



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Evaluación de la viabilidad técnica
del uso de almidón nativo de yuca en Poltec SAS para la obtención de almidón
modificado.**

Maria Isabel Londoño Bedoya

Asesor

Adriana Marcela Osorio Correa

Doctora en Ingeniería

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Seleccione pregrado o posgrado UdeA

Medellín UdeA

2023

Cita	Londoño Bedoya [1]
Referencia	[1] M.I Londoño Bedoya, “Evaluación de la viabilidad técnica del uso de almidón nativo de yuca en Poltec SAS para la obtención de almidón modificado”, Práctica empresarial, Ingeniería Química, Universidad de Antioquia, Medellín, UdeA, 2023.
Estilo IEEE (2020)	



Centro de documentación de ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Cespedes.

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga.

Jefe departamento: Lina Maria González.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Para mi familia, quienes me impulsan a cumplir mis sueños con su amor y apoyo incondicional y me enseñan a ver siempre lo bonito que hay en cada experiencia y a dar siempre lo mejor de mí.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por acompañarme y regalarme tantas bendiciones a lo largo de mi vida. A mi familia por motivarme cada día. A la Universidad de Antioquia por enseñarme, formarme y permitirme vivir tantas experiencias bonitas dentro de ella. A mis amigos, Maria Paula, Santiago y Juan Diego por hacer inolvidable esta experiencia y apoyarme tanto. A Poltec SAS por posibilitar realizar mi práctica académica en sus instalaciones y ayudarme a crecer laboralmente con tanta paciencia y amor, al igual que a sus empleados por acogerme de la mejor manera.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología	17
4 Resultados	18
5 Análisis	23
6 Conclusiones	24
7 Recomendaciones	25
Referencias	26
Anexos	27

Lista de tablas

Tabla 1 : *Características de los gránulos de almidón.*

Tabla 2 : *Requisitos específicos para almidón nativo de yuca en NTC-6066. (ICONTEC, 2014)*

Tabla 3 : *Rangos de aceptación para algunos productos de Poltec SAS*

Tabla 4 : *Propiedades físicoquímicas de diferentes almidones nativos de yuca producidos en Chinú, Córdoba*

Tabla 5 : *Resultados análisis de almidón de yuca*

Tabla 6 : *Resultados análisis de calidad del agua de pozo en Chinú Córdoba*

Tabla 7 : *Resultados análisis de calidad del agua de acueducto en Chinú Córdoba*

Tabla 8: *Resultados de almidones modificados en escala de laboratorio*

Tabla 9: *Resultados de almidones modificados en escala de laboratorio*

Tabla 10: *Resultados de almidones modificados en escala industrial*

Tabla 11: *Resultados de almidones modificados en escala industrial*

Lista de figuras

Figura 1 *Métodos para la modificación del almidón.*

13

Siglas, acrónimos y abreviaturas

MVA	Micro viscoamilógrafo
NTC.	Norma Técnica Colombiana
UdeA	Universidad de Antioquia
SAS	Sociedad por acciones simplificadas
BU	Unidades Brabender
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia Coli</i>

Resumen

Poltec SAS es una empresa de almidones modificados de yuca que busca una economía vertical para su compañía a través de la producción de su propia materia prima, el almidón nativo de yuca, por lo cual se evaluaron las condiciones del procesamiento de yuca que generan un producto acorde con lo establecido por la NTC 6066 y permieran su uso en los procesos productivos de almidones modificados, esto se realizó a través de la medición de pruebas estandarizadas de calidad tanto para el almidón como para factores que influyen en su proceso y pruebas experimentales a escala tanto de laboratorio como industriales desde la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como modificaciones químicas y aplicaciones alimenticias con equipos disponibles en la empresa, obteniendo que las variables críticas del proceso son los equipos de acondicionamiento energético, el agua y la concentración del almidón en el proceso, de acuerdo con lo anterior se plantearon soluciones para utilizar el almidón nativo producido en Chinú, Córdoba sin ningún imprevisto.

Palabras clave: Almidón nativo, almidón modificado, reacciones, parámetros, liberación, modificación.

Abstract

Poltec SAS is a modified cassava starch company that seeks a vertical economy for its company through the production of its own raw material, native cassava starch, for which the cassava processing conditions that generate a product were evaluated. in accordance with the provisions of NTC 6066 and allow its use in the productive processes of modified starches, this was done through the measurement of standardized quality tests for both the starch and for factors that influence its process and experimental tests on a scale both laboratory and industrial from the measurement of physicochemical and microbiological parameters such as chemical modifications and food applications with equipment available in the company, obtaining that the critical variables of the process are the energy conditioning equipment, water and the concentration of starch in the process , in accordance with the above, solutions were proposed to use the almi native gift produced in Chinú, Córdoba without any unforeseen events.

Keywords: Native starch, modified starch, reactions, parameters, release, modification.

Introducción

El almidón es un polímero que se encuentra disponible en las semillas de cereales y leguminosas como maíz, trigo, frijoles, lentejas, entre otros, en tubérculos como la papa, en raíces como la yuca y la batata y en los troncos como la palma sago. De acuerdo a la fuente botánica que contenga almidón, el proceso de extracción de este varía significativamente ya sea en el uso de agentes químicos o no, en equipos o tiempos de procesamiento, afectando las propiedades fisicoquímicas del producto final y son estas las que determinan el uso de cada uno de los almidones del mercado, es decir, propiedades como contenido de proteína, fibra cruda, cenizas, humedad, amilosa y amilopectina, temperatura de gelatinización y viscosidad final del almidón respectivo (Aristizábal & Sánchez, 2007).

