



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE  
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**II EVENTO INTERNACIONAL**

**“LA UNIVERSIDAD EN EL SIGLO XXI”**

**PONENCIA: SIMPOSIO 2**

**UTILIZACIÓN DE LOS ESTABILIZANTES GOMA ARÁBICA, C.M.C Y  
GOMA XANTHAN PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT A BASE DE  
LACTOSUERO**

**AUTOR:**

**ING. RICARDO MONTESDEOCA PÁRRAGA**

**CALCETA, SEPTIEMBRE DE 2013**

## INTRODUCCIÓN

La leche es un alimento completo para los mamíferos recién nacidos. Dependiendo de la especie varía su composición: la de vaca contiene aproximadamente 5% de la lactosa, 3,2% de proteínas, 4% de grasa y 0,7% de minerales; es debido a su composición que su valor nutritivo es alto, ya que provee todos los componentes esenciales y en las proporciones adecuadas para el lactante (Aider *et al.*, 2009).

La industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía de países industrializados y en desarrollo. Aproximadamente 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como láctosuero, el cual retiene cerca de 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales. Algunas posibilidades de la utilización de este residuo han sido propuestas, pero las estadísticas indican que una importante porción de este residuo es descartada como efluente, el cual crea un serio problema ambiental (Aider *et al.*, 2009; Fernández *et al.*, 2009).

El yogurt es una leche fermentada obtenida por multiplicación de dos bacterias lácticas específicas asociadas: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Estas bacterias lácticas se cultivan en leche previamente pasteurizada, con el fin de eliminar total o parcialmente la flora microbiana preexistente. Después de la fermentación, el yogur se enfría a una temperatura entre 1-10 °C, excluyendo cualquier otro tratamiento térmico. En ese momento ya está listo para su consumo.

El yogurt es un alimento ácido que pertenece a una categoría de lácteos definidos como leches fermentadas, es decir, productos obtenidos por una fermentación (o acidificación) de la leche (otras leches fermentadas, más o menos conocidas, son la leche cultivada, el kefir, el kumis, etc.). Esta acidificación produce una coagulación de la leche y es un proceso que, en el caso del yogurt, debe llevarse a cabo con dos bacterias acidificantes lácticas específicas, cuyos nombres científicos son *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*.

De acuerdo a lo planteado por Parra y Ricardo (2009) el láctosuero de quesería es un subproducto líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso. Contiene principalmente lactosa, proteínas como sustancias de importante valor nutritivo, minerales, vitaminas y grasa. La composición y tipo de láctosuero varía considerablemente dependiendo del tipo de leche, tipo de queso elaborado y el proceso de tecnología empleado. La lactosa es el principal componente nutritivo (4,5 % p-v), proteínas (0,8% p/v), y lípidos (0,5%).

Mukhopadhyay *et al.* (2005) plantean que el láctosuero está compuesto de lactosa (5%), agua (93%), proteínas (0,85%), minerales (0,53%) y una mínima cantidad de grasa (0,36%). El láctosuero causa contaminación ambiental debido a su alta DBO dentro de un rango de 30,000-50,000 mg/L, siendo su disposición difícil y costosa y que la presencia de lactosa en el producto es la causa principal para este alto valor de DBO.

Según Almécija (2007) la distribución de la producción de láctosuero en el mundo en el año 2005 fue: Europa 53%; América del Norte y Central 28%; Asia 6%; África 5%; Oceanía 4% y América del Sur 4%. Anualmente son producidas entre 110 a 115 millones de tons métricas de láctosuero a partir de la elaboración de queso (Briczinski y Roberts, 2002; Revillion *et al.*, 2003; Londoño, 2006), de este valor, el 45% se desechan en ríos, lagos y otros centros de aguas residuales, o en el suelo, lo que representa una pérdida significativa de nutrientes y ocasionando serios problemas de contaminación (Londoño *et al.*, 2008). El porcentaje restante es tratado y transformado en varios productos alimenticios, de los cuales cerca del 45% es usado directamente en forma líquida, 30% en polvo, 15% como lactosa y subproductos, y el resto como concentrados de proteína de lactosuero (Panesar *et al.*, 2007).

