

Obtención del ácido láctico a partir del almidón de mandioca (Manihot Esculenta), para uso como aditivo en la industria Alimentaria, en la ciudad

de Mauricio José Troche, Departamento de Guairá, año 2021

Obtaining lactic acid from cassava starch (Manihot Esculenta), for use as an additive in the food industry, in the city by Mauricio José Troche, Department of Guairá, year 2021

Oscar Rubén Brítez Vázquez
Lucio Ariel Silvero Gamarra

acidolactico2020@gmail.com

Carlos Miguel Santa Cruz Vera
carlosmiguelsantacruzvera18@gmail.com

Mg. Norma Estela Ramírez
norma.ramirez@unves.edu.py
Mg. María Pablín Acosta
maria.pablin@unves.edu.py

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Villarrica del Espíritu Santo

Artículo recibido: 01/09/2022

Artículo aprobado: 06/06/2023

Resumen

El ácido láctico, ácido 2-hidroxipropanoico, es un compuesto muy versátil utilizado en las industrias química, farmacéutica, de alimentos y del plástico, este estudio tuvo como objetivo Determinar el proceso de obtención del ácido láctico a partir del almidón de mandioca (Manihot Esculenta), para uso como aditivo en la industria Alimentaria, en la ciudad de Mauricio José Troche, Departamento de Guairá, año 2021; con la finalidad de crear un producto con mayor posibilidad de aprovechamiento en la obtención de ácido láctico de tal manera que se logre crear un rubro que aporte mayores beneficios al productor y por otro lado genere fuentes de trabajo en la comunidad y se constituya en una alternativa importante. La metodología del estudio se basó en el enfoque cuantitativo de nivel descriptivo, la muestra fue de 100 g de almidón de mandioca de cada variedad mediante el cual se determinó la composición físico química y el porcentaje de rendimiento del ácido láctico que se obtuvo por cada variedad, el resultado más positivo fue de la variedad Cano'i Pyta ya que presentó los mejores resultados en cuanto a composición físico química y porcentaje de rendimiento de ácido láctico. Efectivamente

es posible obtener ácido láctico a partir del almidón de mandioca (*Manihot Esculenta*) para uso como aditivo en la industria alimenticia.

Palabras claves: Ácido Láctico, Mandioca, Fermentación, Producción

Abstract

Lactic acid, 2-hydroxypropanoic acid, is a very versatile compound used in the chemical, pharmaceutical, food and plastic industries, this study aimed to determine the process of obtaining of lactic acid from cassava starch (*Manihot Esculenta*), for use as an additive in the Food industry, in the city of Mauricio José Troche, Department of Guairá, year 2021; in order to create a product with greater possibility of use in obtaining lactic acid in such a way that it is possible to create an item that provides greater benefits to the producer and on the other hand generates sources of work in the community and becomes an alternative. The study methodology was based on the quantitative approach of a descriptive level, the sample was 100 g of cassava starch of each variety by means of which the physical chemical composition and the percentage of lactic acid yield obtained by. For each variety, the most positive result was from the Cano'i Pyta variety since it presented better results in terms of physical chemical composition and percentage of lactic acid yield. Indeed, it is possible to obtain lactic acid from cassava starch (*Manihot Esculenta*) for use as an additive in the food industry.

Keywords: Lactic Acid, Cassava, Fermentation, Production

Introducción

El ácido láctico, ácido 2-hidroxipropanoico, es un compuesto muy versátil utilizado en las industrias química, farmacéutica, de alimentos y del plástico. Fue descubierto en 1780 por el químico sueco Scheele, quien lo aisló de leche agria, fue reconocido como producto de fermentación por Blondeaur en 1847 y tan solo en 1881, Littleton inicia la fermentación a escala industrial. (Suriderp, 1995, pág. 98) La producción biotecnológica está basada en la

