem. 66(3):173-182.
- DE SOUZA FERNANDES D, DOS SANTOS T, FERNANDES A, LEONEL M. 2019. Harvest time optimization leads to the production of native cassava starches with different properties. International Journal of Biological Macromolecules. 132: 710-721.
- DEEPIKA V, JAYARAM K, ANIMA P. 2013. Isolation and physicochemical characterization of sustained releasing starches from *Dioscorea* of Jharkhand. International Journal of Biological Macromolecules. 55: 193–200.
- DÍAZ A, DINI C, VIÑA S, GARCÍA M. 2018. Technological properties of sour cassava starches: Effect of fermentation and drying processes. LWT - Food Science and Technology. 1-34
- EME (eme de mujer). 2016. Sencillas galletas de almidón. Disponible en línea: <https://us.emedemujer.com/cocina/recetas/sencillas-galletas-de-almidon-de-yuca/> (Acceso19.02.2023).
- FAERGEMAND M, KROG N. 2003. Using emulsifiers to improve food texture. Texture in Food. 216–250.
- GANI A, ASHWAR B. 2021. Food biopolymers: Structural, functional and nutraceutical properties. Editorial springer, Srinagar India pp, 435.

- GANI A, HAQ S, MASOODI F, BROADWAY A, GANI A. 2010. Physico-chemical, Morphological and Pasting Properties of Starches Extracted from Water Chestnuts (*Trapa natans*) from Three Lakes of Kashmir, India. *Brazilian Archives Of Biology And Technology*. 53(3): 731-740.
- GARCIA M, FRANCO C, JÚNIOR M, CALIARI M. 2015. Structural characteristics and gelatinization properties of sour cassava starch. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 123(2):919–926.
- GIUBERTI G, MARTI A, FORTUNATI P, GALLO A. 2017. Gluten free rice cookies with resistant starch ingredients from modified waxy rice starches: Nutritional aspects and textural characteristics. *Journal of Cereal Science*. 76: 157–164.
- GRANITO M, GUINAND J, PÉREZ D, PÉREZ S. 2009. Valor nutricional y propiedades funcionales de *Phaseolus vulgaris* procesada: un ingrediente potencial para alimentos. *Interciencia*. 34(2): 64-70.
- GUERRA A, DA ROSA E, CARDOSO M, HELBIG E, DÉBORA OLIVEIRA D, CIACCO C. 2011. Pasting, expansion and textural properties of fermented cassava starch oxidised with sodium hypochlorite. *Carbohydrate Polymers*. 84: 268–275
- GUNARATNE A. 2018. Heat-Moisture Treatment of Starch. *Physical Modifications of Starch*. 15–36.
- GUNARATNE A, CORKE H. 2016. Starch, analysis of quality. Reference module in Food science. 1-10.
- HORNUNG P, DE OLIVEIRA C, LAZZAROTTO M, DA SILVEIRA S, SCHNITZLER E. 2015. Investigation of the photo-oxidation of cassava starch granules. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 123 (3): 2129–2137.
- INGLETT G, XU J, STEVENSON D, CHEN D. 2009. Rheological and pasting properties of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) flours with and without jet cooking. *Cereal Chemistry*, 86(1): 1–6.

- JACKSON D. 2003. Starch: functional Properties. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. 5572–5575.
- JANE J, AO Z, DUVICK S, WIKLUND M, YOO S, WONG K, GARDNER C. 2003. Structures of Amylopectin and Starch Granules: How Are They Synthesized? Journal of Applied Glycoscience. 50(2): 167–172.
- KARIMI K, CHISTI Y. 2017. Bioethanol Production and Technologies. Encyclopedia of Sustainable Technologies. 273–284.
- KENNEDY G, RANERI J, STOIAN D, ATTWOOD S, BURGOS G, CEBALLOS H, TALSMA E. 2018. Roots, Tubers and Bananas Contributions to Food Security Article. Reference Module in Food Science. 3: 231.256.
- LARA E, CORTÉS P, BRIONES V, PEREZ M. 2011. Structural and physical modifications of corn biscuits during baking process. LWT - Food Science and Technology. 44(3): 622–630.
- LE L, VAN C, ZHU X, WESSELER J. 2013. Energy and greenhouse gas balances of cassava-based ethanol. Biomass and Bioenergy. 51: 125–135.
- LI C, LI Y, SUN P, YANG C. 2013. Pickering emulsions stabilized by native starch granules. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 431: 142-149.
- LI C, LI Y, SUN P, YANG C. 2013. Pickering emulsions stabilized by native starch granules. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 431: 142–149.
- LI S, LI C, YANG Y, HE X, ZHANG B, FU X, PING C, HUANG Q. 2019. Starch granules as Pickering emulsifiers: Role of octenylsuccinylation and particle size. Food Chemistry. 1-32.
- LIM T. 2016. *Manihot esculenta*. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. 10: 308–353.

