

# Efecto de la adición de $\text{CaCl}_2$ en leches de razas bovinas en la producción de quesos madurados pasta blanda y su incidencia en las propiedades organolépticas

## Effect of addition of $\text{CaCl}_2$ in milk of cattle breeds in the production of cheese ripened soft cheese and its effect on the organoleptic properties

Becerra Johana<sup>1</sup>, González Aura Marina<sup>1\*</sup>, Gómez Ruben<sup>2</sup>, Lucena Haidee<sup>3</sup>, Izaguirre Cesar<sup>2</sup> Moret Yajaira<sup>4</sup>, Borregales Carmen<sup>5</sup>, Pérez Dario<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Análisis Instrumental Escuela de Ingeniería Química Universidad de los Andes, Mérida Venezuela

<sup>2</sup> Laboratorio de Ciencia, Ingeniería y biotecnología de Alimentos Escuela de Ingeniería Química Universidad de los Andes, Mérida Venezuela

<sup>3</sup> Escuela de Ingeniería Química Universidad de los Andes, Mérida Venezuela

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales Universidad de los Andes, Mérida Venezuela

<sup>5</sup> PAU Lácteos Santa Rosa A.C Universidad de los Andes, Mérida Venezuela

\*gonzaurita@gmail.com

### Resumen

*A una muestra estadísticamente representativa de queso pasta blanda, elaborado por la Productora de Alimentos Universitaria (PAU) Lácteos Santa Rosa C.A ULA, con leche pasteurizada de vacas Holstein, Jersey, Mestiza (70% Holstein, 30% Jersey) y una mezcla de todas ellas, estandarizada a 2,6% en grasa, incorporando fermentos lácticos y enzimas coagulantes, añadiendo concentraciones de 0 g, 10 g, 15 g y 20 g de  $\text{CaCl}_2$  por cada 100 L de leche, y madurados por 15 días, se les determinó la concentración de calcio, mediante un Espectrofotómetro de Absorción Atómica BUCK Scientific Modelo 200A, usando el paquete estadístico IBM SPSS STATISTICS 20, modelo ANAVA, y se evaluaron las propiedades organolépticas. Los resultados obtenidos indican que no existen diferencias significativas del calcio inicial en leches estandarizadas de diferentes razas; el calcio inicial en los quesos es diferente para cada raza, pero al incorporar cloruro de calcio, cada raza acepta solo una máxima concentración. Al aplicar los tratamientos se encontraron diferencias entre las concentraciones de calcio adicionadas y las diferentes razas, por lo tanto se estableció una prueba de contraste de medias a posteriori (prueba de Duncan) y, comparando 16 pares de medias, se formaron 7 grupos con diferencias significativas en la concentración de calcio. La mayor concentración de calcio se encontró en la raza Jersey, para una adición de 10 g  $\text{CaCl}_2$ , seguida de la mezcla con tratamiento (0), pero las diferencias encontradas en estos dos tratamientos no son significativas. A partir del análisis sensorial de un grupo de panelistas, se encontró, buena aceptación de los quesos y los consideraron: blandos y cremosos, intensificándose estas propiedades en el tratamiento con 20 g  $\text{CaCl}_2/100$  L leche. El aroma cambió de poco intenso a intenso y al aumentar la concentración de  $\text{CaCl}_2$  se observó un cambio de intenso a poco intenso. Igualmente se pudo apreciar un color de poco amarillo a amarillo y el sabor predominante ácido en combinación con salado y amargo y en menor proporción dulce.*

**Palabras clave:** Quesos madurados, leche, propiedades organolépticas, concentración de cloruro de calcio.

### Abstract

*This paper presents a dual layer approach for robust fault tolerant estimation of nonlinear processes using a combined adaptive extended Kalman filter and fault detection and filter reconfiguration. From the one hand, the filter is made robust in face of environment uncertainty using adaptive filtering. To this end, the filter identifies the measurement covariance by means of recursive estimation, upon which the adaptation relies, to suppress the effect of sporadic variations in the quality of measurements as well as compensates for incipient sensor faults. From the other hand, fault monitoring is continuously*

applied to the filter's innovation in an attempt to initiate filter reconfiguration when the adaptation mechanism alone is not able to overcome the failure situation. The discussion of the results is embedded in the application framework of state estimation of a batch distillation process.