fermentación de sustratos ricos en carbohidratos por bacterias u hongos y tiene la ventaja de formar enantiómeros D (-) o L (+), ópticamente activos. La producción biotecnológica depende del tipo de microorganismo utilizado, la inmovilización o recirculación del microorganismo, el pH, la temperatura, la fuente de carbono, la fuente de nitrógeno, el modo de fermentación empleado y la formación de subproductos (Hofvendahl & Hagerdal, 2000) La finalidad de este proyecto es de

lograr la industrialización de la producción de mandioca proveniente de la agricultura familiar campesina en forma de ácido láctico para uso como aditivo en la industria alimentaria; un producto de calidad de modo a satisfacer las necesidades de los consumidores, y al mismo tiempo dar informacione confiable y relevante a la comunidad educativa.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se enmarca dentro de un nivel descriptivo y un enfoque cuantitativo. Se toma una muestra de 100 g de almidón de mandioca por cada variedad para la determinación del porcentaje de obtención del ácido láctico.

La técnica de recolección utilizada son las pruebas de laboratorio y observaciones de campo ya que conducen a la verificación del problema planteado. Según

Márquez (2013) Las técnicas son “un conjunto de mecanismos, sistemas y

medios de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y datos”.

Procedimientos para la recolección de datos.

Proceso de obtención de almidón

Pelado: es necesario pelar la mandioca, quitarle todos los ojos o poritos negros que pueda tener y la nervadura gruesa o hilo central.

Rallado: rallar la mandioca con un rallador.

Colado: de esta forma se separa el afrecho del almidon a través de un filtro bolsa de algodón que se exprime con bastante esfuerzo y consumo de agua.

Decantación o sedimentación: se deja reposar el agua de colado durante varias horas (al menos 4 horas) en recipientes que no se oxidan. El sedimento se lleva a secar.

Secado: se hace sobre maderas o castres los que se colocan al sol. Es posible que se obtengan trozos grandes que se deben ir haciendo harina a medida que se secan.

Separando con las manos.

Pasos para la obtención de ácido láctico

Para la obtención del ácido láctico, se procede a realizar la fermentación del almidón de mandioca mediante la inoculación del cultivo obtenido previamente, se realiza el proceso de fermentación, evaluando el pH, a intervalos de tiempo definidos cada 24 h.

Variedad de Manihot Esculenta

1. Contenido de materia seca

Técnica usada (ICONTEC, 2002)

La pérdida en peso durante el período de calentamiento es considerada igual al contenido de materia seca.

Preparación de la muestra

Tomar muestras al azar, mezclar bien, moler, cuartear y tomar 50 g de almidón.

Materiales y equipos requeridos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01 g
- Cisoles plásticos o de vidrio
- Horno con temperatura constante y ventilación forzada

- Desecador con un agente de secado

Análisis

- Pesar los crisoles vacíos, limpios y enfriarlos en un desecador, después de secar durante cinco horas en un horno a 80 °C (P1).
- Pesar en el crisol vacío entre 20- 30 g de la muestra de almidón (P2).
- Colocar el crisol con la muestra de almidón en un horno a 80 °C durante 24 horas.
- Enfriar los crisoles con el almidón seco en un desecador hasta obtener peso constante (30-45 minutos) (P3).
- Pesar los crisoles con la muestra de almidón seca.

Cálculos e interpretación de los resultados

$$\% \text{ materia seca} = \frac{100 \times (P3 - P1)}{(P2 - P1)}$$

Almidones con contenidos de materia seca mayores de 90 por ciento indican severas condiciones de secado y almidones con contenidos de materia seca menores de 87 por ciento indican probabilidad de contaminación con hongos y otros microorganismos.

Valores de referencia

Materiales y equipos

- Almidón patrón
- Hojas de papel blancas y limpias
- Espátula

Análisis

- Tomar una cantidad suficiente de almidón con una espátula sobre una hoja de papel blanco.
- Formar un rectángulo de aproximadamente 2,5- 5 cm de longitud y 1,6-3,5 cm de altura. Formar un rectángulo igual con un almidón patrón.