Es importante resaltar que el almidón en su forma nativa tiene funcionalidad y aplicación limitada y debe ser modificado a través de procesos químicos, físicos o enzimáticos con el objetivo de mejorar sus cualidades y disminuir sus puntos débiles para diferentes usos en los sectores industriales como alimentos, salud, textil, químico y otros (BeMiller y Whistler, 2009). Poltec SAS es una empresa que se dedica a la producción de almidones modificados de yuca por medio de reacciones químicas entre reactivos químicos y almidón nativo de yuca importado desde países como Tailandia, Brasil, Paraguay, entre otros, con el objetivo de otorgarle a los alimentos mejores características finales proporcionadas por el almidón como lo son, una mejor textura, color, sensación en boca, dureza, viscosidad, consistencia y estabilidad.

La compañía Poltec SAS se ha visto afectada de manera relevante en los últimos años por el desabastecimiento de materias primas y el elevado costo de estas, ocasionados por emergencia sanitaria, conflictos armados nacionales e internacionales y por la crisis de los contenedores que se destaca por ser una problemática para el comercio internacional, por lo que con el fin de solucionar esta situación y migrar hacia una economía vertical, la empresa está en construcción de su propio abastecimiento a través de la producción de almidón nativo de yuca en una planta procesadora ubicada en Chinú, Córdoba.

La obtención de almidón nativo de yuca de alta calidad depende principalmente de la tecnología aplicada para extraerlo, puesto que de no contar con esta el almidón puede sufrir

modificaciones indirectas debido a reacciones enzimáticas propias ya sea al comienzo porque sus raíces se deterioran antes del procesamiento o por estar en contacto con agua durante largo tiempo, por lo tanto es un proceso que debe estandarizarse a través del reconocimiento de las condiciones óptimas de operación para la extracción de almidón de yuca, ya que sus propiedades fisicoquímicas podrían verse afectadas y por consiguiente no cumplir con los valores establecidos por la NTC-6066 (ICONTEC, 2014) que permite que el almidón pueda ser utilizado en alimentación humana, así mismo, podría alterar las condiciones para las modificaciones químicas que se llevan a cabo en la empresa por lo que se deben evaluar las condiciones óptimas para estas a través de la viabilidad técnica del uso del almidón extraído (ICONTEC, 2014).

Por medio de retroalimentación constante de conocimiento, ya sea por revisión bibliográfica, resultados obtenidos por análisis fisicoquímicos a través de empresas prestadoras de ese servicio, reacciones químicas a nivel de laboratorio e industriales, cambios en las condiciones de operación en el proceso de extracción de almidón de yuca, se logran establecer las condiciones para obtener un almidón de alta calidad que cumpla con los requerimientos fisicoquímicos, microbiológicos y de metales pesados establecidos por la NTC 6066, a través de la validación continua de estos parámetros, pero sobre todo se obtiene un almidón tanto a escala de laboratorio como industrial que no altera las condiciones de las reacciones químicas presentes en la planta procesadora de almidones modificados en la sede de Medellín, Antioquia, por lo que puede emplearse perfectamente como materia prima.

Objetivos

1.1 Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica del uso de almidón nativo de yuca para la obtención de almidón modificado mediante su caracterización fisicoquímica.

1.2 Objetivos específicos

1.2.1 Reconocer las condiciones de operación en el proceso de extracción de almidón.

1.2.2 Validar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la NTC-6066 para la comercialización del almidón nativo de yuca obtenido en la planta de Chinú, Córdoba, mediante su caracterización.

1.2.3 Establecer las condiciones de reacción de los almidones modificados existentes en la empresa Poltec SAS con la nueva materia prima, para la evaluación de la viabilidad técnica de su uso.

2 Marco teórico

Almidones modificados

El almidón es un importante suministro de alimentos para la humanidad. Está presente en semillas, raíces y tubérculos en forma de gránulos semicristalinos con propiedades únicas de acuerdo con su origen botánico. Aunque el tamaño, la morfología de los gránulos y las propiedades fisicoquímicas específicas para cada especie vegetal, su estructura interna se compone de cadenas de glucosas formando polisacáridos de amilosa y amilopectina que varían en porcentajes según su planta en específico como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

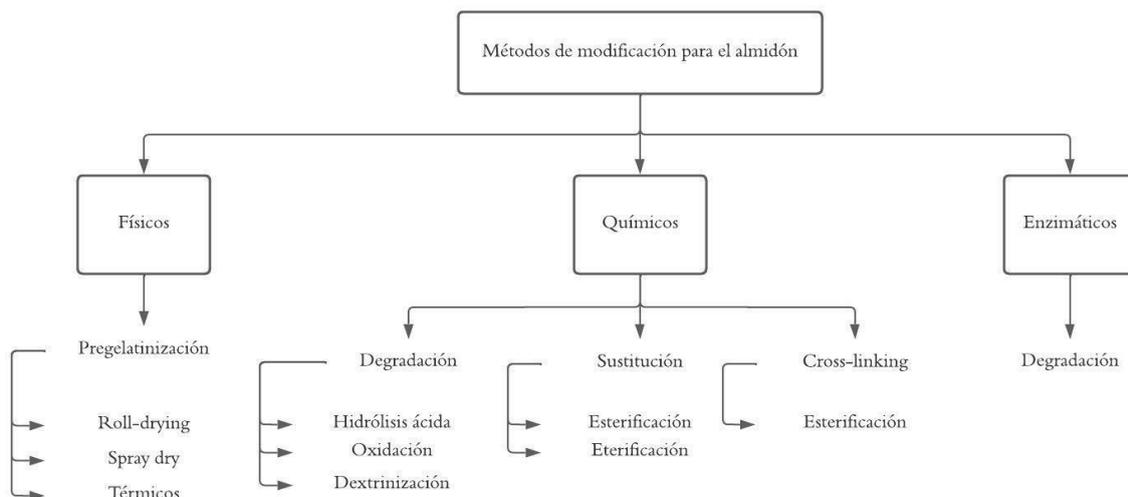
Características de los gránulos de almidón. (Aristizábal & Sánchez, 2007)

