

Extracción de taninos del banano verde de rechazo*

Ángela María Velásquez Valderrama¹

Línea de investigación: Bioprocesos

Tannin extraction from green rejected bananas

Resumen

Introducción: Una de las aplicaciones más evidentes de la práctica biotecnológica en la bioindustria es el proceso fermentativo con organismos como los hongos y las bacterias, los cuales a partir de un sustrato orgánico, obtienen la energía necesaria para su crecimiento y desarrollo. Durante el mecanismo cinético de crecimiento e inhibición celular, uso de sustrato y mantenimiento, se da simultáneamente la formación de productos metabólicos de desecho de gran importancia industrial. **Objetivo:** Determinar la eficacia del método de extracción en seco con esporas del hongo *Rizhopus sp.*, en la remoción de los taninos presentes en el banano de rechazo (boleja). **Materiales y métodos:** la remoción de taninos del banano verde de rechazo se hizo mediante un proceso fermentativo en estado sólido con esporas de *Rizhopus sp.*, en un fermentador a escala de laboratorio, que cercanamente simulara las condiciones biológicas, físicas, químicas, térmicas y dinámicas del proceso a escala piloto. El análisis cualitativo de taninos se efectuó mediante el uso de cartas colorimétricas que se detallan en la literatura. El análisis cuantitativo, se realizó mediante espectrofotometría ultravioleta, visible donde las muestras fueron leídas a 700 nm y su absorbancia referida a ácido tánico. **Resultados:** El coeficiente de correlación lineal obtenido para la curva tiempo vs concentración para el banano verde sin cáscara fue de -0.9962, para el banano verde con cáscara de -0.9997 y para la cáscara de banano verde de -0.9982. **Conclusión:** La extracción en seco de los taninos presentes en la boleja es un método eficaz.

Palabras clave: Banano verde. Boleja. Extracción de taninos. Fermentación en estado sólido. *Rizhopus sp.*

Abstract

Introduction: One of the most evident applications of biotechnological practices in bioindustry is the fermentation process with organisms like fungus and bacteria. They obtain the energy they need to grow and develop themselves from an organic substrate. During the kinetic mechanism of cellular growth and inhibition, use of substrate and maintenance, metabolic products of waste are produced simultaneously, and they are very important for industry. **Objective:** To determine the efficacy of the dry extraction method with spores of the *Rizhopus sp.* fungus in the removal of tannins from green rejected bananas (boleja). **Materials and methods:** The tannin removal was made by a fermentation process in solid state with *Rizhopus sp.* in a laboratory scale fermentator that simulated the biological, physical, chemical, thermic and dynamic conditions of the process at a pilot scale. The qualitative analysis was made by the use of colorimetric charts, as shown in detail in the literature. The quantitative analysis was made by the ultraviolet spectrophotometry, visible where the samples were read at 700 nm and their absorbance referred to tannic acid. **Results:** The coefficient of lineal correlation obtained for the curve time vs concentration for the green banana with no peel was -0.9962, for the green bananas with their peels, was -0.9997 and for the peel of green banana was -0.9982. **Conclusion:** The dry extraction of tannins present in the green rejected bananas is an effective method.

Key words: Green banana. Boleja. Tannin extraction. Extraction in a solid state. *Rizhopus sp.*

* Investigación financiada con apoyo del Fondo de Fomento a la Investigación de la Corporación Universitaria Lasallista

¹ Ingeniera Química, Candidata a Magíster en Gerencia del Desarrollo de la Universidad Pontificia Bolivariana, profesora de la Facultad de Ingenierías de la Corporación Universitaria Lasallista

Correspondencia: Ángela María Velásquez Valderrama email: anvelasquez@lasallista.edu.co

Fecha de recibo: 27/01/2006; Fecha de aprobación: 21/02/2006

Introducción

Se estima que de un 10 a un 20% del total de fruta que se produce en las zonas bananeras de Urabá (Antioquia) es de rechazo.¹

El banano verde de rechazo (boleja) puede ser aprovechado en la alimentación animal, si se incrementa su contenido de proteínas disponible y se disminuye el contenido de taninos, ya que posee un bajo contenido en fibra y proteína y un alto contenido en taninos.^{2,3}

El desarrollo de la biología molecular y de la ingeniería genética, los recientes y acelerados avances científicos y tecnológicos de la biotecnología y las necesidades actuales: protección del medio ambiente, nuevas formas de energía, aseguramiento de los recursos alimenticios y la biologización de la industria química, han hecho que en el siglo XXI se dé una nueva revolución industrial, la era bioindustrial.