- Colocar un papel limpio y fino sobre las dos muestras y presionar suavemente para igualar la superficie superior.
- Comparar la muestra de almidón y el almidón patrón visualmente, utilizando una luz neutral (luz del día) sin reflejos directos y sin sombra.

Cálculos e interpretación de los resultados

El color es un indicativo del grado de la calidad, contaminación o de infestación del almidón.

Valores de referencia

El almidón debe tener un color blanco.

3. Densidad aparente

Técnica usada (Smith, 1967)

La densidad aparente del almidón puede ser determinada utilizando la relación entre el peso del almidón que ocupa un volumen conocido. Se puede

determinar en dos formas: con el almidón suelto y con el almidón empacado.

Preparación de la muestra

Tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear, moler y tomar 50 g de almidón.

Materiales y equipos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01 g
- Probeta graduada de 250 mL
- Embudo
- Espátula
- Equipo de vibración de base de madera

Análisis

- Densidad aparente del almidón suelto
- Pesar la probeta graduada vacía.
- Adicionar cuidadosamente con una espátula la muestra de almidón a la probeta de 250 mL por medio de un embudo hasta que el

volumen total sea libremente completado.

Cálculos e interpretación de los resultados

Densidad aparente del almidón suelto (g/mL) =

$$\frac{[(\text{peso probeta} + \text{almidon suelto}) (\text{g})] - \text{peso probeta vacía (g)}}{250 \text{ ml}}$$

Valores de referencia

El almidón debe tener una densidad promedio de 1,560 g/mL.

4. Temperatura de gelatinización

Técnica usada (Grace, 1977)

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría; cuando se calientan en solución a temperaturas altas alcanzan una temperatura específica en la cual se inicia el hinchamiento de los gránulos. Esta temperatura es llamada temperatura de gelatinización.

Preparación de la muestra

Tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear, moler y tomar 100 g de almidón.

Materiales y equipos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01 g
- Plancha de calentamiento
- Vasos de precipitado de vidrio de 100 y 250 mL
- Frascos volumétricos de 100 mL
- Pinzas de acero inoxidable
- Termómetro con escala de 0-100 °C

Análisis

- Pesar 10 g de almidón (bs) disolver en agua destilada y completar a 100 mL.
- Calentar agua en un vaso de precipitado de 250 mL a 85 °C.

- Tomar 50 mL de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 mL.
- Introducir el vaso de precipitado con la muestra en el agua a 85 °C.
- Agitar con el termómetro constantemente la suspensión de almidón hasta que se forma una pasta y la temperatura permanezca estable por unos segundos.
- Leer la temperatura de gelatinización.

Cálculos e interpretación de los resultados

La temperatura de gelatinización se lee directamente en el termómetro.

Valores de referencia

El valor de la temperatura de gelatinización en almidones de yuca varía entre 57,5 - 70 °C.

5. Claridad de la pasta

Técnica usada (Craig et al., 1989)

La claridad indica el grado de transparencia de las pastas y está directamente relacionada con el estado de dispersión de los solutos y con la tendencia a la retrogradación de los almidones.

La capacidad de estas pastas para transmitir la luz cuando son sometidos al paso de un haz radiante mide su claridad.

Preparación de la muestra

Tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear, moler y tomar 50 g de almidón.

Materiales y equipos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01 g
- Espectrofotómetro
- Baño con calentamiento constante

- Tubos de centrífuga plásticos con tapa de 50 mL
- Agitador de tubo
- Pipeta volumétrica de 5 mL

Análisis

- Pesar en tubos de centrífuga 200 mg de almidón (bs),
- Suspender el almidón en 20 mL de agua destilada.
- Colocar los tubos en un baño de agua en ebullición durante 30 minutos.
- Agitar la suspensión cada cinco minutos.
- Después de pasados 30 minutos colocar la suspensión en cubetas del espectrofotómetro y dejar enfriar a temperatura ambiente.
- Leer el porcentaje de transmitancia a una longitud de onda de 650 nm,

utilizando agua destilada
como blanco.

