



EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN COAGULANTE DE ENZIMAS DE ORIGEN ANIMAL EN LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS LÁCTEOS

¹Moreno Andrade Georgina Ipatia

ECUADOR - ESPOCH - Facultad Ciencias Pecuarias
georgimoreno@yahoo.es

²Villegas Freire Cristina Nataly

ECUADOR - ESPOCH –Facultad Ciencias Pecuarias
cristy_nvf@yahoo.es

³Flores Huilcapi Ana Gabriela

ECUADOR - ESPOCH –Facultad Ciencias Pecuarias
gabrielafloresingquimica@gmail.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

1Moreno Andrade Georgina Ipatia, Villegas Freire Cristina Nataly y Flores Huilcapi Ana Gabriela (2018): “Evaluación de la acción coagulante de enzimas de origen animal en la elaboración de derivados lácteos”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (julio 2018). En línea: [//www.eumed.net/rev/caribe/2018/07/elaboracion-derivados-lacteos.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/07/elaboracion-derivados-lacteos.html)

RESUMEN

En este trabajo se evaluó el comportamiento de enzimas coagulantes del estómago de conejo en la producción de queso fresco, se experimentó con dos tratamientos (T1 y T2) a base de enzimas del estómago de conejo adulto y joven, para su comparación con un tratamiento control (T3) (cuajo comercial). Para la interpretación de los resultados obtenidos, se aplicó un diseño Completamente al Azar, la separación de medias según Tukey.

Para obtener el cuajo se aplicó un método de desecación natural y maceración en solución salina y alcohólica, se determinó la fuerza coaguladora, el rendimiento del producto.

Para garantizar la inocuidad del producto así como para valorar posibles interacciones del cuajo a base de enzimas del estómago de conejo se realizó el análisis microbiológico; para evaluar la calidad y valor nutricional se realizó el análisis físico – químico; y el indicador más importante de presentación del producto es la evaluación sensorial, que son indicadores de calidad palpables al consumidor.

Comparando los tres tratamientos, éstos obtuvieron un rendimiento parecido entre sí, siendo el más alto 19.23 %; así como excelentes pesos siendo el mejor 769,39 g. Al evaluar los parámetros físico químicos del queso (pH, proteína, acidez, y grasa), se observó un porcentaje de acidez alto en el queso elaborado a base de cuajo comercial, proteína el mayor porcentaje

se obtiene en el tratamiento con cuajo de estómago de conejos jóvenes; así como también el análisis microbiológico no mostraron diferencias entre los tratamientos. Sin embargo al evaluar el análisis sensorial del queso fresco los tratamientos T1 y T3 presentan mejores resultados en comparación con el tratamiento con cuajo de conejos adultos.

Palabras claves: Enzima – coagulación – cuajo – conejo - queso

ABSTRACT

In this work, the behavior of coagulant enzymes of the rabbit stomach in the production of fresh cheese was evaluated, it was experimented with two treatments (T1 and T2) based on adult and young rabbit stomach enzymes, for comparison with a control treatment. (T3) (commercial rennet). For the interpretation of the results obtained, a completely Random design was applied, the separation of means according to Tukey.

To obtain the rennet, a method of natural desiccation and maceration in saline and alcoholic solution was applied, the coagulating force, the yield of the product was determined.

In order to guarantee the innocuousness of the product as well as to evaluate possible interactions of the rennet based on rabbit stomach enzymes, microbiological analysis was performed; To evaluate the quality and nutritional value, the physical - chemical analysis was carried out; and the most important indicator of product presentation is sensory evaluation, which are quality indicators that are palpable to the consumer.

Comparing the three treatments, they obtained a similar performance among themselves, the highest being 19.23%; as well as excellent weights being the best 769.39 g. When evaluating the physical chemical parameters of the cheese (pH, protein, acidity, and fat), a high percentage of acidity was observed in the cheese made from commercial rennet, protein the highest percentage is obtained in the treatment with stomach rennet. young rabbits; as well as the microbiological analysis showed no differences between treatments. However, when evaluating the sensory analysis of fresh cheese, T1 and T3 treatments have better results compared to the treatment with rennet of adult rabbits.

