**VARIACIÓN DE LOS TIEMPOS DE FERMENTACIÓN DE ALMIDÓN AGRIO Y**

**DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL TORNILLO DE UN EXTRUSOR DE**

**USO SENCILLO EN LA OBTENCIÓN DE ALMIDÓN TERMOPLÁSTICO**

**VARIATION OF BITTER STARCH FERMENTATION TIMES AND SPEED**

**ROTATION OF THE SCREW OF SIMPLE USE EXTRUSOR IN**

**THERMOPLASTIC STARCH OBTAINING.**

MÓNICA LUCÍA BERNAL2, SOFIA NATALIA DÍAZ1, HAROLD ACOSTA2, HÉCTOR SAMUEL VILLADA3,

ANDRES TORRES4, AURA ELVIRA NARVÁEZ5, JUAN MANUEL ESCANDON5, BERNARDO OSPINA3

**PALABRAS CLAVE:**

Almidón termoplástico, extrusión,

esfuerzo, elongación.

**KEY WORDS:**

Thermoplastic starch, extrusion,

yield stress, elongation.

**RESUMEN**

*Se extruyeron mezclas de almidón, un polialcohol y una base nitrogenada a*

*temperatura constante y a tres velocidades de tornillo, para determinar el*

*efecto del tiempo de fermentación de almidón agrio y de la velocidad del*

*tornillo, en la manufactura de almidón agrio termoplástico de dos varieda-*

*des de yuca. Algunas propiedades físico-químicas y mecánicas de los*

*extruidos fueron evaluadas. Los mayores esfuerzos fueron observados a*

*tiempos de fermentación de 5 y 15 días (2.68 y 2.67 MPa respectivamente).*

*La influencia de la velocidad del tornillo en el esfuerzo y en la elongación fue*

*significativa; a la más baja velocidad de tornillo (130 rpm), se obtuvieron*

*valores menores de esfuerzo y de porcentajes de elongación, 2.37 MPa y*

*19.73% respectivamente. A 135 rpm, se obtuvieron esfuerzos y porcentajes*

*de elongación mayores (2.63 MPa y 22.03%, respectivamente). Estos resul-*

*tados establecen las bases para determinar las condiciones de procesa-*

*miento para la manufactura de almidón termoplástico de almidón agrio,*

*materia prima de empaques biodegradables.*

**ABSTRACT**

*Mixtures of starch, a polialcohol and a nitrogen source were extruded at*

*constant temperature and three screw speeds, to determine the effect of*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Recibido para evaluación: Diciembre 9 de 2004. Aprobado para publicación: Febrero 8 de de 2005.

1 Escuela de Ingeniería Química.

2 Profesor Depto. Ingeniería de Alimentos, Universidad del Valle, Cali.

3 Estudiante de doctorado en Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Valle y Profesor de la Universidad del Cauca, Popayán.

4 Profesor de la Universidad del Cauca, Popayán.

5 Directora e Instructor CDT ASTIN-SENA, Cali.

6 Director Ejecutivo Clayuca-CIAT, Cali.

Correspondencia: Harold Acosta. e\_mail: hacostaz@yahoo.com

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Vol 3 No.1 Marzo 2005

9

*starch fermentation times and screw speed onto two cassava varieties used to manufacture sour cassava thermoplastic*

*starch. Some physico-chemical and mechanical properties were evaluated. Larger stress was obtained for 5 and 15*

*days of fermentation (2.68 and 2.67 Mpa, respectively). Influence of screw speed on stress and elongation was*

*significant; at lower screw speeds (130 rpm), lower stress and elongation values were obtained, 2.37 MPa and*

*19.73%, respectively. At 135 rpm, stress and elongation values were higher (2.63 MPa and 22.03% respectively).*

*These results set up the basis to determine processing conditions to manufacture sour cassava starch thermoplastics,*

*an intended raw material for biodegradable packaging.*

**INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas ha crecido la necesidad de encon-

trar alternativas para los productos derivados del petróleo

debido a consideraciones ambientales. Una de estas, es

la utilización del almidón por ser un material renovable,

biodegradable, de bajo costo y de un potencial alto en

aplicaciones alimenticias y no alimenticias. (1-4)

La tecnología de extrusión es ideal para producir precur-

sores de empaques biodegradables por desarrollar va-

rias operaciones unitarias en una pasada, por ejemplo,

destrucción de microorganismos, desnaturalización de

proteínas y/o enzimas, gelatinización de almidón,

polimerización o gelatinización de almidón,

polimerización o depolimerización de proteínas y por úl-

timo, texturización y conformación del producto final en

una forma deseable.

Gracias al control de las variables importantes del pro-

ceso (velocidad y tipo de tornillo, perfil de temperatura,

humedad, velocidad de alimentación y forma o tamaño

del dado), es posible una amplia gama de tratamientos

termomecánicos, como es la producción de almidones

termoplásticos. (1)

El almidón termoplástico (TPS) es un producto que puede

ser utilizado en lugar de los termoplásticos sintéticos,

que son difíciles de recoger y reciclar. (4) El TPS es

ambientalmente amigable, ya que se compone de mate-

ria prima que se regenera y que al quemarse o degradar-

se tiene un ciclo cerrado que produce dióxido de carbo-

no y agua. Además, en este tipo de productos se utilizan

aditivos naturales o sintéticos no-tóxicos de acuerdo

con las normas de la FDA (Food and Dr ug

Administration). (5)

Este trabajo forma parte de un esfuerzo investigativo

conjunto entre la Universidad del Valle, Centro ASTIN

del Sena y Clayuca-CIAT. El esfuerzo se centra en el

estudio de la modificación bioquímica y físico-química

de almidones de yuca, que luego son extruidos para

producir almidones termoplásticos, precursores de

bioempaques.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

**Materiales**

Se usaron almidones de yuca de las variedades MBra

383 e ICA Catumare 1578-3, los cuales fueron fermen-

tados a tiempos de o a 30 días. La fermentación se hizo

en la rallandería Yarumal, corregimiento de La Agusti-

na, Cauca y se tomaron muestras cada 5 días incluyen-

do el día cero.