**Key words:** Aged cheeses, milk, organoleptic properties, concentration of calcium chloride.

## 1 Introducción

En Venezuela, la norma COVENIN 903 (1981) define como "leche cruda" o "leche" sin otro calificativo al producto íntegro, normal y fresco obtenido del ordeño higiénico e ininterrumpido de vacas. Los principales componentes de la leche son: agua, lípidos, carbohidratos, proteínas, sustancias nitrogenadas, vitaminas, ácidos orgánicos, sales minerales, enzimas, gases y flora microbiana. Estos componentes se encuentran distribuidos en forma de emulsión, suspensión y solución, en un equilibrio físicoquímico complejo (Chamorro y col., 2002). Esta es la materia prima en la elaboración de los quesos.

El queso fresco o madurado, es un alimento obtenido por la coagulación de la leche (con posterior separación del suero) y es un producto de alto valor nutritivo con gran concentración de proteínas, grasas, sales minerales y vitaminas. Es rico en calcio, favoreciendo así el sistema óseo y crecimiento de los niños (Alais 1985). La composición de un queso depende tanto de la materia prima utilizada como de la metodología de elaboración; sin embargo, las características del producto vienen influenciadas por la actividad enzimática y los cambios químicos que tienen lugar durante su maduración (Muir 1995). Los quesos madurados son elaborados con leche entera, parcial o enteramente descremada, cuya pasta es cremosa, elástica y presentan textura y consistencia blanda. Se obtienen por coagulación enzimática y acidificación láctica, se maduran durante un cierto tiempo, un proceso donde intervienen microorganismos como: mohos, bacterias superficiales, o por combinación de ambos (Borregales 1990). Los componentes como la grasa, y la proteína se van degradando durante el proceso de madurado e influyen en la elasticidad, firmeza, cohesión y plasticidad; aportando a los sentidos del gusto y el olfato un placer.

Venezuela está comenzando a desarrollar el potencial nutritivo y económico de quesos, la mayoría de los cuales se fabrican en plantas industriales y/o mecanizadas, y se corresponden con las variedades europeas tales como: Gouda, Romano, Mozzarella, Ricotta y Manchego. A pesar de que el consumo nacional de quesos madurados en el país no es alto, muchas empresas de mediana producción se han dedicado a elaborar este producto, tal es el caso de la Productora de Alimentos Universitaria (PAU) Lácteos Santa Rosa C.A ULA, la cual cuenta con una variedad de quesos obtenidos a partir de leche de vaca. Estos productos han tenido una positiva aceptación y marcan la pauta a seguir experimentando con nuevos tipos de quesos, a fin de beneficiar a sus clientes con quesos que presenten nuevos atributos sensoriales y manteniendo los estándares de calidad.

El presente trabajo de investigación persigue evaluar el contenido de calcio y las propiedades organolépticas en quesos madurados pasta blanda, elaborados con leche estandarizada de razas bovinas bajo diferentes concentraciones de  $\text{CaCl}_2$ , a fin de aportar información a la productora de Alimentos Universitaria (PAU) Lácteos Santa Rosa C.A ULA

## 2 Metodología

### *Elaboración de los Quesos*

Los quesos pasta blanda se realizaron bajo la formulación establecida por PAU Lácteos Sta. Rosa ULA (Borregales SF), obteniéndose 40 muestras de queso de aproximadamente 250 g, por cada raza: Holstein, Jersey, Mestiza (70% Holstein, 30% Jersey) y una Mezcla de todas ellas y bajo diferentes concentraciones de  $\text{CaCl}_2$  que oscilan entre 0 g, 10 g, 15 g, y 20 g por cada 100 L de leche. Todos los quesos fueron elaborados con leche pasteurizada entre 63 °C y 65 °C de temperatura por 30 minutos, estandarizada a 2,6 % en grasa. Se utilizaron fermentos lácticos de tipo termófilo (*Streptococcus Thermophilus*) y enzima coagulante (Ramos 2007). El tiempo en salmuera fue 1,30 horas a 22 °Baumé, el tiempo de maduración fue de 15 días; las condiciones de la cámara de maduración: humedad relativa del 75 % a 85 %, y temperatura de 13-17 °C.