Key words: Enzyme – coagulation – reenet – rabbit - cheese

1.

INTRODUCCIÓN

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

En la Industria quesera se utiliza de forma masiva los cuajos comerciales, que son preparaciones obtenidas del estómago de terneros jóvenes; formados por enzimas proteolíticas, que son proteasas del ácido aspártico.

El estómago de animales pequeños, como el conejo, se puede utilizar para la producción de coagulantes de leche, que según la bibliografía el queso elaborado con este tipo de cuajo presenta características sensoriales especiales y apetecidas por el consumidor.

Para la elaboración de quesos desde tiempos muy antiguos se ha utilizado cuajo animal, es decir, la enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes. Las dificultades de aprovisionamiento a nivel mundial de cuajo, junto con el aumento de precio de las preparaciones comerciales de la enzima, han favorecido el desarrollo de otras enzimas coagulantes, tanto de origen animal (pepsinas bovinas y porcinas), como de origen microbiano (proteasas fúngicas, etc.), o vegetal (González, 2005).

El cuajo del estómago de los rumiantes es un producto clásico en la elaboración de quesos, que hasta aparece su utilización en novelas literarias reconocidas dentro de la literatura. Pues el cuajo se obtuvo como preparación enzimática relativamente pura solo en 1879. Su composición la conforman dos enzimas digestivas (quimosina y pepsina) y se obtiene del cuajar de las terneras jóvenes. Estas enzimas rompen la caseína de la leche y producen su coagulación (Calvo, 2011).

Los quesos elaborados con coagulantes lácteos de animales o rumiantes, de origen vegetal y microbiano, son los responsables de las características texturales, aromas y sabores, mismas características que son diferentes al utilizar cuajo de terneros, como los señalados por (Ferrandini, 2006).

La efectividad del cuajo está en función de la temperatura, la concentración del sustrato (la leche), concentración de calcio, y la acidez. Las temperaturas usuales de coagulación pueden variar entre los 28 °C y los 41°C, aunque lo más usual es una de 35 °C, según el tipo de queso se pueden mezclar de leche con una acidez que puede variar entre los 0,18% de acidez titulable hasta los 0,46% (Padrón, 2008).

La calidad del cuajo se asocia principalmente con la potencia de cuajado que es la capacidad de coagular la leche en un periodo de tiempo, ésta capacidad disminuye durante el almacenamiento ya que las enzimas, principalmente la quimosina, se autolisan y afectan la potencia. En tres meses, la potencia de cuajado se reduce 16 %, y puede ser 26 % a los seis meses de almacenamiento (Dobler et al., 2016).

La fuerza de cuajado es proporcional a la temperatura de la leche, la actividad máxima coagulante es cuando la leche está a 30 °C, y a 65 °C se inhibe totalmente. La quimosina presenta actividad máxima cuando el pH de la leche es 5.5, a 5.8 la actividad declina y a 8.0 no hay actividad (Kumar *et al.*, 2006).

(Broome, 2008), sustenta que el cuajo animal actúan con las enzimas quimasas (Quimosina o Rennina). Se obtienen de los cuajares o abomasos de los terneros, corderos o cabritos

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

lactantes aunque se utilizan también de los rumiantes adultos y de otras especies (Ver Tabla 1).

Tabla 1. CALIDAD DEL CUAJO DE ACUERDO A LA ESPECIE

Especie	Enzima	Calidad
Ternero, cordero, cabrito	Quimasas	Excelente
Bovino, ovino, caprino adulto	Pepsina	Buena
Cuy, pollo, conejo, cardo	Pepsina	Regular

Fuente: (Broome, 2008).

(Ferrandini, 2006), manifiesta que para obtener los cuajos naturales, se parte de estómagos limpios que luego sufren un proceso de secado y salazonado para su conservación, hasta que finalmente se trituran, amasan y dejan reposar en refrigeración para asegurar la ausencia de cualquier flora patógena.

