

para ellos es la administración en todos los campos investigativos.

En conclusión, dando a conocer algunas de las expectativas que tengo hacia lo que la administración significa en mi vida personal. En verdad hace parte fundamental en la vida del ser humano y de las herramientas suficientes para la toma de decisiones en el proyecto de vida de cada uno. Es importante resaltar que el proceso de administración es una base fundamental para investigar y de esta manera estaríamos generando conocimiento pues en estos tiempos el que lo posea tiene fuerza de poder. De esta manera es elemental conocer que la administración dejó de ser algo innecesario para convertirse en: "el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar los esfuerzos de los miembros de la organización y de aplicar los demás recursos en ellas para alcanzar las metas establecidas."<sup>4</sup>

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta 2005. 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservado todos los derechos.
- CARDONA RAMIREZ, Carlos. Fundamentos de Administración. Ecoe Ediciones, 1999
- CHIAVENATO, Idalberto. Introducción a la Teoría de la Administración. Mc Graw Hill, 2001.
- HERNANDEZ Y RODRIGUEZ, Sergio. Fundamentos de Administración. Editorial Interamericana. STONER, James. FREEMAN, Edward. GILBERT, Daniel Jr. Administración. Prentice Hall, 1996
- SCHERMERHORN, Jhon. Administración. Limusa Wiley, 2003.

---

# **REVALORIZACION DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA DE LA REGIÓN BOYACENSE PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPROTEINA**

**Reyes J, Carreño N, Páez P, Chaparro J.**  
Grupo de investigación en Química Ambiental

## **RESUMEN**

Se realizó la revalorización de los residuos de tres industrias alimentarias de la región boyacense mediante la transformación en bioproteína de levadura

<sup>4</sup> STONER, James. Administración. Pág. 19

*Saccharomyces Cerevisiae*, con producción porcentual en biomasa del 15% y 5%, para los sustratos lactosuero, melote y opuntia, respectivamente. Los procesos se llevaron a cabo a condiciones controladas de pH, temperatura, aireación y agitación constante en un fermentador aerobio.

A la bioproteína obtenida se le realizó el análisis bromatológico para los parámetros de proteína, la humedad y cenizas. Los resultados respecto al contenido de proteína, del 16% obtenida a partir de lactosuero como sustrato, es similar al contenido de las proteínas de referencia como el huevo, por lo que se propone el uso potencial como fuente de proteína para la alimentación de animales.

**Palabras clave:** Bioproteína, *Saccharomyces Cerevisiae*, Lactosuero, Opuntia, Melote

## **INTRODUCCIÓN**

La producción de bioproteína se presenta como una alternativa alimenticia para animales debido a sus características nutricionales, facilidad de obtención y la posibilidad de aprovechar los múltiples sustratos, considerados como residuos de la industria alimentaria. Estos desechos sin tratamiento se vierten o depositan en el medio ambiente, contaminando el entorno y a la vez, se desaprovechan los nutrientes que contienen.

El grupo de investigación en Química Ambiental GIQUA de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, U.P.T.C., realizó la revalorización de los residuos generados por las principales industrias de la región, láctea, panelera y de frutas.

En consecuencia se planteó como alternativa para manejo ambiental, el aprovechamiento de los residuos para la producción de bioproteína: a través de una fermentación con *Saccharomyces Cerevisiae* y su utilización como suplemento para la alimentación de rumiantes.

Los sustratos seleccionados, suero lácteo, que contiene gran proporción de lactosa disuelta (Hernandez, 1999), el melote, residuo de la industria panelera con gran cantidad de azúcares (Alza, 2007) y cladidos de cactus higo, que presenta alto contenido de monosacáridos, disacáridos y polisacáridos (Guzman, 2006), para ser transformados por los microorganismos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Sustratos**

El suero lácteo se suministró semanalmente por una empresa productora de queso de la ciudad de Tunja, el cual se desproteinizó con ácido tricloroacético para eliminar interferencias proteicas. El cactus se obtuvo de un cultivo de Higos

en Villa de Leyva, se cortó en pequeños trozos y por maceración se le retiraron los polielectrolitos naturales, posteriormente se dejó secar por 6 horas, antes de inocular (Oliveira, 2001). El melote obtenido en la Hoya del Río Suárez, se adicionó directamente.

