



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

#### OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA UNICELULAR A PARTIR DE LACTO SUERO.

**Autores:**

Ronnie Francisco Mora Lozano  
Cristian Israel Bravo Ruiz

**Directora:**

Dra. Lucía Cumanda Yépez Vásquez

**Asesores:**

Ing. Jimmy Cuarán  
Ing. Marcelo Vacas  
Ing. Carlos Paredes

**Ibarra-Ecuador  
2014**

**Lugar de investigación:**

Laboratorio de análisis físico químico y microbiológico de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Y ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

## Hoja de vida del investigador I



<b>NOMBRE</b>	RONNIE FRANCISCO MORA LOZANO
<b>DOCUMENTO DE IDENTIDAD</b>	100233209-4
<b>FECHA DE NACIMIENTO</b>	13 de Marzo de 1990
<b>LUGAR DE NACIMIENTO</b>	Ibarra
<b>ESTADO CIVIL</b>	Soltero
<b>DIRECCIÓN</b>	Imbabura-Ibarra-Eugenio Espejo y Miguel Albán 7-28
<b>TELÉFONO</b>	593 99 29 82 524/ 062 58 55 10
<b>E-MAIL</b>	rofrank13@yahoo.com

## Hoja de vida del investigador II



<b>NOMBRE</b>	CRISTIAN ISRAEL BRAVO RUIZ
<b>DOCUMENTO DE IDENTIDAD</b>	100381840-6
<b>FECHA DE NACIMIENTO</b>	06 de Febrero de 1990
<b>LUGAR DE NACIMIENTO</b>	Natabuela
<b>ESTADO CIVIL</b>	Soltero
<b>DIRECCIÓN</b>	Imbabura-Natabuela
<b>TELÉFONO</b>	593 98 44 42 188 / 062 90 66 29
<b>E-MAIL</b>	cristianisrael@ymail.com

## FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**MORA LOZANO, RONNIE FRANCISCO Y BRAVO RUIZ ,CRISTIAN ISRAEL.**  
Optimización De Parámetros Para La Producción De Proteína Unicelular A Partir Del Lactosuero/ TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra 9 de Octubre de 2014.

**DIRECTORA:** *Yépez Vásquez, Lucía*

La presente investigación tuvo como objetivo optimizar los parámetros para la producción de proteína unicelular a partir de lactosuero, logrando así que este desecho agroindustrial tenga un uso adecuado, evitando la contaminación ambiental en aquellas zonas donde es vertido, y a un futuro no muy lejano darle un valor agregado para el consumo animal y porque no decir que sea una fuente nutricional para el consumo humano.

**Ibarra 9 de Octubre de 2014**

**Dra. Lucía Yépez**  
**Directora de Tesis**

**Ronnie Mora Lozano**  
**Autor**

**Cristian Bravo Ruiz**  
**Autor**

## **ARTÍCULO CIENTÍFICO**

### **TÍTULO: “OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA UNICELULAR A PARTIR DE LACTOSUERO”**

#### **AUTORES:**

Ronnie Francisco Mora Lozano

Cristian Israel Bravo Ruiz

#### **DIRECTORA:**

Dra. Lucía Yépez

### **1 RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo optimizar los parámetros para la producción de proteína unicelular a partir de lactosuero, logrando así que éste desecho agroindustrial tenga un uso adecuado, evitando la contaminación ambiental en aquellas zonas donde es vertido, y a un futuro no muy lejano darle un valor agregado para el consumo de los animales y porque no decir que sea una fuente nutricional para el consumo humano.

Se utilizó como materia prima, el lactosuero, medio inoculador, levadura *Saccharomyces Cerevisiae* y como fuente de nitrógeno se utilizó Sulfato de amonio, el proceso fermentativo tuvo como factores un pH constante de 4.5, con una temperatura de 30°C, 200 revoluciones por minuto, y un tiempo de fermentación

de 18 horas. Por medio de los análisis realizados en el laboratorio físico químico y microbiológico, se obtuvo una biomasa proteica con una humedad de 10,19%, 10,8% de ceniza y un porcentaje de proteína de 42,23%.

### **ABSTRACT**

The present investigation had as objective the optimization of parameters for the production of single cell protein from lactosuero; achieving the main by-product of the milky industry so has an appropriate use, avoiding the environmental pollution in those areas where it is poured, to not grant him in a future very distant an added value for the animal consumption and a nutritional source for the human consumption.

## 2 PALABRAS CLAVE

Lactosuero, Proteína Unicelular, Fermentación, *Saccharomyces Cereviciae*.

## KEYWORDS

Lactosuero, Fermentation, Single cell protein, *Saccharomyces Cereviciae*.