Una especie animal muy común y de cantidades masivas de producción y que tiene estómagos con enzimas coagulantes es el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). La leche de la coneja tiene 12.3 % de proteína, 70 % de la cual es caseína (Szendrő & Luzi, 2006). Las conejas alimentan solo una vez al día a sus crías y esto sugiere producción alta de proteasas. De ser así, la fuerza del cuajado podría ser similar a la de los rumiantes.

Para preparar el cuajo de conejo se utiliza la mucosa del estómago, debido a la secreción de pepsinas y quimasas, enzimas producidas para la asimilación de los alimentos y por ende en la extracción de este estómago con su debido tratamiento se lo usa como un cuajarte de origen animal (Cazares, 2013).

El cuajar es el cuarto estómago en los rumiantes pero en conejo es su primer estómago o su panza. Los jugos gástricos comienzan desde la boca su proceso enzimático pero es en el estómago donde adquieren su mayor eficiencia por la cantidad de enzimas que lo componen (ácidos de la digestión), esta es la razón por lo que nada sustituye al cuajo como cortante de la leche para fabricar quesos y el de conejo debe ser muy eficiente debido a que esta especie por ser monogástrico y herbívoro sus jugos gástricos juegan un papel muy importante porque su masticación no es completa (Cazares, 2013).

(Quijano, 2010), manifiesta que antes de utilizar cualquier enzima coagulante debe conocerse su fuerza, que simplemente es la cantidad de leche en mililitros, que cuaja a 35 ° C en 40 minutos, cuando se le adiciona un gramo o mililitro de cuajo.

2.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estómagos se separaron y sumergieron en solución saturada de NaCl (37 g en 100 g de agua a 20 °C). Los estómagos se secaron al sol por 8 días, se consideraron secos cuando alcanzaron peso constante, y se molieron a un tamaño de partícula de 25 µ m. El extracto enzimático se preparó utilizando un 60% de cuajo y 40% de suero de queso.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

Para el proceso de elaboración del queso se trabajó con dos tratamientos a base de los cuajos obtenidos del estómago de conejo joven (T1) y adulto (T2), para su comparación con un tratamiento testigo (T3) (cuajo comercial). Se aplicó un diseño completamente al azar, contando de 3 repeticiones con un tamaño de unidad experimental de 24L de leche por repetición con un total de 72L por tratamiento y un total de 216L para realizar la investigación, en función del siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde; Y_{ij} : valor respuesta; μ : media general; α_i : efecto sobre los tratamientos; ϵ_{ij} : error experimental.

La leche se sometió a un filtrado, para eliminar posibles contaminantes (basuras, pelos, etc.), a continuación se pasteurizó la leche en la tina de pasteurización, donde se elevó la temperatura a 75°C por 15 minutos, luego se dejó enfriar a 40°C y se agrega el cloruro de calcio en escamas, en una proporción de 20 g/100 litros de leche y el fermento láctico de repique en una cantidad del 1 l/100 litros de leche a una temperatura de 34 °C, se realizó una homogenización por 5 minutos, luego se dejó madurar por el lapso de 30 minutos, transcurrido este tiempo se agrega el cuajo en estudio (químico o los naturales deshidratados de conejo joven y adulto), a una temperatura de 35°C en dosis de 1 ml/10 litros de leche, seguidamente se dejó en reposo la leche para que se produzca la coagulación.

Posterior a esto, se procede a cortar y batir la cuajada por en un lapso de 15 a 20 minutos, hasta que el grano de la cuajada esté del tamaño de una haba; a ésta solución se la dejó reposar por 5 minutos y luego procede a sacar el 35% de suero y adicionar el 30% de agua caliente que estuvo a la temperatura de coagulación correspondiente; luego se batió por un lapso de 10 minutos (lavado de la cuajada) y posteriormente colocar la cuajada en moldes plásticos para el respectivo desuerado.

Llenos los moldes se realizaron un volteo inmediato de los mismos, para asegurar un mejor desuerado, se procedió a realizar un segundo volteo luego de 30 minutos aproximadamente. Luego colocamos los quesos en paños para seguidamente trasladarlos a la prensa, en donde permanecieron por un lapso de 60 minutos y luego fuera de ella por 12 horas. El salado se efectuó con la utilización de salmuera a una concentración de 22 grados Baumé, por un tiempo de 12 horas.