Además, refieren los autores Parra y Ricardo (2009) que dado el valor nutricional del láctosuero, a partir del mismo se han obtenido un buen número de productos para usos comerciales, tales como: etanol, ácidos orgánicos, bebidas no alcohólicas, bebidas fermentadas, biomasa, concentrados, aislados e hidrolizados de proteína, películas comestibles, medio de soporte para encapsular sustancias, producción de xanthan, enzimas, separación de la lactosa para fines endulzantes en alimentos, entre otras aplicaciones (Koutinas *et al.*, 2009; Almeida *et al.*, 2009).

Atendiendo a todo lo antes señalado, se proponen como objetivos de la presente investigación los siguientes: aportar valor agregado a un subproducto rico en elementos nutritivos que es obtenido después de la elaboración de queso pasteurizado y utilizar tres estabilizantes goma arábica, c.m.c y goma xanthan para la elaboración de yogurt a base de láctosuero.

## **DESARROLLO**

### **MATERIALES Y MÉTODOS.**

La presente investigación se realizó mediante diseño experimental e investigativo, para poder obtener mejores resultados y así brindar información más confiable del producto.

EL método a utilizar fue análisis descriptivo combinado con el experimental, aplicado a la observación. Se evaluaron 9 tratamientos, entre los que se consideraron porcentajes de lactosuero y leche entera, así como los porcentajes de estabilizantes, Se valoraron los siguientes niveles:  $A_1 = 10\%$  de lacto suero  $90\%$  leche entera;  $A_2 = 20\%$  de lacto suero  $80\%$  leche entera;  $A_3 = 30\%$  de lacto suero  $70\%$  leche entera;  $B_1 = 0.1\%$  de estabilizante Goma Arábica;  $B_2 = 0.1\%$  de estabilizante C.M.C. y  $B_3 = 0.1\%$  de estabilizante Goma Xanthan.

Variabes medidas: características organolépticas (textura, sabor, color, olor), Ver anexo 1; determinación de sinéresis; pH; acidez; Brix; viscosidad; determinación de solidos totales y viabilidad del cultivo.

Estadísticamente en la investigación se realizó un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con arreglo bifactorial  $A \times B$ , con cuatro réplicas por cada tratamiento. Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las siguientes pruebas:

- a) Análisis de varianza: para determinar la existencia de diferencia significativa estadística entre tratamientos.
- b) Coeficiente de variación (CV): se realizó para analizar la variabilidad de los datos obtenidos con respecto de las variables.
- c) Prueba de Tukey: permitió determinar la magnitud de las diferencias entre tratamientos. Se analizó al  $5\%$  de probabilidad, de acuerdo a los grados de libertad (GL) del error.

Para la ejecución del proyecto, se emplearon como materiales y herramientas: recipientes de acero inoxidable; tamices; refrigeradora; balanzas; refractómetro; potenciómetro provisto de un electrodo patrón de calomel y un electrodo de vidrio; elermeyer de 250 ml; pipetas volumétricas de 1 ml; bureta de 250 ml; pera succionadora; medidor de litro; ollas; termómetro; envases de plástico; vasos de precipitación de 50, 100 y 250 ml.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1 se muestran los resultados del Análisis de Varianza del porcentaje de sinéresis del yogurt y como se observa para la fuente de variación lactosuero y la interacción no existieron diferencias significativas, mientras que el factor tipo de estabilizante arrojó diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ), es decir que solo influye sobre la sinéresis, pero solo, no al interactuar con el porcentaje de lactosuero.

Los resultados de la prueba de Tukey (Tabla 2), muestran que las diferencias en el factor de estudio (porcentaje de lactosuero) son de 2 niveles estadísticos 9.96% y 9.97%, confirmando que este factor no influyó sobre la sinéresis de acuerdo a cada uno de los porcentajes, siendo los niveles  $A_1$ ,  $A_2$ .