Cálculos e interpretación de los resultados

- Pastas de almidones que tengan valores de transmitancia menores 40 por ciento se consideran como opacas o turbias.
- Pastas de almidones que tengan valores de transmitancia mayores de 40 por ciento se consideran como claras o transparentes.

Valores de referencia

El valor de la claridad en pastas de almidón varía entre 12,5-95 por ciento.

Tabla 11

Resultado de laboratorio variedad de mandioca (Manihot Esculenta)

Variedad de Mandioca	Codificación	Resultado de laboratorio	Valores de referencia
Cano'i	CPCDMS	92, 342 g	87 – 90%
Pyta			
Señorita	SCDMS	92, 430 g	
Tacuara	TCDMS	90, 866 g	

Fuente: Elaboración propia

Codificación

CPCMS: Cano'i Pyta Contenido de Materia Seca

SCDMS: Señorita Contenido de Materia Seca

TCDMS: Tacuara Contenido de Materia Seca

Tabla 12

Resultado de laboratorio variedad de mandioca (Manihot Esculenta)

Variedad de Mandioca	Codificación	Resultado de laboratorio	Valores de referencia
Cano'i	CPDDC	Blanco	Blanco
Pyta	SDDC	Blanco	
Señorita	TDDC	Amarillento	
Tacuara			

Fuente: Elaboración propia

Codificación

CPDDC: Cano'i Pyta Determinación del Color

SCDDC: Señorita Determinación del Color

TCDDC: Tacuara Determinación del Color

Tabla 13

Resultado de laboratorio variedad de mandioca (Manihot Esculenta)

Variedad de Mandioca	Codificación	Resultado de laboratorio	Valores de referencia
Cano'i	CPDA	1,483 g/ml	1,560 g/ml
Pyta	SDA	1,353 g/ml	
Señorita	TDA	1,421 g/ml	
Tacuara			

Fuente: Elaboración propia

Codificación

CPDA: Cano'i Pyta Densidad Aparente

SCDA: Señorita Densidad
Aparente
TCDA: Tacuara Densidad
Aparente

Tabla 14

Resultado de laboratorio variedad de mandioca (Manihot Esculenta)

Variedad de Mandioca	Codificación	Resultado de laboratorio	Valores de referencia
Cano'i	CPTG	64°C	
Pyta	STG	62°C	57,5 –
Señorita	TTG	62,5°C	70°C
Tacuara			

Fuente: Elaboración propia

Codificación

CPTG: Cano'i Pyta Temperatura de Gelatinización

SCTG: Señorita Temperatura de Gelatinización

TCTG: Tacuara Temperatura de Gelatinización

Tabla 15

Resultado de laboratorio variedad de mandioca (Manihot Esculenta)

Variedad de Mandioca	Codificación	Resultado de laboratorio	Valores de referencia
Cano'i	CPCP	94,5 %	
Pyta	SCP	49,6 %	12,5 – 95%
Señorita	TCP	32,8%	
Tacuara			

Fuente: Elaboración propia

Codificación

CPCP: Cano'i Pyta Claridad de la Pasta

SCP: Señorita Claridad de la Pasta

TCP: Tacuara Claridad de la Pasta

5.2 Composición físicos química de la mandioca (Manihot Esculenta)

1. Acidez titulable y pH

Técnica usada (ISI, 1999)

El valor de pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una muestra, mientras que la acidez titulable es una medida de la cantidad de ácido presente.

Preparación de la muestra

Tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear y moler 100 g de almidón.