- LIU Q, LIU J, ZHANG P, HE S. 2014. Root and Tuber Crops. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. 46–61.
- LOURDIN D, PUTAUX J, POTOCKI G, CHEVIGNY C, ROLLAND A, BULÉON A. 2015. Crystalline Structure in Starch. Starch: 61–90.
- MANTHEY F. 2016. Starch: Sources and Processing. Encyclopedia of Food and Health. 160–164.
- MAREFATI A, WIEGE B, HAASE N, MATOS M, RAYNER M. 2017. Pickering emulsifiers based on hydrophobically modified small granular starches – Part I: Manufacturing and physico-chemical characterization. Carbohydrate Polymers. 175: 473–483.
- MARX S. 2019. Cassava as Feedstock for Ethanol Production: A Global Perspective. Bioethanol Production from Food Crops. 101–113.
- MATTA M, CASTANHA N, BORALLI C, ESTEVES P, BRUDER S. 2019. Ozone technology as an alternative to fermentative processes to improve the oven-expansion properties of cassava starch Food Research International 123: 56–63.
- NGUYEN T, NGUYEN T, DU T, LE V. 2000 The use of cassava leaf silage for feeding growing pigs and sows in Central Vietnam. In: Howeler RH, Tan SL (eds) Cassava's potential in Asia in the 21st century: present situation and future research and development needs. Proceedings of the Sixth Regional Workshop held in Ho Chi Minh City, Vietnam. pp 517–526.
- NOUT M. 2014. Food Technologies: Fermentation. Encyclopedia of Food Safety. 168–177.
- NWOKOCHA L, AVIARA N, SENAN C, WILLIAMS P. 2009. A comparative study of some properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) and cocoyam (*Colocasia esculenta*, Linn) starches. Carbohydrate Polymers. 76(3): 362-367.

- NWOKOCHA L, WILLIAMS P. 2011. Comparative study of physicochemical properties of breadfruit (*Artocarpus altilis*) and white yam starches. *Carbohydrate Polymers*. 85(2): 294–302.
- OLIVEIRA A, RIBEIRO A, GONDIM I, DOS SANTOS E, OLIVEIRA E, COUTINHO G, SOARES M, CALIARI M. 2021_a. Isolation and characterization of yam (*Dioscorea alata* L.) starch from Brazil. *Food Science and Technology*. 149: 1-9.
- OLIVEIRA D, DEMOGALSKI, L, DIAS A, PEREIRA L, ALBERTI A, LOS P, DEMIATE I. 2021_b. Traditional sour cassava starch obtained with alterations in the solar drying stage. *Food Sci. Technol, Campinas*. 41(1): 319-327.
- ONITILLO M, SANNI L, OYEWOLE O, MAZIYA B. 2007. Physicochemical and Functional Properties of Sour Starches from Different Cassava Varieties. *International Journal of Food Properties*. 10(3): 607–620.
- OYEYINKA S, ADELOYEA, OLAOMO O, KAYITESI E. 2019. Effect of fermentation time on physicochemical properties of starch extracted from cassava root. *Food Bioscience*. 1-34.
- PAIXÃO G, CORREIA J, RIBEIRO A, COSTA M, SOARES M, CALIARI M. 2020. Pasting and thermal properties of fermented cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *J Food Sci Technol*. 1-8.
- PÉREZ S, BERTOFT E. 2010. The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review. *Starch – Stärke*. 62(8): 389–420.
- PIYACHOMKWAN K, CHOTINEERANAT S, KIJKHUNASATIAN C, TONWITOWAT R, PRAMMANEE S, OATES C, SRIROTH K. 2002. Edible canna (*Canna edulis*) as a complementary starch source to cassava for the starch industry. *Industrial Crops and Products*, 16(1): 11–21.