Para la valoración de las características bromatológicas y microbiológicas se utilizaron muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales, así como para las pruebas de aceptación del consumidor (organolépticas).

Los resultados obtenidos se analizaron por medio del Análisis de varianza (ADEVA), para la diferencia de medias a un nivel de significancia de $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$; utilizando el programa estadístico INFOSTAT. Pruebas de Tukey, para la separación de medias a un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

3.

RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los resultados del comportamiento productivo de las enzimas coagulantes del cuajo de conejo. La variable peso del queso por efecto del uso de los diferentes cuajos, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), mostrando las diferencias numéricas alcanzando el mayor peso del queso en el tratamiento con el uso de cuajo de conejo adulto con 769,39 g, seguido por los quesos del tratamiento con el empleo del cuajo comercial con 732,89 g para finalmente ubicarse con el menor peso al manejar el cuajo de conejo joven con 729,39 g, con un error estándar de $\pm 31,30$ g (Ver Figura 1).

Lo que denota que el mejor tratamiento fue con el cuajo de conejo adulto, quizás esto se deba a que mencionado por (Spreer, 2005) los cuajos de conejos adultos presentan una mayor cantidad de pepsina, normalmente 80 – 90%, siendo de mayor concentración enzimática activa. El mayor contenido de pepsina de los cuajos lo hace más sensible al pH, y poseen en general una mayor actividad proteolítica.

Tabla 2. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ENZIMAS COAGULANTES DEL ESTÓMAGO DE CONEJO EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO

Variable	Tipos de cuajos			E.E	Prob.
	Comercial	Conejo Joven	Conejo Adulto		
Peso, g	732,89	a 729,39	a 769,39	A 31,30	0,6239
Fuerza del cuajo	932,24	a 260,06	c 459,09	B 22,90	0,0000
Rendimiento del queso, %	18,32	a 18,23	a 19,23	a 0,78	0,6238

E.E.: Error estándar.; Prob. $> 0,05$: no existen diferencias estadísticas.

Prob. $< 0,05$: existen diferencias estadísticas.

Prob. $< 0,01$: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Datos que suelen ser inferiores a los reportados por (Monsalve & Gonzales 2005), que se tiene un buen peso del queso si de 6 litros de leche se obtiene un 1kg de queso al finalizar su proceso de coagulación, pero datos similares a los presentados por (Ibáñez, 2015) al evaluar el tiempo de cuagulación del queso fresco al finalizar su trabajo experimental reportó un peso de 764,31 g.

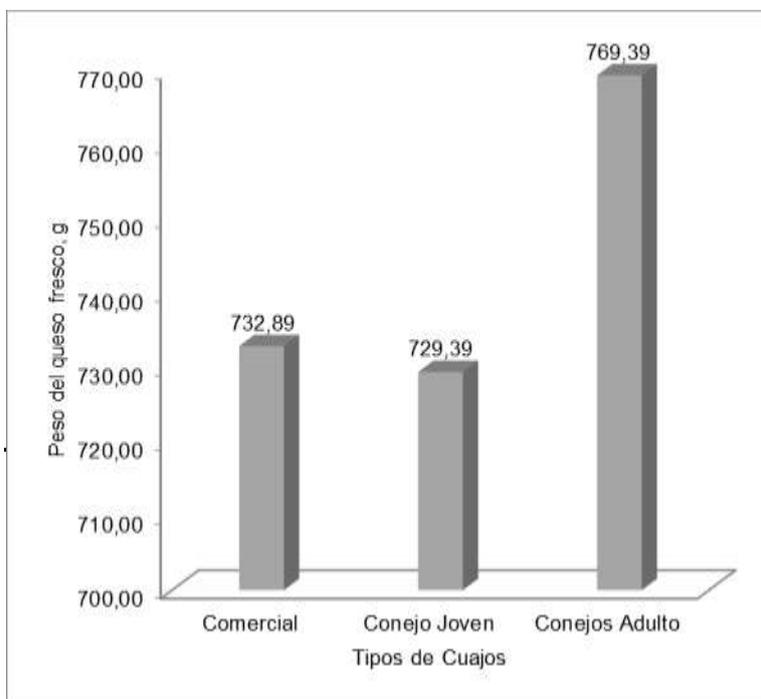


Figura 1. Peso de los quesos por efecto de enzimas coagulantes del estómago de conejo