Materiales y equipos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01 g
- Medidor de pH (rango de 0 a 14)
- Bureta de 25 mL
- Erlenmeyer de vidrio de 250 mL
- Balones volumétricos de 100 y 200 mL
- Probeta y Agitador magnético
- Embudo
- Soluciones tampón de pH 4,0 y 7,0

- Hidróxido de sodio 0,1 M
- Fenolftaleína 1 por ciento (p/v en etanol)
- Etanol
- Agua destilada

Análisis Medida del pH

- Calibrar el medidor de pH con las soluciones tampón pH 4,0 y pH 7,0
- Mezclar 20,0 g de almidón en base seca con 100 mL de agua destilada (previamente hervida para eliminar el CO₂) durante 15 minutos y filtrar a través de un papel filtro

Whatman N°1

- Tomar una alícuota y medir el pH con una cifra decimal

Medida de la acidez total

Tomar 50 mL del filtrado y titular con hidróxido de sodio

Na = normalidad del ácido

Va = volumen del ácido

Nb = normalidad de la base

(NaOH)

Vb = volumen de la base

Con el volumen de neutralización se puede calcular fácilmente la concentración de la solución de los ácidos. Registrar los resultados como miliequivalentes de ácido láctico por 100 g de muestra seca.

El valor del pH y de la acidez titulable son buenas medidas del grado de fermentación del almidón.

El pH disminuye a 4,0 cuando sucede una fermentación ácida.

El creporecimiento de hongos libera amoníaco e incrementa el valor del pH.

Valores de referencia

El valor del pH en un almidón nativo debe estar entre 6,0-6,5.

La acidez titulable debe estar entre $2,2 \times 10^{-3}$ y 5×10^{-3} meq de ácido láctico/g de almidón.

Tabla 16

*Resultado de laboratorio análisis físicos
química del almidón*

Composición físico químicos	Variedad de mandioca	Resultado	Valores de referencia
Acidez titulable y pH	Cano'i Pyta	6,26	pH: 6,0 – 6,5
	Tacuara	6,46	
	Señorita	6.37	
	Cano'i Pyta	4,2 x 10 ⁻³	Acidez titulable: 2,2 x 10 ⁻³ y 5 x 10 ⁻³
	Tacuara	4,6 x 10 ⁻³	
	Señorita	4,4 x 10 ⁻³	

Fuente: Elaboración propia

5.3 Obtención de ácido láctico del almidón de mandioca

Materiales

1. Starter de *Lactobacillus delbrueckii*ssp *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.
2. Almidón de mandioca de las variedades a estudiar
3. pH metro
4. Agua destilada
5. Balanza
6. Matraz aforado
7. Hidróxido de sodio p.a.
8. Fenolftaleína

Procedimientos

1. Para la obtención del ácido láctico, se procede a realizar la fermentación del almidón de mandioca mediante la inoculación del cultivo obtenido previamente.

2. Se realiza el proceso de fermentación, evaluando el pH, a intervalos de tiempo definidos cada 24 h.

3. Se toman 100 g de almidón de mandioca y se diluye en 100 mL de agua destilada.

4. Seguidamente con la ayuda de una pipeta de 10 mL se deposita la solución en frascos microbiológicos, los cuales fueron esterilizados previamente en auto clave. se deja reposar y se traslada a la campana para adicionar los 100 mL del cultivo de *Lactobacillus delbrueckii*ssp *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a una concentración de 2.5% de inóculo, sin suministrarle un medio nutritivo adicional, cada frasco se marca y se dispone en la incubadora a 37°C.