Tipo de almidón	Morfología	Diámetro (µm)	Contenido de amilosa (%)	Temperatura de gelificación (°C)	Propiedades de cocción
Maíz	Redondo poligonal	5-30	25	80	Gel opaco
Yuca	Ovalado truncado	4-35	17	63	Claro cohesivo
Papa	Ovalado esférico	5-100	20	64	Claro cohesivo
Trigo	Redondo lenticular	1-45	25	77	Gel opaco

Los almidones nativos presentan limitaciones a la hora de utilizarse en procesos ya sean industriales o alimenticios debido a su inestabilidad, es por eso que las modificaciones en la estructura del almidón permiten que en los alimentos este mantenga la apariencia y textura deseable a pesar del estrés o cizallamiento durante el procesamiento, para así ampliar su rango de utilidad en diferentes aplicaciones industriales mejorando propiedades como consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura, gelificación y dispersión. Estas modificaciones pueden ser reacciones vía química, física y enzimáticamente, las químicas generalmente se relacionan con las reacciones de los grupos hidroxilos del polímero de almidón, éter, formación de ésteres, oxidación e hidrólisis, entre otras (Iván et al., 2008), como se resume en la figura 1.

Figura 1

Métodos para la modificación del almidón (Lewicka et al., 2015).



El proceso de obtención de almidón depende de la fuente botánica de la que este provenga, es decir, para almidones como trigo y maíz se requieren pasos de intermediación por medio de químicos, mientras que el almidón de yuca se obtiene a través de etapas físicas, es decir, la yuca se almacena y se introduce en la línea de producción pasando por una peladora y lavadora con el fin de quitarle la tierra, arena y otras suciedades que vienen desde la cosecha, luego pasa por una picadora que corta la raíz de la yuca en pedazos pequeños para llevarlos a un raspador y así crear una solución de almidón, fibra y agua que se somete a procesos de separación por centrifugación donde por una línea se obtiene fibra con un 80% aproximadamente de humedad y por otro un lodo de almidón-agua que pasa por procesos de lavado a través de hidrociclones con el objetivo de eliminar impurezas, ácidos libres y concentración de sólidos para así a través de un filtro de tambor rotatorio separar el agua, dejando una torta de almidón con una humedad de 45% que se somete a un secador tipo flash donde se obtiene un almidón disponible para ser comercializado con una humedad del 12% (Aristizábal & Sánchez, 2007).

Para garantizar un almidón nativo de yuca de alta calidad, las plantas de fabricación de almidón de yuca deben estar ubicadas cerca del cultivo de raíces para minimizar los costos de transporte y lo que es más importante evitar reacciones enzimáticas dentro de la raíz que afecte la rentabilidad del proceso al disminuir el contenido de almidón. Además, es importante tener en cuenta que existen diversas variedades de yuca como lo son Mthai, Belloti, Sinuana, Ropain, entre otras, que afectan tanto la producción como el almidón final que se extraiga debido a su genética, es decir, las condiciones de las reacciones químicas para modificar el almidón podrían verse afectadas (Aristizábal & Sánchez, 2007).

La NTC-6066 indica los requisitos generales que debe cumplir el almidón nativo de yuca de acuerdo a diferentes normas o legislaciones nacionales, teniendo en cuenta que su disposición final es para alimentos por lo tanto se establecen parámetros fisicoquímicos para el almidón nativo de yuca como humedad, contenido de almidón, temperatura de gelatinización, cenizas, pH y fibra, así mismo, condiciones microbiológicas para recuento de bacterias aerobias, mohos y levaduras, *Escherichia coli* y detección de *Salmonella* y límites máximos de metales pesados para este tipo de materia prima estableciendo los métodos con los que se debe realizar cada uno de los parámetros mencionados (ICONTEC, 2014), algunos de estos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2*Requisitos específicos para almidón nativo de yuca en NTC-6066. (ICONTEC, 2014)*

Requisitos	Mínimo	Máximo
Humedad (%)	-	13,5
Contenido de almidón (%)	85,0	
Temperatura de gelatinización del almidón (°C)	54	70
Cenizas (%)	-	0,5
pH	5,0	8,0
Fibra (%)	-	0,5
Cadmio [mg/Kg]	-	0,10

El equipo Micro-Viscoamilógrafo (MVA) mide las propiedades de viscosidad de los almidones dependientes de la temperatura y del tiempo, en el cual se tiene una suspensión de almidón-agua que sufre un proceso térmico de calentamiento, estabilidad y enfriamiento bajo condiciones controladas permitiendo obtener información como temperatura de gelificación, viscosidad final, viscosidad máxima de hinchamiento, retrogradación, capacidad de absorción, entre otras. Es importante mencionar que se tiene un método asignado para cada almidón dependiendo de su fuente botánica y Poltec SAS tiene establecido la viscosidad final de cada almidón modificado en sus criterios de liberación a partir del resultado presentado por el MVA como se muestra en la tabla 3 para algunos de sus productos.