## 3 INTRODUCCIÓN

El suero de leche, es un subproducto resultante de la elaboración de quesos el cual se distingue por su elevado valor nutritivo. Sin embargo, grandes cantidades de este subproducto no se aprovechan adecuadamente, y muchas veces se vierten en los ríos produciéndose una alta contaminación ambiental.

Los altos volúmenes de producción de suero de leche resultante de la elaboración de queso en Ecuador, el contenido de vitaminas y minerales de este subproducto, el bajo y el escaso aprovechamiento industrial, hacen posible su utilización como materia prima para la producción de proteína unicelular, y cuyos objetivos se plantean a continuación:

Estudiar la influencia del lactosuero fermentado con la ayuda de una levadura en la optimización de proteína unicelular, a través de:

- La construcción curvas de fermentación, en función de temperatura y tiempo.
- Probar parámetros óptimos de fermentación (temperatura y agitación).
- Analizar la calidad nutricional de producto final mediante pruebas físico-químicas (proteína, ceniza, humedad).
- Evaluar el rendimiento de la biomasa, mediante el balance de materiales.

## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental se llevó a cabo desde el 20 de Enero de 2014 hasta el 28 de Febrero de 2014.

### MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizó como inóculo *Saccharomyces cereviciae*: Levadura seca instantánea. Almacenado a temperatura ambiente (26 °C).

La investigación prácticamente consistió en tres etapas: **1)** Pre tratamiento del lactosuero, **2)** Fermentación y **3)** Separación del producto.

## **SUERO DE QUESO UTILIZADO**

Se utilizó suero de leche ácido residual de la fabricación de queso fresco con un pH de 4.3.

## **EQUIPO DE FERMENTACIÓN**

Biorreactor, diseñado especialmente para este tipo de fermentaciones, el cual consta de un frasco de fermentación capacidad de 5 litros, en cuyo interior se encuentra el agitador que es controlado por un rotor, unidades de toma de muestra, inoculación y salida de gases, un recirculador de agua, el mantenimiento de la temperatura y el pH se lo realizó por medio de un pHmetro.

## **DESPROTEINIZACIÓN Y CLARIFICACIÓN DEL LACTOSUERO**

Se tomaron muestras de 2200 ml de lactosuero a este se le agregó 28 ml de Ácido tricloro acético al 10% de concentración, seguidamente se llevó a ebullición. Luego se enfrió, se decantó y se filtró.

## **PROCESO DE FERMENTACIÓN**

Se tomo 2000 ml de lacto suero desproteínizado se introdujo en el

biorreactor controlando el pH a 4,5 a una temperatura de 30°C a esta solución se le agregó 150ml de Sulfato de Amonio. Posteriormente se añadió 10 ml de inóculo (*Saccharomyces cereviciae*), a una velocidad de 200 rpm. El procedimiento se realizó por un lapso de 22 horas.

Se realizó una curva gráfica de crecimiento indicando el tiempo óptimo en donde la fermentación llega a su zona estacionaria.

Una vez alcanzada la fase estacionaria se procedió a la centrifugación.

Terminada la centrifugación se separó el efluente de la biomasa húmeda, posteriormente se colocó en cajas petri las cuales fueron llevadas a la cámara de secado a 60 °C, hasta llegar a un peso constante.

## **5 RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Como se puede observar en el Gráfico 1, muestra que a las 18 horas de estar en el proceso de fermentación, alcanzo su punto óptimo de crecimiento de biomasa (5,58), en condiciones de (150 ml SO<sub>4</sub> (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 30°C y 200 rpm), en este lapso de tiempo la fuente de nitrógeno fue consumida en su totalidad, obteniendo así

la mayor cantidad de crecimiento microbiano con respecto a los de más tratamientos.

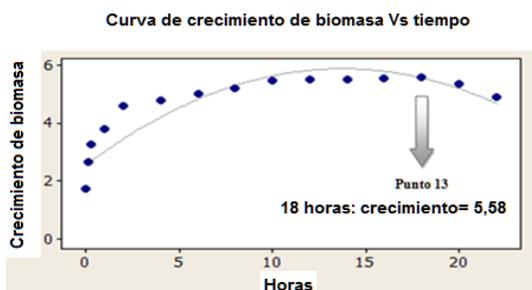


Gráfico 1. Tratamiento (ab)

## 6 CONCLUSIONES

El sulfato de amonio (Factor A), que se adicionó al lactosuero influyó directamente en la obtención de proteína unicelular, de lo que se concluye que es indispensable adicionar una buena fuente de nitrógeno  $\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$  al lacto suero.