Una de las aplicaciones más evidente de la práctica biotecnológica en la bioindustria es el proceso fermentativo con organismos como los hongos y las bacterias, los cuales a partir de un sustrato orgánico, obtienen la energía necesaria para su crecimiento y desarrollo. Durante el mecanismo cinético de crecimiento e inhibición celular, uso de sustrato y mantenimiento, se da simultáneamente la formación de productos metabólicos de desecho de gran importancia industrial.

La fermentación es la base de cualquier proceso biológico, por ello, el manejo estricto de las variables que en ella intervienen, constituye una herramienta necesaria para obtener los resultados esperados.

El presente artículo pretende dar a conocer los resultados obtenidos en la disminución del contenido de taninos del banano verde de rechazo, por medio de la extracción en seco con *Rhizopus sp.*, dándole así continuidad a la primera fase del proyecto de investigación: "Extracción de taninos presentes en el banano verde"⁴, en la que se reportaron los resultados obtenidos en la disminución del contenido de taninos de la boleja, por medio de la extracción con solventes.

Materiales y métodos

Extracción en seco de taninos

Se construyó un sistema a escala laboratorio para llevar a cabo el proceso de fermentación en estado sólido, que cercanamente simulara las condiciones físicas, térmicas, biológicas y químicas del fermentador a escala piloto.

El sistema de fermentación estuvo compuesto por una caja en madera con ocho compartimientos de igual capacidad (**31 x 19 x 10 cm³**) y una tapa provista de una malla con diámetro de abertura de **1 mm** para controlar la aireación al interior del fermentador. Las condiciones biológicas, físicas, químicas, térmicas y dinámicas del proceso de fermentación en estado sólido a escala laboratorio pueden ser observadas en la tabla 1.

Se especificaron tres materias primas: banano verde sin cáscara, banano verde con cáscara y cáscara del banano verde.

Cada materia prima se sometió a un análisis previo tanto cualitativo como cuantitativo de contenido de taninos, utilizando cartas colorimétricas y espectrofotometría ultravioleta-visible.

Se estableció la cantidad 50.00 g, como la medida de masa para almacenar en cada uno de los compartimientos de la caja de extracción, es decir, que se completaron ocho muestreos por cada tipo de materia prima.

Durante cada corrida experimental, siete de los ocho compartimientos de la caja de extracción, se inocularon paralelamente con las esporas del *Rhizopus sp.*, procurando mantener constante la masa de esporas empleada, $\bar{W}_{\text{esporas}} = 0.0080\text{g}$. El compartimiento que no se inoculó con las esporas del hongo, fue usado como un blanco. (Figura 1)

Una vez realizada la inoculación, se encendió el sistema de aireación por un periodo continuo de cuatro horas, pasado este tiempo se apagó. Luego se continuó la fermentación por espacio de veinte horas sin aireación.