La fuerza del cuajo por efecto del empleo de diferentes cuajos, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), en la elaboración del queso fresco, donde se pudo observar que el mejor tratamiento fue con la aplicación del cuajo comercial con una media de 932,24, seguido por un descenso en la fuerza del cuajo a 459,09, en el tratamiento con el cuajo del conejo adulto, para posteriormente encontrarse el cuajo de conejo joven con la menor fuerza del cuajo de 260,06 con un error estándar de $\pm 22,90$.

A lo que se puede mencionar que el mejor tratamiento fue con el uso del cuajo comercial, pero esto quizás se puede inferir, que a menor porcentaje de cloruro de sodio para extraer la enzima coagulante, se logra mayor fuerza, concordado con (Campos, 2010), quien concluye que el cloruro de sodio utilizado ejerce un efecto significativo en la extracción de la enzima coagulante y por ende en la fuerza del cuajo.

Datos que suelen ser superiores con respecto a los reportados por (Linden & Lorient, 2006), quienes al evaluar el cuajo bovino adulto líquido señalan que su mayor fuerza del cuajo fue de 400,76 Us, (Velasco, 2011), determinó la fuerza del cuajo bovino en la elaboración del queso fresco teniendo como resultado que a menor concentración de ácido clorhídrico se obtiene una fuerza de 464, 78 Us, posiblemente esto se vea directamente influenciado con lo anteriormente dicho que la extracción del cuajo está dependiendo del porcentaje de cloruro de sodio, a menor contenido mayor fuerza de la enzima coagulante.

La variable rendimiento del queso (%), en la elaboración del queso fresco no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), al evaluar con los diferentes cuajos, resaltando numéricamente el mejor tratamiento con el cuajo de conejo adulto con 19,23 %, seguido por medias de 18,32 y 18,23 % en los tratamientos con cuajo comercial y cuajo de conejo joven respectivamente, con un error estándar de $\pm 0,78$ %.

Lo que se concluye que el mejor tratamiento para el rendimiento del queso fue con el tratamiento del cuajo de conejo adulto a lo que (Monsalve & González, 2005), acotan que el rendimiento quesero es la suma de las cantidades de materia grasa, proteínas y otros componentes; además del agua transferida desde la leche al queso durante el proceso de elaboración, el rendimiento se puede incrementar simplemente aumentando la proporción de humedad por unidad de caseína; no obstante hay restricciones sobre los rangos o máximos

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

aceptados para cada variedad específica de queso, ya que esto ocasiona cambios en las características sensoriales.

Datos que superan a los indicados por (Rivera, 2012), obtuvo sus mayores rendimientos al emplearse el cuajo macerado de bovino con el 18,00 %, (Yanza, 2010), quien logra un rendimiento del 15,47 % cuando utilizó 5 % de látex de papa china en reemplazo del cuajo microbiano, otros autores indican que el rendimiento fue de 12,21 al emplear cuajo vegetal en la elaboración del queso fresco; a lo que ostentan (Bedolla & Dueñas, 2004), que los rendimientos estimados de la elaboración del queso fresco es del 15,5 %; para considerarlo de buena calidad; así que se puede deducir que los rendimientos reportados en la presente investigación son muy aceptables en las industrias queseras.

Guardando relación con los reportados por (Pacheco, 2012), quien menciona que su mayor rendimiento en la elaboración de queso fresco fue con el empleo de esterasa como coagulante con 19,15 %.