### *Preparación y análisis de las muestras*

Para el análisis de calcio se tomaron muestras estadísticamente representativas correspondientes al interior de los quesos. Se pesaron en una balanza analítica aproximadamente 3 g leche estandarizada o de queso en capsula de porcelana de 50 mL; se secó en estufa aumentando la temperatura progresivamente hasta sequedad, luego en mufla a 520 °C hasta cenizas grisáceas a blancas. Finalmente las cenizas se disolvieron agregando 1 mL de HCl al 37%, bajo campana, se filtraron y aforaron en balón de 50 mL, se almacenaron en recipientes de polietileno de alta densidad con tapas herméticas. Se utilizaron reactivos Merck de calidad analítica y estándares para absorción atómica (Merck, Titrisol). Para evaluar el calcio, a partir de la solución madre se tomó una alícuota de 1,2 mL, agregando 2,5 mL de cloruro de lantano al 1% p/v y se aforó a 25 mL. Se llevó la muestra al Espectrofotómetro de Absorción Atómica *BUCK Scientific* Modelo 200A (AA/AE), usando una lámpara de cátodo hueco para calcio, se midió a una longitud de onda de 422,7 nm, ancho de banda 0,5 nm, intervalo del flujo 5,5 a .6,5 mL/min usando una llama de aire/acetileno, reportando las

medidas en absorbancia (Skoog y col., 2001).

#### Curva de Calibración

Se preparó una solución patrón de calcio de 100 ppm a partir de carbonato de calcio (II) en un mínimo volumen de ácido nítrico y aforando con agua destilada, se prepararon disoluciones de 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm y 6 ppm, agregando 5 mL de cloruro de lantano en cada solución y aforando hasta 50 mL. Se procedió a realizar las mediciones en las condiciones establecidas para las muestras. Se calculó la cantidad del elemento en miligramos de Ca por cada 100 g de muestra, tanto para la leche como para el queso, en base húmeda o tal cual, usando la curva de calibración. Se utilizó el programa estadístico *IBM SPSS STATISTICS 20*, como modelo ANAVA (Miller y col., 1993).

#### Análisis sensorial

El análisis sensorial fue de tipo descriptivo, para ello se escogió un total de 22 catadores o panelistas “no especialistas” de edades aleatorias, a los cuales se les ofreció una inducción antes de la evaluación

### 3 Resultados y discusión

En la figura 1 se presentan las concentraciones de calcio obtenidas en quesos por razas y por tratamiento de  $\text{CaCl}_2$ , donde se puede apreciar que para quesos madurados tipo pasta blanda el rango de concentración de calcio es de 490 mg a 890 mg de calcio por cada 100 g muestra de leche, similar. En el presente estudio se verificó que los rangos en calcio encontrados para todas las razas se ajustan a lo señalado por González en el 2003. Se observó adicionalmente que el calcio inicial en quesos, es diferente para cada raza, pero al adicionar cloruro de calcio, cada raza acepta una determinada concentración de este compuesto. Se presume que la concentración de calcio que acepta cada raza le da mayor estabilidad en la molécula de caseína, y una adición mayor de cloruro de calcio no es aceptada. Adicionalmente, durante la coagulación se estimó que tiende a perderse el cloruro de calcio en exceso en forma de lactosueros. Se ha reportado (Bell y col., 2006) que las caseínas son específicas en cada raza, por lo tanto esto explicaría el comportamiento señalado en la figura 1