Tabla 3*Rangos de aceptación para algunos productos de Poltec SAS*

Producto	Rangos de aceptación [BU]	
	Mínimo	Máximo
Gel Cream	380	545
Gel Lact XP	900	1100
Gel Starch free	520	750

Los almidones modificados tienen mucha aplicabilidad en los alimentos puesto que permiten gelificar, agregar estabilidad y reemplazar o extender ingredientes más costosos. Cada modificación permite una cualidad distinta, es decir, algunos sirven como adhesivos, otros como encapsulantes para productos con aceites o grasas, otros con alta expansión para snacks o productos horneados, algunos con alta fluidez en caliente pero buena gelificación en frío para gomas e incluso ciertos almidones retienen mucha agua ideal para productos cárnicos, entre otros. Poltec SAS cuenta con alternativas para salsas de tomates con textura similar a una premium, quesos hilados, compotas, glaseados, bebidas lácteas y muchos más, considerando incluso la línea industrial para textiles y construcción a través de almidones oxidados.

3 Metodología

Cumpliendo con la metodología establecida para el área de investigación y desarrollo de Poltec SAS , el proyecto asignado inicia con una búsqueda bibliográfica apropiada que delimitó los alcances y permitió comprender la teoría entorno a lo que se quiere a través de patentes, libros y estudios sobre temas cercanos. Luego, para reforzar esos conocimientos se llevaron a cabo visitas periódicas a la planta de procesamiento de yuca ubicada en Chinú, Córdoba con el fin de visualizar las condiciones de operación actuales y la capacidad de los equipos para determinar las condiciones óptimas que generen mayor rentabilidad y eficiencia en el proceso.

Así mismo, con el almidón obtenido en la planta de producción de almidón nativo de yuca ubicada en Chinú, Córdoba se llevaron a cabo análisis tanto fisicoquímicos como microbiológicos a través de una empresa prestadora de este servicio, para evaluar que los parámetros de calidad estuvieran acordes a la NTC 6066 y pudiera ser emplearse este almidón para uso alimenticio. Además, para la empresa Poltec SAS hay otras parámetros de calidad internos de materia prima que son necesarios para garantizar que se ajuste a los procesos establecidos, en este caso, reacciones químicas, por lo cual se realizaron reacciones estándares a nivel de laboratorio para productos llamados Gel@Cream, Gel@Lact XP, Gel@Starch Free con el objetivo de verificar si las condiciones eran acordes al resultado esperado o que modificaciones en el proceso debían hacerse, ya fuera en cantidades de reactivo, tiempo, relación agua:almidón, entre otros, para posteriormente evaluarlo en condiciones y cantidades industriales para garantizar que el producto llegue estable al cliente.

Adicionalmente, se realizaron pruebas fisicoquímicas y microbiológicas a través de Hidroasesores SAS para determinar la caracterización del agua en Chinú, Córdoba, con el objetivo de que en un futuro cercano puedan realizarse las mismas modificaciones químicas sin alguna afectación al respecto.

4 Resultados

La visita a la planta de procesamiento de yuca en Chinú, Córdoba permitió identificar los procesos y equipos que estaban afectando las características del almidón nativo de yuca presentados en la tabla 4 , es decir, la baja humedad se debe a que la bomba de vacío que se estaba empleando en ese momento no generaba el vacío suficiente para succionar el agua generando que el almidón entrara muy húmedo al proceso de secado por lo que se utilizaban unas condiciones atípicas de operación que causaban una disminución significativa en la humedad del almidón, ocasionando que en el proceso de modificación este presentara problemas de dilución y en la etapa de secado del mismo, por lo cual se cambia la bomba de vacío por una de mayor capacidad.

Tabla 4

Propiedades fisicoquímicas de diferentes almidones nativos de yuca producidos en Chinú, Córdoba

Propiedad	LOTE OP- 201	LOTE OP- 229	LOTE OP - 250	LOTE OP -269	NTC 6066	
					Mínimo	Máximo
Humedad (%)	9,56	11,11	12,04	14,44	-	13,5
Viscosidad (BU)	582	526	622	609	520	-
Temperatura de gelatinización (°C)	71,4	70,9	69,8	70,4	54	70
pH en solución (5%)	8,45	8,34	8,30	8,23	5,0	8,0

Igualmente la visita mencionada posibilitó reconocer que en el proceso de separación y concentración es importante estar en constante medición de los grados Baumé, ya que es allí donde se termina de separar el restante de proteína del almidón, puesto que si queda una cantidad considerable en los procesos restantes se logra notar una mancha que causa saturación en el filtro de vacío y adhesión en las paredes del rotor que genera un almidón quemado que baja la calidad del producto final por los puntos negros presentados, por lo que el proceso se

ajusta a que se concentre en los equipos de CT-40 e hidrociclones el lodo de almidón y agua hasta 17 ° Baumé para no presentar inconvenientes en el proceso.

El almidón nativo de yuca se evaluó para verificar su uso en alimentación humana, por lo cual se llevaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos y de contaminantes, presentándose dentro de los rangos establecidos por la NTC 6066, esta validación se llevó a cabo con una empresa prestadora de servicios y los resultados se presentan en la tabla 5 de acuerdo a las especificaciones determinadas por el Codex (CODEX, 2013), los resultados fisicoquímicos fuera de especificación resultaron ser la humedad como se mencionó anteriormente y el pH debido a la calidad del agua, por lo que se realizaron análisis de la calidad de esta en Chinú, Córdoba con el objetivo de garantizar una disminución en el pH y que si se da el caso de realizar modificaciones en la planta de allá, el agua no tuviera alguna afectación, sin embargo, el agua de pozo que es la comúnmente utilizada en los procesos presentó *E. coli*, coliformes y mesófilos como se muestra en la tabla 6, mientras que el agua de acueducto no, como se observa en la tabla 7, sin embargo, es de considerar que esto representaría un costo adicional que debe tenerse en cuenta para garantizar la calidad del almidón final.