5. Por último, a cada muestra se le realiza medición de pH inicial,
6. Seguidamente se debe realizar mediciones a cada muestra cada 24 h.
7. Una vez realizada la medición se calcula el porcentaje de ácido láctico.
8. El porcentaje de ácido láctico se determina a las muestras, mediante la titulación de 1 mL de muestra fermentada con hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N, empleando fenolftaleína como indicador hasta obtener un ligero color rosa. (Preparar hidróxido de sodio 0.1

Normal)

Tabla 17

Resultado de laboratorio porcentaje de obtención de ácido láctico

Variable independiente	Codificación para tabulación	Variable dependiente	Calculado	Resultado
Variedad de mandioca				

T1: Cano'i, Pyta, (100 gramos de almidón de mandioca)	T1CP	Porcentaje de obtención de ácido láctico	T1CP: 16,97%
T2: Señorita, (100 gramos de almidón de mandioca)	T2S	Porcentaje de obtención de ácido láctico	T2S: 16,55%
T3: Tacuara, (100 gramos de almidón de mandioca)	T3T	Porcentaje de obtención de ácido láctico	T3T: 16,60%

Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión

Los objetivos propuestos fueron determinar el proceso de obtención del ácido láctico a partir del almidón de mandioca (*Manihot Esculenta*), para uso como aditivo en la industria Alimentaria, en la ciudad de Mauricio José Troche, Departamento de Guairá, año 2021. Se ha fijado un primer objetivo específico la de determinar la mejor variedad de almidón de mandioca para la obtención de ácido láctico, la variedad que presentó los mejores resultados según los indicadores de análisis de laboratorio fue la variedad Cano'i Pyta ya que el contenido de materia seca fue de 92,342

g, en la determinación de color obtuvo un color blanco, en densidad aparente el resultado fue de 1,483 g/ml, su temperatura de gelatinización fue de 64° y claridad de la pasta 94,5 %, mientras en la variedad Señorita el contenido de materia seca fue de 92,430 g, en la determinación de color obtuvo un color blanco, en densidad aparente el resultado fue de 1,353 g/ml, su temperatura de gelatinización fue de 62° y claridad de la pasta 49,6 %, y en la variedad Tacuara el contenido de materia seca fue de 90,866 g, en la determinación de color obtuvo un color amarillento, en densidad aparente el resultado fue de 1,421 g/ml, su temperatura de gelatinización fue de 62,5° y claridad de la pasta 32,8%, Con el 1 segundo objetivo específico se estudió la composición físico química del almidón de mandioca (Manihot Esculenta), en la cual se estudió pH y acidez titulable de las diferentes variedades de almidon de mandioca obteniendo como resultado para la 84

variedad Cano'i Pyta un pH de 6,26 y acidez titulable de $4,2 \times 10^{-3}$, en cuanto a la variedad Tacuara pH de 6,46 y acidez titulable de $4,6 \times 10^{-3}$ y por último la variedad Señorita pH de 6,37 y acidez titulable de $4,4 \times 10^{-3}$, se puede afirmar que el resultado más positivo fue de la variedad Cano'i Pyta según los indicadores de calidad establecidos. Y por último para responder al tercer objetivo específico la de determinar el porcentaje de obtención de ácido láctico a partir de diferentes variedades de almidon de mandioca (Manihot Esculenta), se obtuvo un resultado de 16,97% para la variedad Cano'i Pyta, 16,55% para la variedad Señorita y 16,60% para la variedad Tacuara, determinando así que la variedad Cano'i Pyta fue la que obtuvo mayor rendimiento en comparación con las otras variedades. Finalmente, al dar respuesta al objetivo general de esta investigación efectivamente es posible obtener ácido láctico a partir del almidon

de mandioca (*Manihot Esculenta*) para uso como aditivo en la industria alimenticia, los resultados obtenidos cumplen con los parámetros de calidad establecidos.

Literatura Citada

Aristizábal, J., y Sánchez, T. (2007). Guía técnica para la producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO, 134.

Buitagro, J. (1990). En La yuca en la alimentación animal (pág. 446). Colombia: CIAT. Cadavid, L. F. (2005). En Producción de yuca (pág. 210). Colombia: Manual. CLAYUCA.