La levadura *Saccharomyces Cerevisiae* comercial se activó en un medio con extracto de levadura y glucosa, por 6 horas con agitación y temperatura controlada de 25 °C. (Páez, 2008).

Antes de inocular los sustratos se diluyeron en proporción de 1:10 con agua y se adicionaron sales minerales con el fin de suplir la nutrición de la levadura y regular el pH inicial de 4,5 (Páez, 2008).

### Proceso

Las fermentaciones se realizaron en un fermentador aerobio, acondicionado en el laboratorio del grupo de investigación en Química Ambiental de la U.P.T.C., las condiciones de fermentación de los sustratos se encuentran descritas en la tabla 1. Todas las fermentaciones se realizaron en condiciones de aireación y agitación.

**Tabla 1.** Condiciones de fermentación de los sustratos.

CONDICIONES DE FERMENTACIÓN		
SUSTRATO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (h)
Lactosuero	30	8
Melote	25	8
Opuntia	25	24

Fuente: autores

Durante las fermentaciones se determinó pH y densidad óptica, como parámetro de crecimiento de la levadura. La biomasa obtenida se extrajo y se secó a 30 C, para análisis bromatológico.

### Análisis Químicos

Los tres sustratos se caracterizaron mediante análisis bromatológico de humedad por AOAC 930.15/90, cenizas por la AOAC 940.26/90, fibra por AOAC 962.90/90, grasa por AOAC 920.39/90, proteína por el método de biuret AOAC 960.4/90 y azúcares reductores por método Iodométrico.

Para la caracterización de la bioproteína obtenida se realizó la determinación de proteína, determinación de humedad y cenizas.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

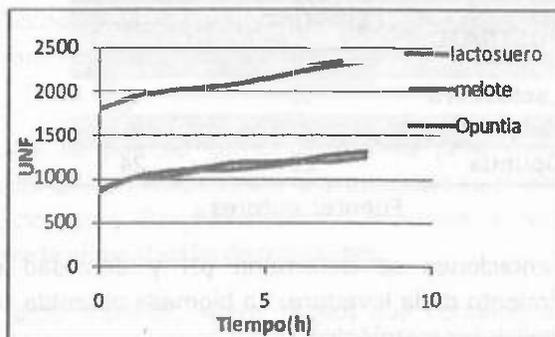
**Tabla 2.** Caracterización bromatológica de los diferentes sustratos utilizados.

Parámetro	Suero Lácteo	Melote	Opuntia
Humedad (%)	93,2	75,0	95,0
Cenizas (%)	0,63	4,0	0,9
Azúcares Reductores %	5,6	4,11	3,8
Fibra (%)	-	0,995	0,10
Grasa (%)	0.1	-	0,3
Proteína (%)	0,71	1,9	0,45

Fuente :Autores

El contenido de azúcares (necesarios para soportar la producción de bioproteína), es similar en los tres sustratos, sin embargo, el contenido de azúcares reductores en el lactosuero es considerable, comparado con los otros sustratos.

**Figura 1.** Densidad óptica de las fermentaciones con *S. Cerevisiae*.

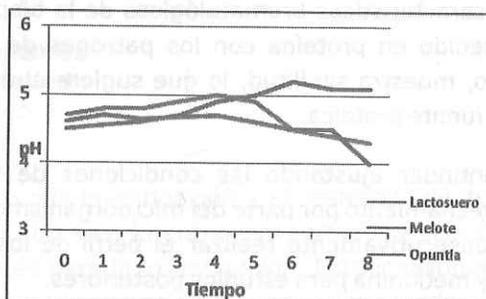


Fuente: Autores

En la gráfica 1. Densidad Óptica de las fermentaciones con *S. Cerevisiae*, se observa el crecimiento microbiano de las fermentaciones representado por la turbidez. El lactosuero muestra las mejores condiciones para el crecimiento de la levadura en comparación con el melote, lo que indica que las características de lactosuero usado como sustrato son óptimas para el crecimiento y nutrición del microorganismo. Lo que se comprueba al observar un contenido de biomasa obtenido en cada una de las fermentaciones, de 15% y 5% para el lactosuero, el melote y la opuntia respectivamente.