- PUTRI W, HARYADI D, MARSENO, CAHYANTO M. 2011. Effect of biodegradation by Lactic Acid Bacteria on physical properties of cassava starch. *International Food Research Journal* 18(3): 1149-1154.
- QI Q, HONG Y, ZHANG Y, GU Z, CHENG L, LI Z, LI C. 2019. Combinatorial effect of fermentation and drying on the relationship between the structure and expansion properties of tapioca starch and potato starch. *International Journal of Biological Macromolecules*. 1-49.
- RAFIQ S, JAN S, SINGH S, SAXENA D. 2015. Extraction of Starch from Differently Treated Horse Chestnut Slices. *International Conference on Advancements in Engineering and Technology (ICAET)*. 0975 – 8887.
- RODRÍGUEZ P. 2015. Elaboración de galletas sin gluten con mezclas de harinas de harina de arroz-almidón-proteína. Valladolid, España. [Disertación Máster en Calidad, desarrollo e innovación de alimentos], universidad de Valladolid, España, pp. 30.
- SAARI H, RAYNER M, WAHLGREN M. 2018. Effects of starch granules differing in size and morphology from different botanical sources and their mixtures on the characteristics of Pickering emulsions. *Food Hydrocolloids*. 1-43.
- SHARMA S, SAXENA D, RIAR C. 2016. Nutritional, sensory and in-vitro antioxidant characteristics of gluten free cookies prepared from flour blends of minor millets. *Journal of Cereal Science*. 72, 153–161.
- SALCEDO J, FIGUEROA J, HERNÁNDEZ, E. 2017. Agroindustria de productos amiláceos II: Métodos y técnicas de caracterización. Editorial; Universidad de Sucre, Colombia pp. 102.
- SHIGAKI T. 2016. Cassava: The Nature and Uses. *Encyclopedia of Food and Health*. 687–693.
- SULLO A, NORTON I. 2016. *Food Colloids and Emulsions. Encyclopedia of Food and Health*. 7–15.

- TAYLOR J. 2016. Fermentation Foods and Nonalcoholic Beverages. Reference Module in Food Science.
- TAVARES A (2005). Carbohidratos en alimentos regionales Iberoamericano. Eduspe, pp. 213 Disponible en https://books.google.co.ve/books?id=JfGTwqKTdRMC&dq=%C2%BFQu%C3%A9+es+claridad+de+la+pasta+en+almidones+%3F&hl=es&source=gbs_navlinks_s(Acceso 25.10.2022).
- TEREFE N. 2016. Food Fermentation. Reference Module in Food Science. 1-3.
- VAMADEVAN V, BERTOFT E. 2014. Structure-function relationships of starch components. *Starch – Stärke*. 67(1-2): 55–68.
- VAMADEVAN V, LIU Q. 2016. Starch: Starch Architecture and Structure. *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)* 2: 190-197.
- WANG L, XIE B, SHI J, XUE S, DENG Q, WEI Y, TIAN B. 2010. Physicochemical properties and structure of starches from Chinese rice cultivars. *Food Hydrocolloids*. 24(2-3): 208–216.
- WHEATLEY C, CHUZEL G, ZAKHIA N. 2003a. Cassava. Uses as a Raw Material. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. 969–974.
- WHEATLEY C, CHUZEL G, ZAKHIA N. 2003b. CASSAVA The Nature of the Tuber. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. 964–969.
- WOOD B. 2016. Fermentation, Origins and Applications. Reference Module in Food Science. 1-6.
- YAMASHITA Y, MIYAHARA R, SAKAMOTO K. 2017. Emulsion and Emulsification Technology. *Cosmetic Science and Technology*. 489–506.

ZHANG Z, FAN X, MA H, LI C, LI E, GILBERT R. 2021. Characterization of the baking-induced changes in starch molecular and crystalline structures in sugar-snap cookies. *Carbohydrate Polymers*. 256: 1-8.