Tabla 5

Resultados análisis de almidón de yuca

Parámetros	Resultados	Especificaciones Codex Stan 118-197	Concepto
Almidón total cuantitativo	90,1	Mín. 85	Cumple
Cadmio	<0.0084	Máx 0.1	Cumple
Cenizas totales	0.2	Máx 0.5	Cumple
Fibra Cruda	0.1	Máx 0.5	Cumple
Carbohidratos	95.4	N.A.	N.A.
Fibra Dietaria total	0.7	N.A.	N.A.
Grasa total	0.0	N.A.	N.A.
Proteína	<0.1	N.A.	N.A.
Aldrin y Dieldrin	<0.01 mg/Kg	0.1 LMRE	Cumple

Cipermetrin	<0.01 mg/Kg	0.05	Cumple
Fenvalerato	<0.01 mg/Kg	0.05	Cumple
Piretrinas	<0.01 mg/Kg	0.05	Cumple
Cuantificación Gluten	<2.0	Máx 20	Cumple
<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Cumple
<i>Escherichia Coli</i>	Ausencia	Ausencia	Cumple
Mohos y levaduras	Ausencia	Ausencia	Cumple
Mesófilos	Ausencia	Ausencia	Cumple

Tabla 6

Resultados análisis de calidad del agua de pozo en Chinú Córdoba

Parámetro	Resultado	Valor permisible
Coliformes totales	>80 UFC/100 mL	0
<i>E.Coli</i>	>80 UFC/100 mL	0
Mesófilos	>2.000 UFC/100 mL	<100

Tabla 7

Resultados análisis de calidad del agua de acueducto en Chinú Córdoba

Parámetro	Resultado	Valor permisible
Coliformes totales	0 UFC/100 mL	0
E.Coli	0 UFC/100 mL	0
Mesófilos	10 UFC/100 mL	<100

El almidón nativo de yuca al cumplir con las características de la tabla 5 se modifica en 3 reacciones estándares para obtener los productos de la empresa Gel®Cream, Gel®Lact XP y Gel®Starch Free , obteniendo los resultados presentados en la tabla 8 y tabla 9 , donde se verifica que los resultados de viscosidad final de los productos a nivel de laboratorio están en el rango de aceptación de liberación por lo que se evalúa su comportamiento en aplicaciones como la de salsa de tomate y el queso hilado, ensayos llevados a cabo por una ingeniera de

alimentos perteneciente al área de investigación y desarrollo de la empresa. Sin embargo, es importante mencionar que la modificación se ve afectada por el pH inicial del almidón en agua puesto que por su pH básico permite realizar las reacciones sin agregar NaOH al 0,5 M al comienzo, pero no es una cualidad positiva para la reacción.

Tabla 8

Resultados de almidones modificados en escala de laboratorio

Producto	Viscosidad [BU]	Temperatura de gelificación [°C]	Rangos de aceptación [BU]	
			Mínimo	Máximo
Gel®Cream	392	69	380	545
Gel®Cream	386	72,3		
Gel®Lact XP	1085	67	900	1100
Gel®Lact XP	1047	70		

Tabla 9

Resultados de almidones modificados en escala de laboratorio

Producto	Humedad [%]	Rangos de aceptación [%]	
		Mínimo	Máximo
Gel®Starch Free	5,8	4	7
Gel®Starch Free	4,06		

Según la metodología de investigación de Poltec SAS, un proyecto finaliza cuando se escala, es validado por los clientes y vendido, por lo cual se realiza acompañamiento a las reacciones químicas ejecutadas en la planta de producción de Medellín, donde se evalúa el comportamiento de la reacción con la nueva materia prima y se observa un cambio en el pH de la solución al iniciarla, tal cual como lo mencionado para el laboratorio, sin embargo no

afecta el proceso tradicional de producción de almidón modificado, los resultados se presentan en la tabla 10 y tabla 11.

Tabla 10

Resultados de almidones modificados en escala industrial

Producto	Viscosidad [BU]	Temperatura de gelificación [°C]	Rangos de aceptación [BU]	
			Mínimo	Máximo
Gel®Cream	485	71,6	380	545
Gel®Lact XP	1100	66	900	1100

Tabla 11

Resultados de almidones modificados en escala industrial

Producto	Viscosidad [BU]	Temperatura de gelificación [°C]	Rangos de aceptación [BU]	
			Mínimo	Máximo
Gel®Cream	485	71,6	380	545
Gel®Lact XP	1100	66	900	1100

5 Análisis

El proceso de obtención de almidón nativo de yuca de alta calidad está asociado a múltiples variables que lo afectan directamente desde su entrada como es el tipo de yuca, el tiempo que está la raíz ya cosechada, adicionalmente el tiempo de permanencia del lodo en los tanques con agitación constante, esto debido a que durante el procesamiento pueden generarse reacciones enzimáticas que fermentan e hidrolizan la estructura del almidón cambiando sus propiedades al final, también se debe garantizar una buena separación de la cáscara, fibras y proteínas, la capacidad de cada equipo de acondicionamiento energético y las temperaturas en el proceso.