La composición nutricional del producto obtenido se determinó mediante análisis físico-químico, concluyendo que el tratamiento cuatro (ab) es el mejor ya que presenta 10,19% de humedad, en comparación a los demás tratamientos que llegaron hasta un 17,70%, lo que asegura un producto con menor riesgo de contaminación.

Se determinó mediante el análisis físico-químico, el porcentaje de ceniza, concluyendo que el tratamiento cuatro (ab), presenta mayor porcentaje de ceniza (10,80%), lo que quiere decir que contiene mayor cantidad de minerales.

Al realizar el balance económico, se concluye que para producir 100g de proteína unicelular, a partir del lactosuero se necesitan 2,40 USD.

En la presente investigación se acepta parcialmente la hipótesis alternativa ya que la temperatura, y la fuente de nitrógeno si influyen en el rendimiento y la calidad nutricional de la proteína unicelular, no obstante la agitación no influyó en el proceso de la misma, sin embargo es necesario mantener una agitación constante, concluyendo que el mejor tratamiento es el (ab), con una Temperatura: 30°C, 150 ml de Sulfato de Amonio y 200 rpm, con una fermentación en un tiempo óptimo de 18 horas, produciendo 28,2 g de biomasa seca con 42,23% de proteína.

Se concluye que el lactosuero, principal subproducto de la industria láctea, puede ser utilizado en la transformación de productos útiles, como es el caso de la proteína unicelular, proporcionando un valor agregado a dichas industrias a la vez que se evita la contaminación ambiental.

## 7 RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer una investigación de otras fuentes de materias primas como los subproductos que se obtienen de la industria del café, banano, cacao, para producir proteína unicelular, a la vez que se puede emplear diferentes tipos de microorganismos como cepas bacterianas, y otros tipos de levaduras, como la *Kluyveromyces Marxianus*.

La fuente de nitrógeno que se adiciona en el proceso de fermentación para producir proteína unicelular, es indispensable para que los microorganismos crezcan y a su vez que produzcan mayor cantidad de biomasa, de tal manera que se recomienda hacer un análisis de otras fuentes de nitrógeno para producir proteína unicelular, como es el caso del fréjol o la soya.

La proteína unicelular podría emplearse en las diferentes áreas agroindustriales,

como suplemento proteico en la dieta balanceada esencialmente en los animales, sin embargo se recomienda hacer investigaciones para incluir a la proteína unicelular en la dieta nutricional humana.

## 8 BIBLIOGRAFIA

Allermann, K., & Olsen, J. (1991). *Biología Básica*. Zaragoza: Acribia, S.A.

Barroquio, V., Silverio, L., & Revilleza, R. (1976). Production of protein-rich animal feed supplement from cheese whey. *Rev Appl. Environ Microbiol*, 209-211.

Buitriago, G., Soto, L., Páez, G., Araujo, K., Mármol, Z., & Rincón, M. (2008). Continue production of single cell protein of *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* from diluted cheese whey. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 31-40.

Castrillo, D., Zaldivar, M., Alvarez, H., Villamil, P., & Bada, D. (1992). *Patente n° 9200513*. España.

Duran, B. (1986). Producción de proteína unicelular de desechos (PUCD) a partir de efluentes de la industrialización del

maíz para consumo humano. *Rev Tecnol. Aliment* , 19-26.

González, R. (2010). *Diseño de un proceso continuo para la obtención de lactoproteínas a partir del suero dulce de quesería utilizando bioreactores*. México: El Cid.

Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño experimental*. España: Mc Graw Hill.

Huerta, L. (2006). Revisión: Síntesis Enzimática de Galacto-oligosacáridos a partir de residuos de la industria láctea. *Rev Escuela de Ingeniería Bioquímica, Pontificia Universidad Católica de Chile* , 1-14.

Miranda, O., Ponce, I., Fonseca, P. L., Cutiño, M., Díaz, R. M., & Cedeño, C. (2009). Características físico-químicas de sueros en quesos. *Rev Cub Aliment Nutr* , 21-25.

Palmerín, D. M., Guevara, L., Villaseñor, F., & Pérez, C. (2011). Identificación de una levadura para producción de proteína unicelular. *Rev Ingeniería Bioquímica CIENCIA@UAQ* , 35-37.

Quintero, H., Rodríguez, M., Paez, G., Ferrer, J., Marmol, Z., & Rincón, M. (2001). Producción continua de proteína

microbiana (K. Fragilis). *Revista científica CFC-LUZ* , 88-89.

Zhadow, L. (2003). *Concentrados de proteínas del suero de leche*. Zaragoza: ACRIBIA, S.A.

Zumbado, W., Esquivel, P., & Wong, E. (2006). Selección de una levadura para la producción de biomasa: crecimiento en suero de queso. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* , 151-160.