Para el factor tipos de estabilizantes sobre la variable sinéresis, se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,06$ ); y según Tukey el grado de diferencia entre tratamiento es de 2 rangos, reafirmando que este factor influyó sobre la variable sinéresis, siendo los niveles  $B_1$  y  $B_2$ , que prevalecen en primera categoría estadística con un porcentaje de 9.91% y 9.94%, respectivamente.

En el análisis estadístico la interacción de lactosuero y tipos de estabilizante sobre la variable sinéresis se observa que existió diferencias significativas ( $P < 0,06$ ) y se corresponden con el tratamiento  $B_3 * B_1$  (10% de lacto suero + estabilizante Goma Arábica). Estos resultados se aproximan a los logrados en las investigaciones de Pérez *et al.* (2007), quienes reportan valores entre 27 y 29%. Tomando en cuenta que en la misma, los valores de sinéresis fueron tomados a los 5 y 12 días de elaboración del yogurt.

Por otra parte, observamos que se encuentran también dentro de los parámetros reportados por Tamime *et al.* (1991), quienes señalan que si el porcentaje de sinéresis es mayor al 42%, se dice que la formación de la estructura del gel no es muy buena. En esta investigación se observaron dos tratamientos que presentaron menor porcentaje de sinéresis, y ello nos muestra que también serían considerados adecuados para esta propiedad.

Al evaluar el pH del yogurt, los resultados del Adeva (Tabla 3) muestra que existieron diferencias significativas ( $P < 0,954$ ), para las fuentes de variación: el lactosuero, tipos de estabilizantes y la interacción de ambos, es decir influyen cada una por separado, como combinados, sobre el pH.

La prueba de Tukey muestra que la magnitud de diferencias en el factor de estudio (porcentaje de lactosuero) es de 2 rangos estadísticos, reafirmando que este factor influyó sobre el pH de acuerdo a cada uno de los porcentajes siendo los niveles  $a_2$  y  $a_1$  los que predominan con categoría A, con un pH de 5,1264 y 5,2600, respectivamente.

Para el factor tipos de estabilizante sobre la variable pH, se presentaron diferencia significativas; y según Tukey la magnitud de diferencia entre tratamientos es de 3 rangos, reafirmando que este factor influyó sobre la variable pH siendo el nivel  $b_3$  el que predomina en primera categoría estadística con un pH de 5.1423.

En el análisis estadístico la interacción de lacto suero y tipos de estabilizante sobre esta variable se observa que existieron diferencias altamente significativas. Según Tukey la magnitud de diferencias entre tratamiento es de seis rangos, mostrando el  $a_2*b_3$  (20% de lacto suero + estabilizante CMC) que predomina con un pH 4.86 con relación a los demás tratamientos, si bien es cierto estos datos no coinciden con los reportado por Hernández (2004), en el resto de valores el pH obtenido aumenta lo que se deba probablemente a que no hubo una adecuada incubación del producto, impidiendo que llegara a los valores de pH esperados. Sin embargo otros autores como Teuber (1995) y Cueva (2003) son más estrictos con este valor y hablan de un rango entre 4.2 y 4,5, y ello se justifica porque un producto final óptimo debe tener un pH bajo para que pueda ser conservado por más tiempo.

## **ACIDEZ**

En Tabla 4 se muestran los resultados del Análisis de Varianza correspondiente a la acidez y se observa que para las fuentes de variación el lactosuero, los tipos de estabilizantes y las interacciones, presentaron diferencia significativa ( $P < 0,080$ ), es decir que influye sobre el porcentaje de acidez.

Los resultados de la prueba de Tukey muestran que las diferencias entre tratamiento es de 2 niveles, reafirmando que este factor (lactosuero) influyó sobre la acidez de acuerdo a cada uno de los porcentajes siendo los niveles  $a_3$  y  $a_2$  los que prevalecen con una acidez de 0,2227 y 0,2285, respectivamente.