El almidón nativo de yuca obtenido en Chinú, Córdoba se ajusta correctamente a los parámetros de calidad establecidos para este tipo de materia prima, por lo cual puede emplearse bajo las mismas condiciones actuales de reacción y lograr productos con las mismas características, por lo que es una buena manera de abastecerse para suplir las problemáticas económicas globales sin verse tan directamente afectada la empresa.

Es importante resaltar que se debe tener control sobre la humedad final del producto para evitar problemas en las reacciones químicas ya que este al ser más espeso con esa humedad genera cambios en la relación de agua: almidón que puede alterar las características finales esperadas. Por otra parte, al considerar los análisis de aguas realizados presentados en los anexos se determina que esta debe ser constantemente revisada con el objetivo de no causar daños hacia la salud pública y también en el producto y si en el futuro se desean implementar las modificaciones químicas en la planta de Chinú, Córdoba se debe aumentar los costos al consumir agua de acueducto que su calidad es más parecida a la empleada en Medellín, Antioquia (UNIDAD CET NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS EPM, 2022).

6 Conclusiones

Se decidió cambiar la bomba de vacío por una de mayor capacidad, con el objetivo de aumentar la humedad final, para garantizar un mejor vacío para succionar el agua, evitando que el almidón entrara muy húmedo al proceso de secado, evitando las condiciones atípicas de operación que causaban una disminución significativa en la humedad final del almidón. Además, se considera que en el proceso de separación y concentración es importante tener en cuenta los grados Baumé para evitar que el contenido final de almidón disminuya y el proceso sea más efectivo.

El almidón nativo de yuca obtenido en la planta procesadora de yuca en Chinú, Córdoba presenta evaluación positiva por lo que permite reemplazarse como materia prima en los procesos productivos de la planta modificadora en Medellín, con el objetivo de minimizar costos de importación y transportes. Sin embargo se deben tener en cuenta parámetros como la calidad del agua para disminuir el valor del pH en solución ya que es el factor más afectado por el proceso y lograr cumplir con todos los rangos de las propiedades fisicoquímicas establecidas por la NTC 6066, así mismo equipos de acondicionamiento energético adecuados a la capacidad de los equipos, variedad de yuca, concentración de almidón en los procesos, entre otros factores, para garantizar una buena calidad para el almidón final.

Las condiciones de operación tanto a nivel de laboratorio como industrial para las reacciones químicas existentes con el almidón de yuca se ven afectadas por el pH inicial del almidón en solución con agua, pues su pH básico permite iniciar la reacción inmediatamente sin tener que agregar NaOH al 0.5 M al comienzo de la reacción, a pesar de eso, no es una variable que se desea, la idea es utilizar agua de acueducto que garantice un almidón con un pH dentro de los rangos establecidos por la NTC 6066.

7 Recomendaciones

Se recomienda evaluar la factibilidad económica del uso del agua de acueducto en la producción de almidón nativo de yuca, debido a que ahorra problemas en la calidad del almidón y en las condiciones estándares de las reacciones, químicas, pues pese su elevado costo debería considerarse como se compensa con las otras variables afectadas.

Referencias

- Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. *Fao*, 163, 134. <https://doi.org/9253056770-9789253056774>
- BeMiller, J., & Whistler, R. (2009). *Starch Chemistry and Technology* (Editor Series (ed.); Third edit). Food Science and Technology, International Series.
- CODEX. (2013). CODEX STAN 238-2003: Norma para la yuca (Mandioca) dulce. 1, 4.
- Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J. G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2008). Physical-chemical characterization of starch from cultivated tubers in Yucatan, Mexico. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 28(3), 718–726. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612008000300031>
- ICONTEC. (2014). NTC 6066-PRODUCTOS DE MOLINERÍA. ALMIDÓN NATIVO DE YUCA.
- Iván, O., Contreras, P., Ernesto, J., Perilla, P., Ariel, N., & Enciso, A. (2008). Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos. *Revista de Ingeniería e Investigación UNAL*, 28(3), 47–52.
- Lewicka, K., Siemion, P., & Kurcok, P. (2015). Chemical modifications of starch: Microwave effect. *International Journal of Polymer Science*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/867697>
- Moorthy, S. N. (2002). Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: A review. *Starch/Staerke*, 54(12), 559–592. [https://doi.org/10.1002/1521-379X\(200212\)54:12<559::AID-STAR2222559>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1521-379X(200212)54:12<559::AID-STAR2222559>3.0.CO;2-F)
- UNIDAD CET NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS EPM. (2022). Calidad del Agua Suministrada. 1.

Anexos

Figura 2. Datos de validación Gel®Cream en escala de laboratorio.