Los resultados del análisis físico - químico de las enzimas coagulantes del cuajo de conejo, se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL QUESO FRESCO, POR EFECTO DE LAS ENZIMAS COAGULANTES DEL ESTÓMAGO DE CONEJO

Variable	Tipos de cuajos			E.E	Prob.
	Comercial	Conejo Joven	Conejos Adulto		
pH	5,32 a	5,42 a	5,35 a	0,07	0,5971
Proteína, %	14,46 a	14,36 a	14,54 a	0,19	0,8147
Acidez, %	0,16 a	0,13 b	0,15 a	0,01	0,0060
Grasa, %	24,09 a	23,90 a	24,35 a	0,50	0,8198

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

La variable pH en el queso fresco, evaluados en la presente investigación, no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), debido a que todos los quesos frescos registraron medias homogéneas de 5,42; 5,35 y 5,32 de pH, para los tratamientos con el cuajo de conejo joven, cuajo de conejo adulto y el cuajo comercial (T1, T0 y T2), en su orden, con un error estándar de $\pm 5,35$.

A lo que se puede aducir que en quesos tiernos el pH es de un valor que va de 5,1 a 5,4, dando la certificación de un queso de calidad, además que un descenso del pH hasta un valor de 4,0 en cuajos animales, provoca un aumento de la actividad coagulante y una total inactivación de la actividad lipolítica, como consecuencia de la activación de los zimógenos (pro-quimosina y pro-pepsina) y la inactivación de las enzimas lipolíticas, acelerando el tiempo de coagulación en la elaboración de los quesos.

Datos inferiores a los reportados por (Pacheco, 2012), al evaluar diferentes cuajos vegetales obtuvo un pH de 5,5; (Becerra, 2003), al evaluar diferentes tipos de cuajos en diferentes niveles

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

obtuvo su mayor pH de 5,65 alejándose a lo comentado por (Fajardo, 2012), que el queso fresco se caracteriza por ser un producto poco fermentado, aunque ligeramente ácido con un valor de pH de 5,3; con bajo porcentaje de sal del 3 % y un potencial de óxido - reducción electronegativa.

Al analizar la variable contenido de proteína en la elaboración del queso fresco, no presento diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), entre las medias por efecto de los diferentes cuajos, teniendo diferencias numéricas superando el tratamiento con el empleo del cuajo de conejo adulto con un promedio de 14,54 %, seguido por el grupo de los quesos en los cuales se les aplica el cuajo comercial con 14,46 % y el menor contenido de proteína fue de 14,36 con el cuajo de conejo joven, con un error estándar de $\pm 0,19$ % entre medias.

Indicando que el mejor tratamiento fue con el uso del cuajo de conejo adulto con un contenido proteico de 14,54 %, a lo que se puede manifestar que una de las ventajas del uso de cuajos animales adultos se deben a un contenido de proteinasas capaces de coagular las caseínas, producen una cuajada más suave y cremosa que el de procedencia vegetal, es un cuajo muy proteolítico, lo que significa que produce una transformación más rápida e intensa de las proteínas presentes en la leche (Salguero, 2009).

Datos que al contrastar con los reportados por (Rivera, 2012), con el empleo del cuajo químico se registró el mayor contenido de proteína en el queso fresco con el 18,98 %; la (FAO, 2000), menciona que el queso fresco debe estar con un estándar proteico del 21 %, (Becerra, 2003), alcanzo su mayor contenido de proteína del 21, 11 %, superando a los datos de la presente investigación, posiblemente esto se deba a que el contenido de proteína del queso puede estar supeditado a la efectividad del cuajo y ésta a su vez está en función de la temperatura, la concentración del sustrato (la leche), concentración de calcio y la acidez en que se genera la coagulación de la leche.

Pero superando a los datos reportados por (Fajardo, 2012), indican que no todos los quesos tienen el mismo valor nutritivo, por cuanto en estos reportes se señalan contenidos de proteína en el queso fresco de 8,10 y 12,0 %, respectivamente.

Para el análisis de la acidez de los quesos frescos, con la utilización de diferentes cuajos, registro diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre los tratamientos, obteniendo los mayores valores de acidez al finalizar la investigación de 0,16 y 0,15 % en el T0 y T2 (cuajo comercial y cuajo de conejo adulto); decrementando en el T1 con una media para la acidez del queso fresco de 0,13 %, con la utilizando el cuajo extraído del conejo joven, con un error estándar entre las medias de $\pm 0,01$ %.