Ceballos, H., y Cruz, A. D. (2002). Taxonomía y morfología de la yuca. En La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización (pág. 586). Colombia.

Feoli, M., Escobar, C., Marin, R. (1995). Obtención de ácido láctico por fermentación con *Lactobacillus delbruekii* ssp *bulgaricus*. Revista

Colombiana de ciencias farmacéuticas. N° 23 p. 18 -24. Fretes, F. (2010).

Paraguay vende. En A. d. Internacional. Asunción - Paraguay. Garcia, C. A., Arrázola, G. S., & Durango, A. M. (2010). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. En U. d. Departamento de Ingeniería de Alimentos. Colombia.

García, C.,y Arrazola, G. (2013). Producción de ácido láctico de lactosuero suplementado utilizando *Lactobacillus Casei*. En Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Vol 11 No. 1, pp. 136 - 143.

Hofvendahl, K., y Hagerdal, H. (2000). En Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources (págs. 87-100). Enzyme and Microbial Technology.

Iñiguez, A., y Castillo, A. (2011). Obtención de ácido láctico a partir de almidón de papa (*Solanum Tuberosum* L), como materia prima para la

fabricación de material 86 descartable.
Tesis para la obtención del título de
Ingeniero Ambiental. Universidad
Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

Joqui, D., y Villada, H. (2013).
Propiedades ópticas y permeabilidad de
vapor de agua en películas producidas a
partir de almidón. *rev.bio.agro* [online],
vol.11, n.spe, pp. 59-68. López, M. J.
(1994). En U. L. Colombia, Estudio del
tratamiento térmico extrusión sobre las
propiedades funcionales y reológicas del
almidón de yuca (*Manihot esculenta*
Crantz). (pág. 110).

Marquez, F. (2013). Técnica de
recoleccion de datos. Mexico Meaño, N.,

Ciarfella, A., y Dorta, A. (2014).
Evaluación de las propiedades químicas
y funcionales del almidón nativo de
Ñame Congo (*Dioscorea bulbifera* L.)
para predecir sus posibles usos
tecnológicos. *Saber* [online], vol.26 (2),
pp. 182-188.
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?scri](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131501622014000)
[pt=sci_arttext&pid=S131501622014000](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131501622014000)

20 0011&lang=es&nrm=iso>. ISSN
1315-0162.

Mendoza, C. A., y Garay, C. R.
(2019). Guía técnica cultivo de
mandioca. En F. d. UNA. San Lorenzo -
Paraguay: Proyecto Paquetes
Tecnológicos.

Merado, L. B. (2018). Las
Normas Internacionales Y la
Normalizacion en Paraguay. UNA -
ASUNCION : Revista Aranduka Vol. 9
N° 02 .

Palella, S., y Martins, F. (2006).
Metodologia de la Investigación.
Caracas: Fedupel.

Sampieri, R. H. (2004).
Metodologia de la Investigación.
México: McGraw-Hill. Sampieri, R. H.
(2014). Metodologia de la Investigación.
Mexico: 6° Edición. 87

Serna, C., y Rodriguez, A.
(2005). Producción de ácido láctico por
una mezcla de *Lactococcus lactis* y
Streptococcus salivarius. En 3.-3.
Revista Colombiana De Biotecnología

Vol. VII (1). Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Serna, C., y Rodríguez, A. (2005). Producción biotecnológica de ácido láctico: estado del arte. Ciencia y Tecnología Alimentaria, pp. 54-65.

Suriderp, C. (1995). En Ullman's encyclopedia of industrial chemistry: ácido láctico. (págs. pp97-104). 5 edition.

De Barbara Elvers. Tovar, R. E. (2015). Obtención de ácido láctico por fermentación de almidón de ñame espino mediante el lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus y el streptococcus thermophilus para su uso en la producción de ácido poliláctico. Colombia: Convenio Universidad de Caratgena – Universidad Nacional De Colombia Sede Medellin