ZHU F, XIE Q. 2018. Structure and Physicochemical Properties of Starch. *Physical Modifications of Starch*. 1–14.

APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza para claridad de pasta almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	3	2886,65	962,16	390,66	0,0000**
Rep	2	5,04	2,521	1,02	0,0001
Error	6	14,78	2,463		
Total	11	2906,47			

CV = 5,78

**Altamente significativo ($p \leq 0,01$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 2. Comparación de medias MDS entre las interacciones de claridad de la pasta de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación	Media	Ámbito
Sin fermentar (nativo)	53,90	a
28	19,83	b
35	18,77	bc
42	16,07	c

Cuadro 3. Análisis de varianza para capacidad emulsificante de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	3	191,342	63,7808	189,45	0,0000**
Rep	2	0,180	0,0900	0,27	0,0000
Error	6	2,020	0,3367		
Total	11	193,542			

CV = 6,36

**Altamente significativo ($p \leq 0,01$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 4. Comparación de medias MDS entre las interacciones de la capacidad emulsificante de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación	Media	Ámbito
Sin fermentar (nativo)	4,8	a
28	12,2	b
35	13,9	c
42	5,3	a

Cuadro 5. Análisis de varianza para volumen específico de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	de	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	de	3	0,13830	0,04610	2,82	0,1296 ^{ns}
Rep		2	0,06045	0,03022	1,85	0,0967
Error		6	0,09815	0,01636		
Total		11	0,29690			

CV =5,32

ns= no significativo($p>0,05$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 6. Análisis de varianza para tasa de expansión de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	de	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	de	3	5,74069	1,91356	217,11	0,000 ^{**}
Rep		2	0,00585	0,00293	0,33	0,000
Error		6	0,05288	0,00881		
Total		11	5,79942			

CV =2,09

^{**}Altamente significativo ($p\leq 0,01$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 7. Comparación de medias MDS entre las interacciones de la tasa de expansión de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación	Media	Ámbito
Sin fermentar	4,14	a
28	4,18	a
35	5,67	b
42	3,94	c

Cuadro 8. Análisis de varianza para apariencia general de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	3	20,574	6,85798	2,90	0,0359*
Panelista	70	146,979	2,09970	0,89	0,0176
Error	210	496,176	2,36274		
Total	283	663,729			

CV = 20,68

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 9. Comparación de medias MDS entre las interacciones de la Apariencia general galletas elaboradas a partir de almidón de yuca, nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación	Media	Ámbito
Sin fermentar (nativo)	7,24	ab
28	7,68	a
35	7,10	b
42	7,72	a

Cuadro 10. Análisis de varianza para color de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	3	6,493	2,16432	1,27	0,2870 ^{ns}
Panelista	70	117,049	1,67213	0,98	0,1630
Error	210	359,007	1,70956		
Total	283	482,549			

CV = 18,60

ns= no significativo ($p>0,05$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 11. Análisis de varianza para olor de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	3	6,123	2,04108	1,00	0,3922 ^{ns}
Panelista	70	119,831	1,71187	0,84	0,2916
Error	210	427,127	2,03394		
Total	283	553,081			

CV = 19,96

ns= no significativo ($p > 0,05$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 12. Análisis de varianza para sabor de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	3	28,887	9,62911	5,93	0,0007 ^{**}
Panelista	70	121,479	1,73541	1,07	0,0002
Error	210	341,113	1,62435		
Total	283	491,479			

CV = 17,42

^{**}= Altamente significativo ($p \leq 0,01$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 13. Comparación de medias MDS entre las interacciones de sabor para galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación	Media	Ámbito
Sin fermentar (nativo)	6,89	a
28	7,76	b
35	7,42	bc
42	7,20	a c

Cuadro 14. Análisis de varianza para la textura de galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	3	8,606	2,86854	1,47	0,2248 ^{ns}
Panelista	70	149,077	2,12968	1,09	0,1967
Error	210	410,894	1,95664		
Total	283	568,577			

CV = 19,23

ns= no significativo ($p>0,05$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 15. Análisis de varianza para aceptabilidad global para galletas elaboradas a partir de almidón de yuca nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Fuente de variación	g.l	SC	CM	F	P
Tiempo de fermentación	3	13,099	4,36620	3,22	0,0236*
Panelista	70	87,796	1,25423	0,93	0,0167
Error	210	284,401	1,35429		
Total	283	385,296			

CV = 15,68

* Significativo ($p \leq 0,05$), g.l.= grados de libertad. SC= Suma de cuadrado, CM= Cuadrado medio, F= Valor calculado. P=Probabilidad.