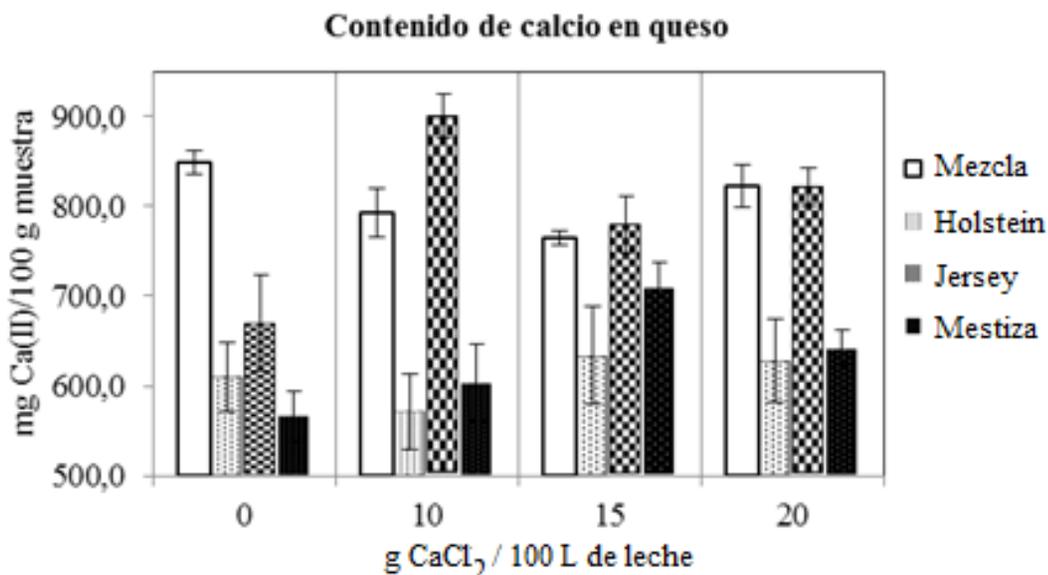


Fig. 1. Concentraciones de calcio obtenidas en los quesos tipo pasta blanda según la raza por tratamiento con  $\text{CaCl}_2$ .

Tabla 1. Análisis de varianza factorial 4\*4, covariable calcio inicial en leche estandarizada variable dependiente: Ca<sub>final</sub> en queso

Fuente de variación	GL	Media cuadrática	F	alfa = 0.05	Sig.
C_LE	1	2728,38	1,611	0,214	ns
RAZA	3	119398,46	70,485	0,000	**
C_CaCl <sub>2</sub>	3	5533,37	3,267	0,034	**
RAZA * C_CaCl <sub>2</sub>	9	12992,067	7,670	0,000	**
Error	31	1693,95			
Total corregida	47				

C\_LE: concentración de calcio en leche estandarizada, C\_CaCl<sub>2</sub>: concentración de cloruro de calcio; R<sup>2</sup> = 0,910 (R<sup>2</sup> corregida = 0,863); ns: diferencias encontradas no significativo al 95% de probabilidad, (\*\*): Diferencias encontradas son altamente significativas.

Debido a las diferencias en la concentración de calcio final en queso según la raza, se procedió a realizar una prueba de contraste de medias a posteriori. En este caso se utilizó la prueba de Duncan donde se comparan las 16 pares de medias. Se formaron 7 grupos con diferencias significa-

tivas en la concentración de calcio final en quesos, como se observa en la tabla 2, los mejores resultados se obtuvieron para la raza Jersey a una concentración de 10 g CaCl<sub>2</sub> por cada 100 L de leche, con un valor de 900,83 mg Ca por cada 100 g de muestra.

Tabla 2 Comparación de los 16 pares de medias mediante prueba de Duncan

Combinación	Nº	Subconjunto para alfa = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	1
Mestiza-0	3	566,400							
Holstein-10	3	571,700							
Mestiza-10	3	603,100	603,100						
Holstein-0	3	610,100	610,100						
Holstein-20	3	628,167	628,167						
Holstein-15	3	634,000	634,000						
Mestiza-20	3	642,533	642,533	642,533					
Jersey-0	3		670,367	670,367					
Mestiza-15	3			711,000	711,000				
Mezcla -15	3				765,267	765,267			
Jersey-15	3				780,433	780,433	780,433		
Mezcla-10	3					792,800	792,800		
Jersey-20	3					821,867	821,867		
Mezcla-20	3					822,567	822,567		
Mezcla-0	3						849,333	849,333	
Jersey-10	3							900,833	
Sig.		,058	,089	,064	,061	,141	,077	,139	

Sin embargo, aparece agrupada con la raza Mezcla de tratamiento (0) reportando 849,33 mg Ca por cada 100 g de muestra, lo cual indica que en el grupo no existen diferencias significativas en estos dos tratamientos, lo cual se repite de manera similar en los demás grupos.

#### *Propiedades organolépticas.*

Durante la maduración del queso intervienen numerosos fenómenos bioquímicos que resultan de la hidrólisis de los principales componentes de la leche: carbohidratos (glucólisis), triglicéridos (lipólisis), proteínas (proteólisis) (Contreras 2013) y por los microorganismos asociados a este ecosistema, principalmente bacterias del ácido láctico, que se traducen en una digestión enzimática de los constituyentes de la cuajada, reacciones que le confiere características y modifican su composición, su aspecto y textura, desarrollando el sabor y la formación de compuestos aromáticos (Law 1981, Desmazeaud y col., 1977).