•Es importante resaltar que en ninguna de las fermentaciones realizadas se registró la fase de latencia, lo que indica que la levadura no aprovecho totalmente los sustratos.

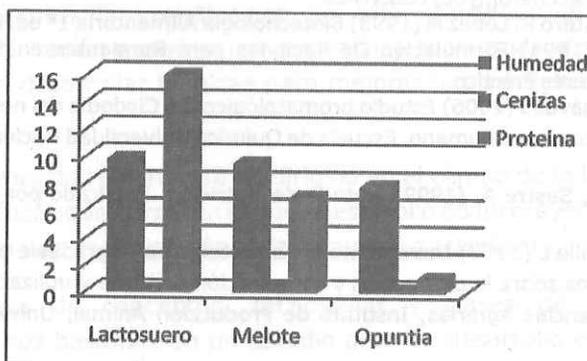
•Figura 2. Cambios de pH sobre sustratos fermentados con *Saccharomyces Cerevisiae*



Fuente: Autores

En la gráfica 2 Cambios de pH sobre sustratos fermentados con *Saccharomyces cerevisiae*, se muestra el comportamiento del pH, durante la fermentación de los sustratos, el cual manifiesta un comportamiento similar en todos los tres procesos.

Figura 3. Comparación bromatológica de la Bioproteína a partir de las fermentaciones con *S. Cerevisiae*.



Fuente: Autores

En la figura 3. Comparación bromatológica de la Bioproteína a partir de las fermentaciones con *S. Cerevisiae*. Se observa que la biomasa obtenida utilizando como sustrato el lactosuero contiene mayor cantidad de proteína en comparación con la obtenida a partir de la Opuntia y el melote respectivamente.

## CONCLUSIONES

-La revalorización de los residuos de la industria alimentaria de la región muestra que la bioproteína obtenida a partir de la fermentación del suero lácteo con *S. Cerevisiae* en comparación con el melote y la opuntia, presenta mayor contenido de proteína.

-En cuanto a las características bromatológicas de la bioproteína obtenida, al comparar el contenido en proteína con los patrones de referencia, como la proteína de huevo, muestra similitud, lo que sugiere el uso potencial de esta bioproteína como fuente proteica.

-Es necesario continuar ajustando las condiciones de fermentación para favorecer el aprovechamiento por parte del microorganismo de los nutrientes de los sustratos y consecutivamente realizar el perfil de los aminoácidos para determinar lisina y metionina para estudios posteriores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anupama, Pogaku Ravindra (2001) Studies on Production of Single Cell Protein by *Aspergillus niger* in Solid State Fermentation of Rice Bran Brazil.
- Chacón A (2004) Perspectivas Actuales de la Proteína Unicelular (SCP) en la agricultura y en la Industria. Costa Rica.
- FAO (1981) Amino acids content of foods and biological data on proteins. UN Food and Agriculture Organization. Nutritional studies
- Fajardo E, Sarmiento S, (2007) Evaluación de la melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*.
- García G, Quintero R, López M (1993) Biotecnología Alimentaria 1ª ed. Limusa. México.
- González J, (1994) Formulación De Raciones para Rumiantes en Base Aminoácidos Digestibles: Interés Práctico.
- Guzmán D, Chávez J (2006) Estudio bromatológico del Cladodio del nopal (*opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. Escuela de Química Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Hernández M, Sastre A, (1999) Tratado de Nutrición. Publicado por Ediciones Díaz de Santos.
- Ibarra D, Latrille L (1998) Incremento en la proteína no degradable en rumen de vacas lecheras: Efectos sobre la producción y composición de leche y utilización de nutrientes. Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile.
- Official Methods of Analysis (1997) 16th Ed. 3rd Revision, A.O.A.C. INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. Method 991.20.
- Oliveira M, (2000) Production of fungal protein by solid substrate fermentation of cactus *cereus peruvianus* and *opuntia ficus indica*. Brazil.
- Vazquez C, (2005) Alimentación y Nutrición: Manual Teórico-práctico. Ediciones Díaz de Santos.
- Zaragoza C, Ayala J, Mendoza G (2001) Uso de *Saccharomyces Cerevisiae* y Monensina Sódica en Raciones con Distinto nivel de proteína para Vaquillas Holstein. México.