Cuadro 16. Comparación de medias MDS entre las interacciones de aceptabilidad global para galletas elaboradas a partir de almidón de yuca, nativo y fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo de fermentación	Media	Ámbito
Sin fermentar	7,11	a
28	7,72	b
35	7,40	bc
42	7,45	a c

ANEXOS

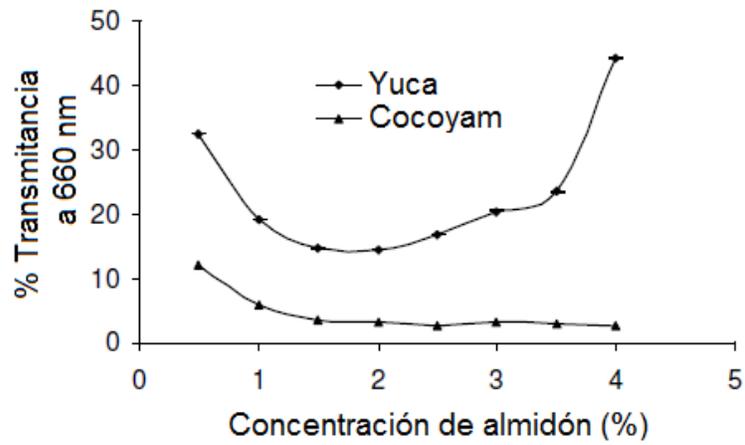


Figura 1. Claridad de la pasta de almidón de yuca y cocoyam.
Fuente: Nwokocho *et al.* 2008

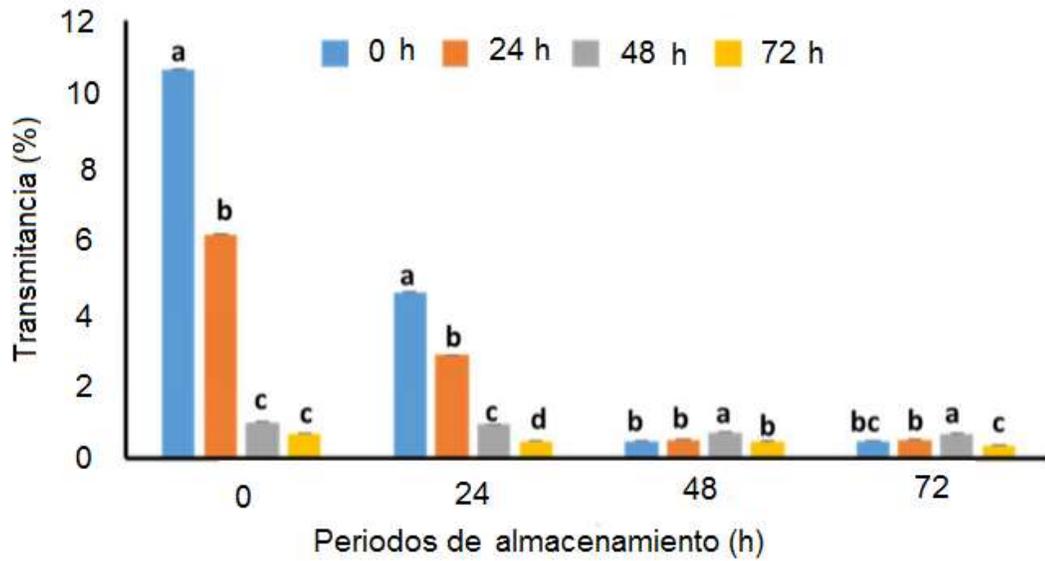


Figura 2. Claridad de pasta de almidón extraído a partir de raíces de yuca fermentada.
Fuente: Oyeyinka *et al.* 2019