En la Tabla 5, para el factor tipos de estabilizante sobre la variable acidez, se presentaron diferencia significativa ( $P < 0,895$ ) y de acuerdo a los resultados de la prueba de Tukey la magnitud de diferencia entre tratamiento es de 3 rangos, reafirmando que este factor influyó sobre la variable acidez, siendo el nivel  $b_3$  el que predomina en primera categoría con un valor de 0,2162.

En el análisis estadístico, la interacción de lactosuero y tipos de estabilizante mostró diferencias significativas ( $P < 0,895$ ) y de acuerdo a los valores que refleja la prueba de Tukey, la dimensión de diferencias entre tratamiento es de cinco rangos, mostrando el  $a_2 * b_3$  (20% de lacto suero + estabilizante CMC), con una acidez 0,94 % con relación a los demás tratamientos. Estos datos no concuerdan con los reportados en la norma INEN 2395-2009, donde el porcentaje de ácido láctico para yogurt tipo II debe variar entre 0.60 y 1.50 %. Estos datos coinciden con los del testigo de la investigación (yogur natural) el cual tiene una acidez de 0.75 %. En base a esto los valores de acidez que se encuentran dentro del rango serían considerados adecuados para esta propiedad. .

## **°BRIX**

Los resultados del Análisis de Varianza que aparecen en la Tabla 6 muestran que existieron diferencias significativas ( $P < 0,128$ ), para la fuente de variación el lacto suero, tipos de estabilizantes y la interacción de ambos, es decir influyen cada una por separado, así como combinados, sobre los °brix.

Al evaluar el comportamiento de la prueba de Tukey se percibe que la magnitud de diferencias entre tratamiento es de 2 rangos, ratificando que este agente influyó sobre el Brix de acuerdo a cada uno de los porcentajes, y los niveles  $A_1$  y  $A_2$  son los que predominan, con un valor de 17,45 y 17,00, respectivamente. Sin embargo no se puede desestimar el valor de  $a_3$ .

De acuerdo a los valores que aparecen reflejados en la Tabla 6 para el factor tipos de estabilizante sobre la variable Brix, se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,128$ ), y según Tukey la diferencia entre tratamiento es de 3 rangos, reafirmando que este factor influyó sobre la variable Brix, y es el nivel  $b_1$  el que predomina en primera condición, con un valor de 18,72

En la interacción de lactosuero y tipos de estabilizante sobre esta variable se observa que existieron diferencias significativas ( $P < 0,128$ ), y la prueba de Tukey da como resultado que la magnitud de diferencias entre tratamiento es de siete rangos, mostrando el  $A_3 * B_1$  (10% de lacto suero + estabilizante Arábica) con predominio, con un Brix de 18.84 con relación al testigo de investigación (yogur natural azucarado) el cual muestra un valor de 18,4 °Brix, y buenas características organolépticas del producto.

## **DENSIDAD**

Los resultados de la Adeva que aparecen en la Tabla 7 corresponden a la valoración de la densidad del yogurt y se pudo apreciar que presentaron diferencias significativas ( $P < 0,258$ ), tanto para el lacto suero y los tipos de estabilizantes, así como en la interacción de ambos factores, es decir, influyen sobre la consistencia, cada uno por separado, como combinados.

De acuerdo a lo que muestra la prueba de Tukey, la dimensión de diferencias entre tratamientos es de 2 rangos, ratificando que este factor influyó sobre la viscosidad de acuerdo a cada uno de los porcentajes, correspondiendo a los niveles  $a_2$  y  $a_3$  los que prevalecen, con una consistencia de 1,026 mg/ml y 1,026 mg/ml, respectivamente.

Para el factor tipos de estabilizante sobre la variable densidad, se presentaron diferencia significativa ( $P < 0,258$ ), y la prueba de Tukey arroja resultados que señalan que la magnitud de diferencia entre tratamientos es de 3 rangos, ratificando que este



factor influyó sobre la variable densidad, y es el nivel  $b_3$  el que predomina en primera categoría, con un valor de 2,98.