Tabla 1. Condiciones biológicas, física, químicas, térmicas y dinámicas del proceso de fermentación en estado sólido a escala laboratorio

Denominación	Descripción
Condición termodinámica del aire de salida de la caja de fermentación.	Saturado
Características de la fuente de energía y materia prima.	Masa sólida, porosa, húmeda pero sin agua libre.
Fuente de energía y materia prima.	Banano verde de rechazo (boleja)
Masa promedio de esporas alimentado a cada compartimiento.	$\bar{W}_{\text{esporas}} = 0.0080\text{g}$
Masa total promedio presente en cada compartimiento del fermentador, al comienzo del proceso.	$\bar{W}_{\text{esporas+muestra}} = 50.0080\text{g}$
Método para la eliminación del calor metabólico	Aireación forzada con ayuda de un ventilador de hélice (54W), manipulando el flujo de aire que se fuerza a través del sustrato, sin manipular su humedad.
Microorganismo	Esporas del <i>Rhizopus sp</i> susceptibles de reproducirse.
Periodo total de fermentación	192 horas
Régimen laminar	$N_{Re} < 10$
Empeller	Paleta plana de dos hojas
Temperatura promedio de operación	[18;21.1]°C
Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración homogénea del sustrato. • Pérdidas mínimas de masa y energía por acumulación de aire en la cámara de fermentación. • Acumulación mínima de aire en la cámara de fermentación.

Tabla 2. Tipo y cantidad de materia prima por cada muestreo

Muestra	Tipo de materia prima	Cantidad en gramos / muestreo	Número de muestreos
A	Banano verde sin cáscara	50.00 g	8
B	Banano verde con cáscara	50.00 g	8
C	Cáscara del banano verde	50.00 g	8

este crecimiento como para la formación de los metabolitos deseados. Dentro de los métodos de eliminación del calor, se encuentra el de la aireación forzada con sus múltiples variantes: (1) mediante flujo constante de aire y controlando la humedad de éste; (2) mediante flujo de aire variable, preferentemente seco, para aumentar su capacidad evaporadora y (3) mediante la manipulación, tanto del flujo como de la humedad del aire.

Evolución de la concentración de taninos

La extracción de taninos se midió por el cambio de la concentración en el tiempo, utilizando la espectrofotometría ultravioleta-visible donde las muestras fueron leídas a 700 nm y su absorbancia

referida a ácido tánico. Con los datos obtenidos se construyeron curvas de tiempo contra concentración y se efectuó un análisis de regresión lineal, calculando el coeficiente de Pearson (r).

Resultados

Análisis preliminar cualitativo y cuantitativo de taninos.

Análisis cualitativo

En la tabla 4 se aprecia el resultado del estudio colorimétrico cualitativo de taninos al que se sometieron los tres tipos de materia prima antes de iniciar el proceso fermentativo, reveló diferentes tonalidades del verde y del azul en las muestras.

Tabla 4. Resultados del estudio colorimétrico cualitativo de cada materia prima antes de la extracción

Tipo de materia prima	Color obtenido	Contenido
Banano verde sin cáscara	Azul	Contenido medio de taninos
Banano verde con cáscara	Verde oscuro	Alto contenido de taninos
Cáscara del banano verde	Verde	Alto contenido de taninos

Análisis cuantitativo

El parámetro evaluado en el estudio colorimétrico cuantitativo de taninos al que se sometieron los tres tipos de materia prima antes de iniciar el

proceso fermentativo, fue el grado de asociación lineal entre las variables: **absorbancia, A**, y **volumen, mililitros**, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 5:

Tabla 5. Coeficientes de correlación para las curvas de calibración* por materia prima antes de la extracción

Tipo de muestra Curva de calibración	Banano verde sin cáscara	Banano verde con cáscara	Cáscara del banano verde
Muestra sin gelatina	0.9977	0.9999	0.9686
Muestra con gelatina al 25%	0.9999	0.9996	0.9961

* Curva de calibración del ácido tánico: $A=0.0443+ 0.0114 C$ (A: absorbancia, C:concentración, ppm), a un coeficiente de correlación lineal r entre 0.9945 y 0.9983.