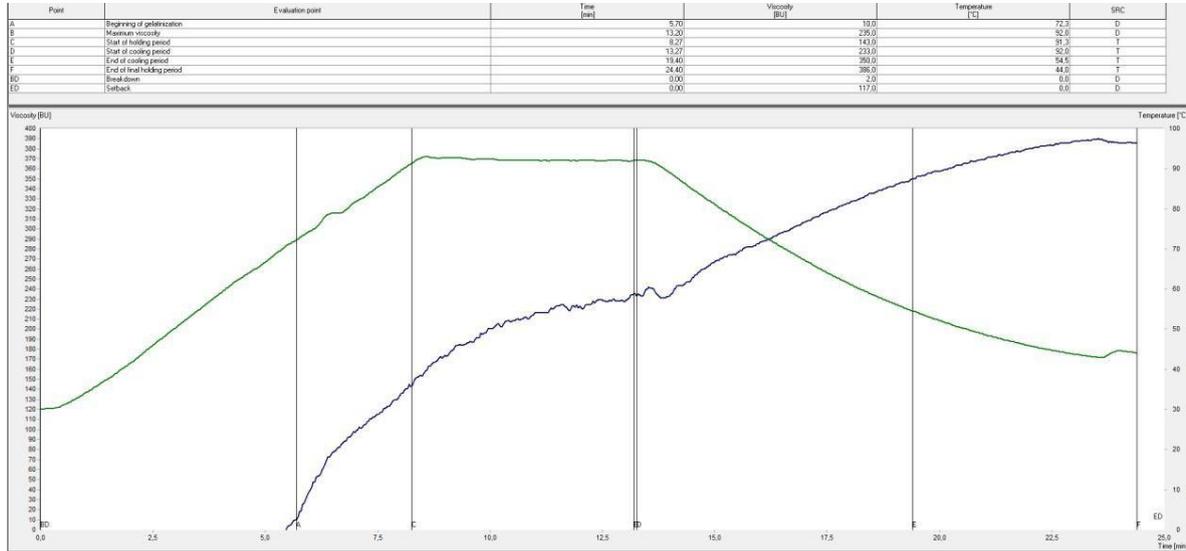


Figura 3. Datos de validación Gel®Cream en escala de laboratorio.

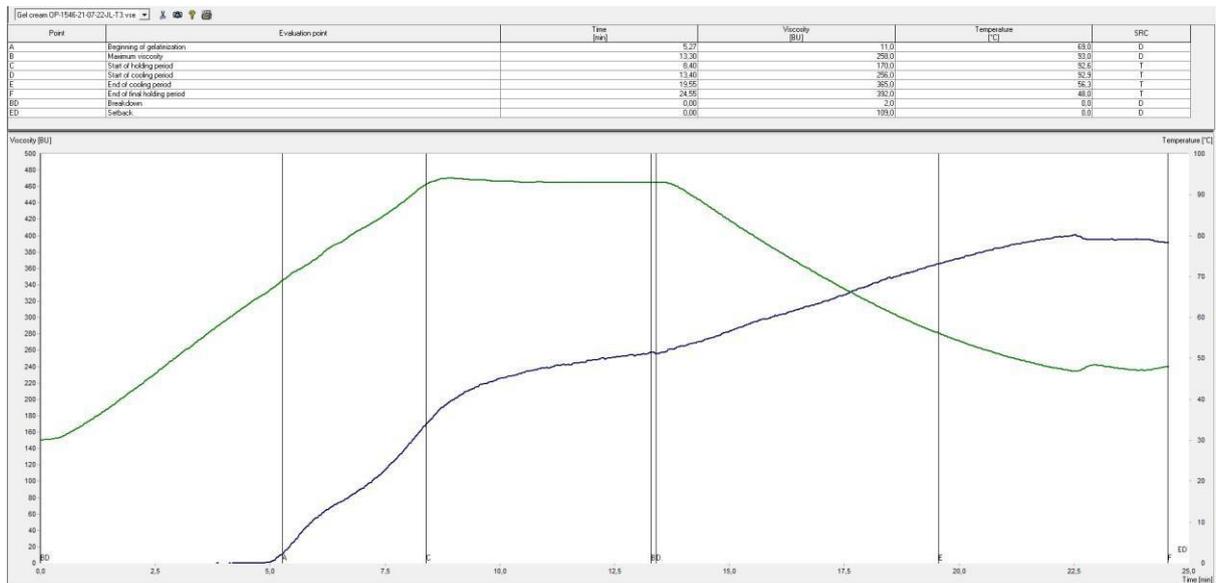


Figura 4. Datos de validación Gel®Lact XP en escala de laboratorio.

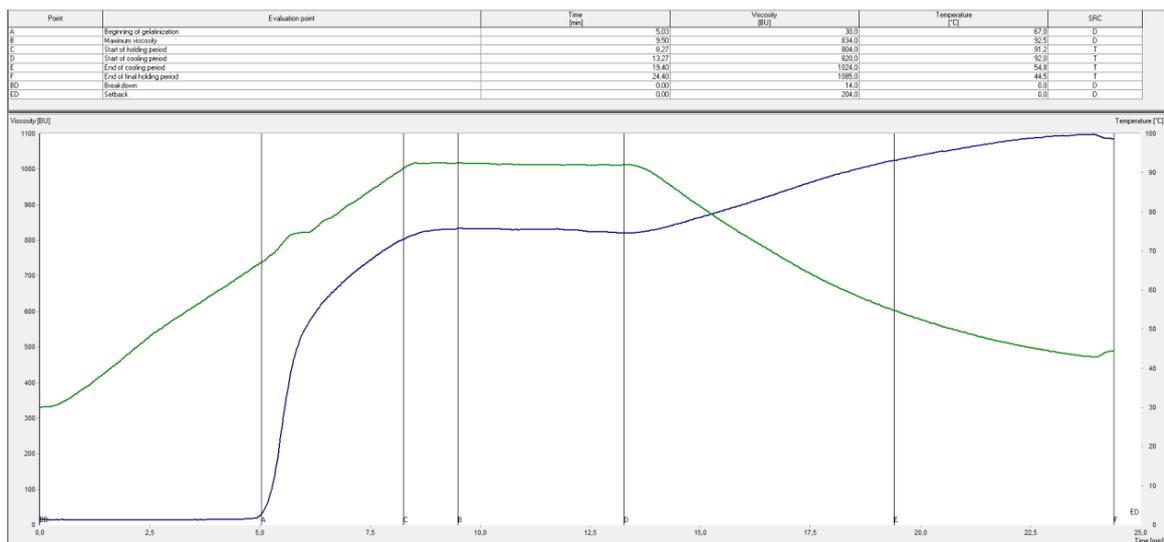


Figura 5. Datos de validación Gel®Lact XP en escala de laboratorio.