Del análisis sensorial con panelistas no entrenados en degustación de quesos (sobre productos madurados por 15 días y elaborados con diferentes tratamientos de  $\text{CaCl}_2$ ), se determinó una buena aceptación del mismo, considerados en su mayoría como quesos blandos y cremosos. Cabe destacar que con el tratamiento de 20 g  $\text{CaCl}_2$  /100 L de leche, los panelistas perciben mejor estas características, manifestaron el aroma de poco intenso a intenso y al aumentar la concentración de  $\text{CaCl}_2$  pasa de intenso a poco intenso, el color de poco amarillo a amarillo, en cuanto al sabor predominó el ácido en combinación con salado y amargo y en menor proporción dulce, en concordancia con lo previamente reportado por Valls y col., en 1999, quienes estimaron la influencia del volumen aparente específico con el sabor. Según los aminoácidos presentes el volumen aparente se considera en el rango 30 a 90 y corresponde a salado, ácido dulce y amargo. Este tipo de queso pasta blanda es elaborado a partir de fermentos lácticos de tipo homofermentativos convirtiendo prácticamente la glucosa en ácido láctico que contribuye directamente al sabor manteniendo la pasta en un medio ácido. Después de fabricar los quesos los mohos de la superficie colonizan y dominan rápidamente la superficie de los quesos provocando una disminución de pH y sabor ácido. (Fox y col., 1990), señalan que el etanol contribuye directamente en el aroma del queso participando en la formación de ésteres con ácidos grasos. Los ácidos grasos de cadena corta son los responsables del sabor y el olor y estos deben estar esterificados. En la mayoría de las variedades de queso las lipólisis no son muy intensas, es decir, no supera el 2 % de los triglicéridos del queso. La proteólisis tiene una contribución directa al aroma y al sabor mediante la formación de péptidos y aminoácidos. Esto explica el tipo de aroma que se puede desarrollar en un queso tipo pasta blanda de corta maduración. El color de la pasta es generado por la cantidad de carotenos presente en los glóbulos grasos y por el contenido de vitamina A en la leche dan-

do esa tendencia de la coloración característica de amarillo a amarillo intenso.

#### **4 Conclusiones**

La concentración de calcio inicial en quesos es diferente para cada raza en estudio y, adicionalmente, al añadir una determinada concentración cloruro de calcio, ésta es aceptada también según la raza. Las diferencias encontradas en la concentración de calcio inicial en la leche estandarizada, no son significativas y pueden ser consideradas como covariables. Existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y las razas. La mayor concentración de calcio en quesos se encontró en la raza Jersey para una adición de 10 g  $\text{CaCl}_2$  por 100 L de leche, con un valor de 900,83 mg de calcio por 100 g de muestra. Sin embargo, aparece agrupada con la mezcla de tratamiento (0) reportando 849,33 mg de calcio por 100 g muestra, pero las diferencias encontradas en estos dos tratamientos no son significativas. El tratamiento para garantizar una concentración de calcio dependerá del tipo de leche selecciona. Los panelistas reportaron buena aceptación de los quesos y los consideran blandos y cremosos, intensificándose estas propiedades en el tratamiento con 20 g  $\text{CaCl}_2$  por cada 100 L leche; el aroma cambia de poco intenso a intenso y al aumentar la concentración de  $\text{CaCl}_2$ , pasa de intenso a poco intenso; el color varía de poco amarillo a amarillo y el sabor predominante ácido en combinación con salado y amargo y en menor proporción dulce.

#### **Agradecimientos**

Al Consejo de desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de los Andes Mérida, Venezuela por su aporte en el proyecto I-1401-14-08-B.