Para el análisis de la acidez de los quesos frescos, con la utilización de diferentes cuajos, registro diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre los tratamientos, obteniendo los mayores valores de acidez al finalizar la investigación de 0,16 y 0,15 % en el T0 y T2 (cuajo comercial y cuajo de conejo adulto); decrementando en el T1 con una media para la acidez del queso fresco de 0,13 %, con la utilizando el cuajo extraído del conejo joven, con un error estándar entre las medias de $\pm 0,01$ %.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

Mostrando que existe un valor estándar con el uso del cuajo de conejo adulto ya que las normas (INEN, 2002), menciona que la acidez de la leche deber estar en un rango del 15 al 18 %, además debemos considerar aspectos como la acidez demasiado baja en la cuajada podemos interrumpir la acción de las bacterias lo que hará que el queso pierda mucho más suero quedando un queso demasiado húmedo, y una acidez demasiado alta en la cuajada quedara un queso blando que seguirá fermentándose dando un sabor más ácido.

Guardando relación con los obtenidos (Fajardo, 2012), quien evaluó diferentes niveles de cuajos de extracto vegetal alcanzó un grado de acidez del 16 %, a lo que se puede ostentar que estos valores se encuentran en los óptimos del queso fresco es decir conservando las características sensoriales de un buen queso.

Datos que son superados por los registrados por (Becerra, 2003), quien logro su mayor concentración de acidez de 17,85 %, (Yanza, 2010), al evaluar los diferentes niveles de cuajo extraído de látex de papaya indica un valor de acidez del 17,25 % con el nivel del 15 %, sustentando que la acidez en el queso es otro factor que no solo tienen incidencia sobre el sabor, si no también directamente en los cambios que experimenta la red de proteína (cuajada), del queso, teniendo esta una correlación directa en los fenómenos de sinéresis (es decir : a mayor acidez, mayor sinéresis) y textura (Pinho, 2004).

Para la variable contenido de grasa después de la separación de medias, en la elaboración del queso fresco no registro diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), entre los tipos de cuajos evaluados, pero superando el tratamiento con el uso del cuajo de conejo adulto con 24,35 %, con respecto a los tratamientos con el cuajo comercial y el cuajo de conejo joven con promedios de 24,09 y 23,90 %, en su orden con un error estándar de $\pm 0,50$ %, quizás esto se deba a la composición inicial de la materia prima que es la leche a más de influenciar aspectos como temperatura acidez y contenido proteico.

A lo acontecido anteriormente se puede inferir que las recomendaciones nutricionales relativas a la dieta de los países industrializados, inciden en la necesidad de reducir el consumo total de grasa saturada (SFA), de ácidos grasos trans (TFA) y de colesterol a lo que la Organización Mundial de la salud recomienda que el consumo de grasas no debe representar más del 15 – 30% del aporte energético. Los SFA son característicos de alimentos de origen animal, mientras que los trans se encuentran en mayor concentración en aceites vegetales y de pescado hidrogenados industrialmente (Pfeuffer & Schrezenmeir, 2006).

Al evaluar diferentes niveles de cuajos animales obtuvo su mayor contenido de grasa de 15,28 %, (Rivera, 2012), al emplear el macerado de ovino para la elaboración del queso fresco señala su mayor contenido de grasa de 13,18 %, siendo datos inferiores a los de la presente investigación pero encontrándose en el rango permitido de acuerdo a la clasificación que señala el (INEN, 2002), en su Norma INEN, donde se indica que el rango del contenido graso para esta categorización debe ser superior al 10 % con un máximo del 25 %.

El análisis microbiológico del queso fresco por efecto de las enzimas coagulantes del cuajo de conejo, se reporta en la tabla 4.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

Tabla 4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO, POR EFECTO DE LAS ENZIMAS COAGULANTES DEL ESTÓMAGO DE CONEJO

Variable	Tipos de cuajos			E.E	Prob.
	Comercial	Conejo Joven	Conejos Adulto		
Escherichacoli, Ufc/g	500,00 a	500,00 a	533,33 a	157,27	0,9852
Coliformes totales, Ufc/g	266,67 a	500,00 a	266,67 a	1319,37	0,3959

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas; Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas; Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba deTukey.