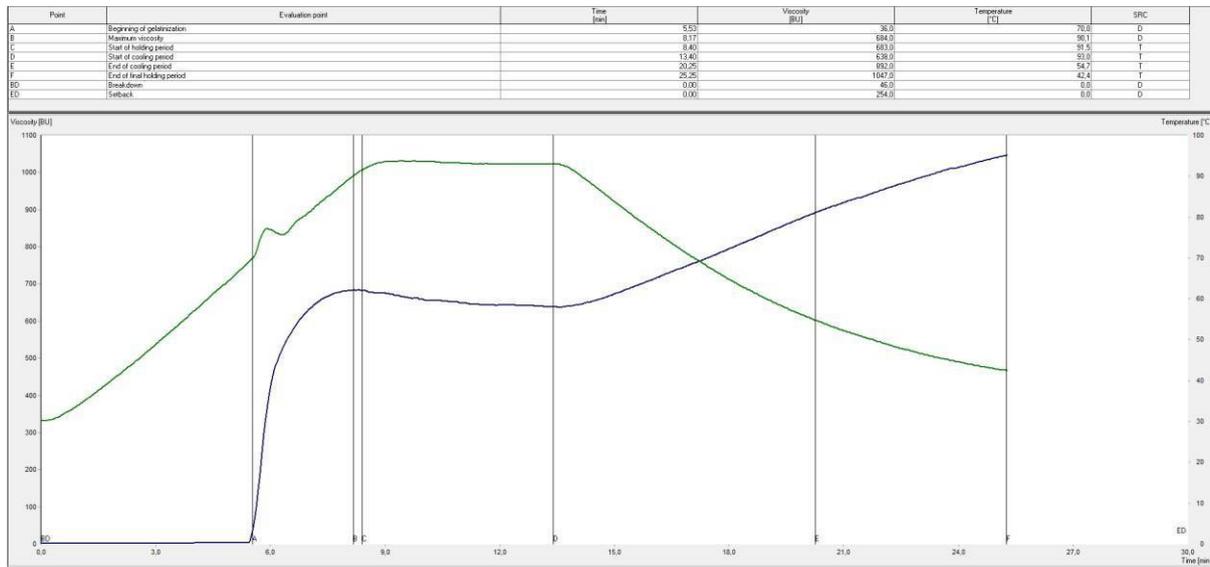


Figura 6. Datos de validación Gel®Cream en escala industrial.

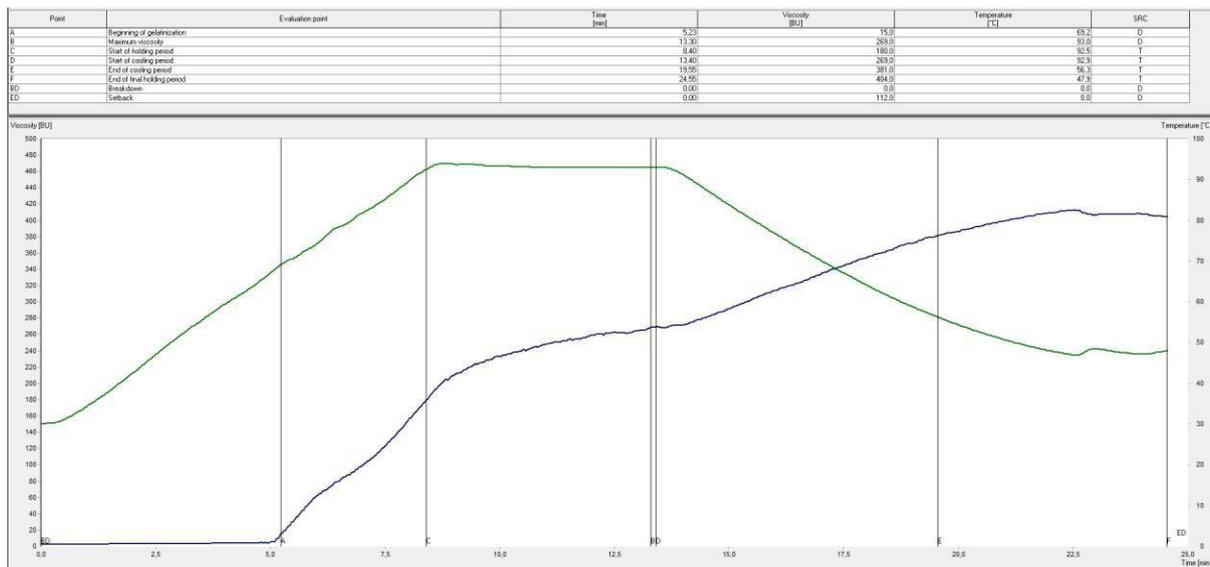


Figura 7. Datos de validación Gel®Lact XP en escala industrial.

Point	Evaluation point	Time [min]	Viscosity [BU]	Temperature [°C]	SRC
A	Beginning of gelatinization	4.63	25.0	64.3	D
B	Maximum viscosity	9.97	772.0	52.3	D
C	Start of holding period	9.27	769.0	51.2	T
D	Start of cooling period	13.27	749.0	52.0	T
E	End of cooling period	19.40	563.0	54.6	T
F	End of final holding period	24.40	1039.0	43.8	T
ED	Break-down	0.00	14.0	0.0	D
CD	Setback	0.00	293.0	0.0	D