#### **Referencias**

- Alais C, 1985, Ciencia de la leche. Ed. Reverté, S.A. Barcelona:
- Bell S, Grochoski G, Clarke A, 2006, Health implications of milk containin beta casein with the A2 genetic variant, Crit Rev Food Sci Nutr, Vol. 46, No. 1, pp. 93-100.
- Borregales C, 1990, Cursos CIEPE, Yaracuy, Venezuela.
- Borregales C, S/F, Aspectos Generales Sobre la elaboración de Queso, Cuaderno PauLSR II, Nivel Inicial, Vol. 2, Lácteos Santa Rosa, Mérida, Venezuela.
- Chamorro C, Losada M, 2002, El análisis sensorial de los quesos. Ed. Mundi-Prensa, Madrid España
- Desmazeaud M, Gripon, 1977, General mechanism of protein breakdown during cheese ripening, Milchwissenschaft. Vol. 32, pp. 731-734.
- Contreras R R, 2013, Conozca más los alimentos: una introducción a sus aspectos químicos. Publicaciones del

Vicerrectorado Académico – ULA, Mérida.

Fox P, Luccy JA, Cogan T, 1990, Glycolysis and related reactions during cheese manufacture and ripening, Food Sci. and Nutrition, Vol. 29, No 4, pp. 237-253.

Gonzales M, 2003, Influencia de la congelacion en las características fisico-químicas y sensoriales en quesos madurados manchegos, Alimentación, Equipos y Tecnología, Vol. 56, pp. 79-82.

Law DA 1981, The formation of aroma and flavour compounds in fermented dairy products, Dairy Sci. Abst, Vo. 143, pp. 143-154.

Miller JC, Miller JN, 1993, Estadística Para Química Analítica. 2da Edición, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana SA, USA.

Muir D, 1995, Sensory properties of chard cheese: identification of key attributes. En P. L. Patrick F. Fox, Cheese, Chemistry Physics and Microbiology, Ed. Elseiver USA.

Norma COVENIN 903 CV, 1981, Leche cruda (categoría C-903-81), Caracas Venezuela.

Ramos M, 2007, Caracterización fisicoquímica y microbiológica de un queso tipo mezcla de corta maduración, Trabajo de pregrado, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mexico.

Skoog D, Holler J, Nieman T, 2001, Principios de Análisis Instrumental. 5ta Edición, Ed. McGraw-Hill, España.

Valls S, Prieto E, Castro M, 1999, Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ed. Ediciones Universitat, Barcelona, España.

**Recibido:** 30 de junio de 2014

**Aceptado:** 01 de febrero de 2015

**González, Aura Marina:** Ingeniero Químico, MsC Química Aplicada Facultad Ciencias ULA, Doctorado en Ciencias Aplicadas Facultad Ingeniería ULA, Profesor Titular, Investigador en Ciencia y Tecnología de la Química Aplicada.

**Becerra, Johana Andreina:** Ing Químico ULA, Tesista del proyecto I-1401-14-08-B, del CDCHT, Correo electrónico: johana.125.19@gmail.com

**Gómez, Rubén:** Ingeniero Químico, MSc Food Technology Reading University England, Profesor Titular activo ULA, Director del Laboratorio de Ciencia, Ingeniería y Biotecnología de los Alimentos Facultad Ingeniería ULA, Correo electrónico: rcgomez@ula.ve

**Izaguirre Guarisma, César Miguel:** Lic.en Química, ULA; Postgrado Interdisciplinario en Ciencia y Tecnología de los Alimentos-UCV; Investigador y Coordinador del Laboratorio de Ciencia, Ingeniería y Biotecnología de los Alimentos. Correo electrónico: cmizag@ula.ve

**Borregales, Carmen:** .Ing Químico ULA. MSc Food Technology Reading University England, Profesor Jubilado de la ULA. Asesora en Tecnología Láctea. Directora de la Productora de Alimentos Lácteos Sta Rosa ULA. Correo electrónico: carmenborregales16@hotmail.com

**Moret, Ana Yajaira:** Ingeniero Forestal, MsC en Manejo de Bosques, Profesora Titular Activa de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Grupo de Investigación Genética y Silvicultura. Con publicaciones en revistas nacionales e Internacionales. Correo electrónico: anayajaira.moret@gmail.com

**Lucena, Haidee:** Ingeniero Químico. MSc. Ingeniería de Planta en Los Procesos Industriales. Profesor de la Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes. Mérida Venezuela. Correo electrónico: hlucena@ula.ve

**Pérez Gil, Ramón Darío** Ingeniero Químico, egresado de la Universidad de Los Andes, Ing. Asistente de Proceso en PAU Lácteos Santa Rosa, Mérida. Correo electrónico: pgdario@hotmail.com