Se hicieron mezclas de proporciones definidas de estos

almidones con un polialcohol y una base nitrogenada,

las cuales fueron luego extruidas.

**Análisis Proximal**

Se caracterizó el almidón por análisis proximal, deter-

minando humedad (norma GTC 1), cenizas (norma ISO

2171), proteína (norma ISO 1871), extracto etéreo y fi-

bra cruda (NTC 668).

**Extrusión**

Se utilizó un extrusor de husillo simple (tipo torpedo,

cónico, sin segmentación, longitud 81 cm, diámetro 1.5

cm, boquilla 8 mm de diámetro y de sección de reposo

interna de la boquilla de 1.5 cm; entrada cónica a la bo-

quilla; longitud del barril de 83 cm). La variable de opera-

ción estudiada fue velocidad de tornillo (a tres valores), el

perfil de temperatura promedio fue constante a 130ºC.

**Propiedades Mecánicas**

Las propiedades mecánicas se evaluaron en una má-

quina Universal de ensayos, Instron (GoodBrand, USA),

según la norma técnica ASTM método D638M. Las

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **9DULHGDG** | **W IHUPHQWDFLyQ****GtDV** | **+XPHGDG** | **&HQL]D** | **\*UDVD** | **)LEUD** | **3URWHtQD** |
| 0%UD      |   |      |      |     |      | 1 '  |
|    |      |      |     |      | 1 '  |
|    |      |      |     |      | 1 '  |
|    |      |      |     |      |     |
| ,&$&DWXPDUH       |   |      |      |      |      | 1 '  |
|    |      |      |      |      |     |
|    |      |      |     |      |     |
|    |     |      |     |      |     |

**Tabla 1.** Análisis Proximal para almidón de yuca de dos variedades

Nota: N.D.: No Detectable por el método empleado.

10

muestras se cortaron con bisturí y se equilibraron du-

rante tres días en una cámara ambiental hasta alcanzar

una humedad relativa constante de 68% a una tempera-

tura de 23°C. Se evaluaron los resultados de esfuerzo y

la elongación máxima, utilizando un programa de reco-

rrido de 150 mm, una velocidad en el cabezal de 40

mm/min, una celda de carga de 2000 Kg y una rata de

recolección de datos de 20 puntos/seg). La unidad ex-

perimental fue de tres cintas de TPS extruido de 170

mm para cada uno de los tratamientos.

**Análisis de Datos**

Se usó un diseño experimental factorial de parcelas con

doble subdivisión completamente aleatorizado con tres

factores. La velocidad de tornillo se varió a tres niveles,

130, 135 y 140 rpm; dos niveles de variedad de yuca,

MBra 383 e ICA Catumare 1578-3 y el tiempo de fermen-

tación a siete niveles, 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días, para

un total de 42 muestras, con 3 réplicas. Todas las prue-

bas se probaron a un nivel de confianza del 95%. El aná-

lisis estadístico se realizó con el programa SAS usando el

procedimiento general de modelos lineales, utilizando una

prueba de comparación múltiple LSD protegida de Fisher

para determinar la diferencia de las medias.

**Microscopía Óptica**

El almidón y las mezclas fueron observadas con un mi-

croscopio óptico (de Alta Resolución; NIKON

MICROPHOT adaptado a un software Leica Qwin). Las

muestras fueron analizadas siempre a 20x. El almidón

se colocó directamente en un portaobjetos utilizando

dos técnicas, Campo Claro y Contraste Diferencial de

Interferencias.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Vol 3 No.1 Marzo 2005

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Análisis Proximal**

La Tabla 1 presenta los resultados del análisis proximal

para almidones de las dos variedades de yuca analiza-

das. Se observa que el contenido de humedad oscila en

un rango entre 11 ± 2% para las dos variedades, lo cual

concuerda con el reporte en la literatura para almidón de

yuca, entre 11-13% [5] El tiempo de fermentación apa-

rentemente no influye este parámetro.

El contenido de ceniza se encontró en el rango 0.15 ±

0.1 %. Los valores reportados varían entre 0.22 ±

0.04% para almidón nativo y 0.19 ± 0.04% para almi-

dón fermentado (6). Las cenizas se atribuyen al conte-

nido natural de minerales y a la posible presencia de

materiales extraños debida a los tanques de fermenta-

ción y al proceso de secado.

Los microorganismos presentes en el almidón produ-

cen residuos metabólicos, que aumentan el contenido

de proteína en el material fermentado. (4) Esto está de

acuerdo con los resultados obtenidos.

**Efecto de las variables en las propiedades de me-**

**cánicas del extruido**

En la Tabla 2 se reportan los valores medios obtenidos

para cada una de las variables analizadas; lo mismo que

resultados de las pruebas Anova y Post Anova.

**Esfuerzo**

En la Tabla 2 se observa que a velocidades de tornillo de

**Gracias por evaluar Wondershare PDF Converter Pro 4.0.5.**

**Sólo puedes convertir 5 páginas en la versión de prueba.**

**Para conseguir la versión completa, pide el programa desde:**

[*http://cbs.wondershare.com/go.php?pid=1032&m=db*](http://cbs.wondershare.com/go.php?pid=1032&m=db)