Resultados de la evolución de la concentración de taninos en el tiempo

Análisis cualitativo

El resultado del estudio colorimétrico cualitativo

de taninos al que se sometieron los tres tipos de materia prima después de la extracción, reveló diferentes tonalidades del amarillo y del azul en las muestras, según se aprecia en la tabla 6:

Tabla 6. Resultados del estudio colorimétrico cualitativo de cada materia prima después de la extracción

Tipo de materia prima	Color obtenido	Contenido
Banano verde sin cáscara	Amarillo	Bajo o nulo contenido de taninos
Banano verde con cáscara	Amarillo azulado	Bajo o nulo contenido de taninos
Cáscara del banano verde	Amarillo azulado	Bajo o nulo contenido de taninos

Análisis cuantitativo

El parámetro evaluado en el estudio colorimétrico cuantitativo de taninos al que se sometieron los tres (3) tipos de materia prima después de la

extracción, fue el grado de asociación lineal entre las variables: **tiempo, horas, vs. concentración de taninos, %masa**, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 7:

Tabla 7. Resultados la evolución de la concentración de taninos en el tiempo

Tipo de materia prima	Banano verde sin cáscara	Banano verde con cáscara	Cáscara del banano verde
Coefficiente de correlación para la curva: <i>Concentración de taninos, %masa, vs. Tiempo, horas.</i>	- 0.9962	- 0.9997	- 0.9982

Discusión

El resultado del análisis colorimétrico efectuado a las materias primas antes del proceso de extracción con esporas del hongo *Rhizopus sp*, confirma las características fenólicas de los compuestos en ellos contenidos y su particularidad como taninos, debido a la ausencia de los colores azul oscuro y verde oscuro en las muestras en las que se inocularon con el hongo.

El hecho de que los taninos no figuren en las muestras de banano verde sin cáscara, banano verde con cáscara y cáscara de banano verde, en las que se inocularon las esporas del *Rhizopus sp.*, determina la especificidad de este hongo para extraer de manera selectiva los compuestos tánicos.

Las curvas de calibración en el rango de las concentraciones examinadas, demostraron ser lineales por tener coeficientes de correlación mayores a 0.9000. Además es claro que el método espectrofotométrico, utilizado en la cuantificación de los taninos es selectivo, preciso, exacto

y menos engorroso que un análisis por valoración volumétrica.

Los valores - 0.9962, - 0.9997 y - 0.9982 obtenidos para el coeficiente de correlación lineal de Pearson, correspondientes a las curvas: **tiempo vs. concentración de taninos**, para el banano verde sin cáscara, el banano verde con cáscara y la cáscara de banano verde, respectivamente, indican que existe un buen grado de asociación lineal entre estas dos variables numéricas, aunque inversa, es decir, que a medida que el tiempo transcurría la cantidad de taninos presentes en la materia prima disminuía.

Simultáneamente con la disminución de la cantidad de taninos presentes en la materia prima, se observaron incrementos significativamente positivos en la cantidad de biomasa del *Rhizopus sp.* en las materias primas inoculadas con las esporas del hongo.

Reuniendo todas las evidencias cualitativas y cuantitativas encontradas durante cada corrida experimental, podemos afirmar que el método de

extracción en seco con esporas del hongo *Rhizopus sp.* es eficaz en la remoción de taninos.

Referencias

1. HINCAPIÉ Noreña, Andrés Felipe. Ensilaje del banano en Urabá. [17-Ene-2005] URL disponible en http://www.agro.unalmed.edu.co/agrodocs/index.php?link=ver_docs&id=86
2. WONG, E. Plant phenolics. In: G.W. Butler and R.W. Bailey (Ed.) *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Vol. 1 pp: 265-322. Academic Press. London. 1973.
3. GARCÉS, Molina Adelaida María. Detoxificación de banano verde: En: *Revista Lasallista de Investigación*. Vol 1, No. 1 (2004); p. 10 – 15.
4. VELÁSQUEZ Valderrama, Ángela María. Extracción de taninos presentes en el banano verde. En: *Revista LASALLISTA de Investigación*: Volumen 1, Número 2, 2005. p. 17 a 22.
5. LASTRA, Valdés Humberto, RODRÍGUEZ, Leyes Eduardo y otros. Método analítico para cuantificación de taninos en el extracto acuoso de romerillo. [24-Nov-2004] URL disponible http://www.bvs.sld.cu/revistas/pla/vol5_1_00/x#x