En el análisis estadístico de la interacción de láctosuero y tipos de estabilizante, se pudo observar que hubo diferencias significativas ( $P < 0,258$ ), y de acuerdo a los resultados de la prueba de Tukey se apreció que la dimensión de diferencias entre tratamiento es de cuatro rangos, mostrando que el  $a_3*b_2$  (10% de lacto suero + estabilizante Xantan) predomina con una viscosidad de  $1,098 \text{ cm}^3$  con relación al testigo de investigación (yogur natural azucarado), que mostró un valor de  $2,1 \text{ cm}^3$  y una composición más líquida y menos consistente.

## CONCLUSIONES

1. Los resultados alcanzados demuestran la factibilidad de producir yogurt a partir del lactosuero, subproducto de la producción de queso.
2. Los análisis físico-químicos de los tratamientos estuvieron dentro de los parámetros que establecen la Normativa de Calidad del Ecuador INEN y el CODEX ALIMENTARIUS, predominando el tratamiento T 7 ( $a_3*b_1$ ).
3. En la prueba sensorial el T 7 ( $a_3*b_1$ ) fue el que obtuvo la puntuación más alta en el grado de aceptabilidad.
4. El estabilizante de Goma Arábica al 0.1%, presentó mayor relevancia en las pruebas físico-químicas, logrando mantener las características de la bebida láctea fermentada.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Aider, M., Halleux, D: and Melnikova, I. 2009. Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. Innovative Food Science and Emerging Technologies 10(3): 334-341.

- 2) Almécija, M.C. 2007. Obtención de la lactoferrina bovina mediante ultrafiltración de lactosuero. Tesis de Doctorado en Tecnología y Calidad de los Alimentos. Facultad de Química. Universidad de Granada, España.
- 3) Almeida, K.E.; Tamime, A.Y. and Oliveira, M.N. 2009. Influence of total solids contents of milk whey on the acidifying profile and viability of various lactic acid bacteria. *LWT - Food Science and Technology* 42(2): 672–678.
- 4) Briczinski, E.P. and Roberts, R.F. 2002. Production of an exopolysaccharide-containing whey protein concentrate by fermentation of whey. *Journal of Dairy Science* 85(12): 3189-3197.
- 5) Koutinas, A.; Papapostolou, H.; Dimitrellou, D.; Kopsahelis, N.; Katechaki, E.; Bekatorou, A. and Bosnea, L. 2009. Whey valorisation: A complete and novel technology development for dairy industry starter culture production. *Bioresource Technology* 100(15): 3734-3739.
- 6) Londoño, M. 2006. Aprovechamiento del suero ácido de queso doble crema para la elaboración de quesillo utilizando tres métodos de complementación de acidez con tres ácidos orgánicos. *Perspectivas en nutrición humana. Revista Perspectivas en Nutrición Humana-Escuela de Nutrición y Dietética-Universidad de Antioquia* 16: 11-20.
- 7) Londoño, M., Sepúlveda, J.; Hernández, A. y Parra. J. 2008. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín* 61(1): 4409-4421.
- 8) Mukhopadhyay, R., S. Chatterjee, B.P. Chatterjee, P. Banerjee and A. Guha. 2005. Production of gluconic acid from whey by free and immobilized *Aspergillus niger*. *International Dairy Journal* 15(3): 299-303.
- 9) Panesar, P., J. Kennedy, D. Gandhi and K. Bunko. 2007. Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry* 105: 1-14.
- 10) Parra, H. y Ricardo, A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Vol. 62. Núm. 1. pp. 4967- 4982. ISSN (Versión impresa): 0304-2847 [rfnagron\\_med@unal.edu.co](mailto:rfnagron_med@unal.edu.co). Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. (En línea). Recuperado 22 de Agosto de 2013 de: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=179915377021>
- 11) Revillion, J.P., A. Brandelli and M. Ayub. 2003. Production of yeast extract from whey using *Kluyveromyces marxianus*. *International Journal Brazilian Archives of Biology and Technology* 46(1): 121-127.