HOJAS METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

Título	Efecto del tiempo de fermentación en la claridad de la pasta y capacidad emulsificante del almidón de yuca dulce (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) y su aplicación en la elaboración de galletas
---------------	---

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Marchán Figueroa, Marglorys María	CVLAC	C.I: 16.696.718
	e-mail	mmarchan.udomonagas@gmail.com
	CVLAC	C.I:
	e-mail	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

Palabras o frases claves:

almidón
fermentación
propiedades funcionales
galletas
agregado

El representante de la subcomisión de tesis solicitará a los miembros del jurado la lista de las palabras claves. Deben indicarse por lo menos cuatro (4) palabras clave.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Cursos Básicos	Ciencias

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos un subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

Resumen (Abstract):

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un cultivo que tiene alto rendimiento por hectárea, cuya raíz se puede consumir hervida, fermentada o en forma de casabe, también se puede destinar al sector industrial para la extracción de almidón, el cual es un polisacárido ampliamente utilizado en la industria, que en su forma nativa tiene limitaciones para su uso en procesos que requieren de altas temperaturas, bajo pH y estrés mecánico, por lo que es necesario modificarlo para conferirle mejores propiedades funcionales. Entre los métodos para modificar el almidón se encuentra la fermentación, proceso espontáneo llevado a cabo principalmente por bacterias ácido lácticas, que le confiere propiedades de expansión y mejora otras propiedades funcionales, razón por la que el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del tiempo de fermentación en la claridad de la pasta y capacidad emulsificante del almidón de yuca dulce (*Manihot esculenta* Crantz) y su aplicación en la elaboración de galletas. La extracción del almidón se realizó vía húmeda, utilizando la metodología empleada por Alarcón y Dufour (2002). Se utilizó un diseño de bloques al azar con efecto único y tres repeticiones. Los resultados demostraron que el máximo valor para claridad de la pasta (53,90 %) fue para el almidón sin fermentar (53,90 %) mientras que el almidón fermentado por 35 días obtuvo la mayor capacidad emulsificante (CE) y tasa de expansión (TE) cuyos valores son 13,9 % y 5,67 respectivamente. El almidón sin fermentar obtuvo el menor valor de CE (4,8 %) y el fermentado por 42 días presentó la menor claridad de pasta (16,07 %) y TE (3,94). De acuerdo con los panelista las galletas con mayor aceptabilidad fueron las elaboradas a partir de almidón fermentado por 28 días y la menos aceptable fueron las elaboradas a partir de almidón sin fermentar. El ANAVA aplicado con un nivel de confianza del 95 % arrojó que hay diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) en los resultados de claridad de la pasta, CE y TE, y mostró que no hay diferencias estadísticas significativas para el volumen específico. Los resultados indican que el almidón de yuca fermentado por 35 días se puede utilizar como estabilizador de emulsiones, mientras que el almidón fermentado por 28 días tiene factibilidad de uso en la elaboración de galletas.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I.
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I.
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I.
	e-mail	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad).. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2023		

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

Lenguaje: spa Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para ingles en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
NMOAGR_MFMM2023

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____ (opcional)

Temporal: _____ (opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Profesor Agregado

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarum en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

Nivel Asociado con el trabajo: Trabajo de Ascenso

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

Área de Estudio:

Cursos Básicos (Ciencias)

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Si como producto de convenciones, otras instituciones además de la Universidad de Oriente, avalan el título o grado obtenido, el nombre de estas instituciones debe incluirse aquí.

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

RECIBIDO POR [Firma]
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Cordialmente,
[Firma]
JUAN A. BOLANOS CURIEL
Secretario

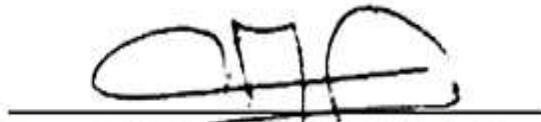
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manaja

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 6/6

De acuerdo al Artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado:

Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quién deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and a horizontal line, positioned above a solid horizontal line.

Prof. Lcda. Marglorys María Marchán Figueroa

Autora