De acuerdo al análisis del contenido de E. coli, presentes en el queso fresco no presentan diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$), siendo los mayores contenidos de E. coli en el uso del cuajo proveniente del estómago del conejo adulto con una media de 533,33 UFC/g, y siendo los menores contenidos en el tratamiento con cuajo comercial y cuajo perteneciente a estómagos de conejo joven con 500,00 UFC/g, con un error estándar de 157,27 UFC/g, a lo que se puede sustentar que las E. coli son coliformes totales que además fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24-48 horas a temperaturas comprendidas entre 44 y 45°C en presencia de sales biliares, dicho por (Ortiz & Ríos, 2006).

Según la (FAO,2000), el queso fresco apto para el consumo humano debe presentar un recuento máximo de 500 Ufc/g y un mínimo de 100 Ufc/g de E. coli, para que se considere que el producto no tiene cambios significativos en la presencia de microorganismo que pueden llegar hacer un factor esencial en la calidad del mismo, sin olvidar que la presencia de Escherichacoli es un indicador de contaminación fecal directa o indirecta y refleja falta de higiene durante la elaboración o manipulación del producto. La presencia de coliformes fecales y E. coli es un importante indicador de contaminación fecal que advierte de la posible presencia de otros patógenos.

La presencia de coliformes totales de acuerdo a la separación de medias por la prueba de Tukey en la elaboración del queso fresco, no registraron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$), por efecto de los diferentes tipos de cuajos encontrándose valores de 266,67 Ufc/g para el cuajo comercial, y cuajo de conejo adulto y el mayor recuento de coliformes totales fue de 500 Ufc/g en el tratamiento con el empleo del cuajo de conejo joven, con un error estándar de 131,37 Ufc/g.

A lo que muestra (Fuentes *et al.* ,2010), que los microorganismos indicadores que generalmente se cuantifican para determinar la calidad sanitaria de los alimentos son mesofílicos aerobios, mohos, levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, entre otros; las normas (INEN, 2002), indican que el recuento máximo recomendado que es de 100 UFC/g, pero por debajo de recuento máximo permitido que es de 500 UFC/g, lo que se puede considerar un producto apto para el consumo humano.

Las características sensoriales del queso fresco por efecto de las enzimas coagulantes del cuajo de conejo, reporta los resultados en la Tabla 5, tomando en consideración que se lo realizó una puntuación sobre 5 puntos para cada aspecto dando un total para la calificación final de 20/20.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

Las calificaciones asignadas al color de los quesos obtenidos por efecto de la utilización de los distintos cuajos, no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), aunque numéricamente existe una ligera superioridad con el empleo del cuajo comercial que recibieron calificaciones de 4,15 puntos, por que presentaban un color blanco cremoso, en cambio que con los otros tratamientos se registraron respuestas de entre 3,95 y 3,90 puntos, debido a su coloración blanco azulados, por la presencia de líquido en su parte exterior, observados principalmente en los quesos elaborados con el uso de cuajos deshidratados del estómago de conejo adulto y joven, quizás esto se vea influenciado a factores como maduración, acidez y masa de la leche.

Considerando también lo mencionado por (Fajardo, 2012), que los matices, el tono y la intensidad varía mucho de unos quesos a otros, viéndose influenciado por el contenido de agua o grasa del queso, por el tipo de leche y la zona de producción, entre las matices más frecuentes en el queso tenemos: blanco, blanco marfil, amarillo pálido, amarillo beige, verde azulado y naranja.

Datos que concuerdan con los reportados por (Rivera, 2012), obtiene una puntuación para la coloración del queso de 4,13, así también (Yanza, 2010), con el empleo del 10 % de látex de papaya registro una puntuación de 4,17 puntos, considerándose como quesos de color blanquecino.

Tabla V. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO FRESCO, POR EFECTO DE LAS ENZIMAS COAGULANTES DEL ESTÓMAGO DE CONEJO

Variable	Tipos de cuajos			H.	Prob.
	Comercial	Conejo Joven	Conejos Adulto		
Color	4,15 a	3,9 a	3,95 a	1,43	0,3561
Sabor	4,1 a	3,55 ab	3,25 b	8,53	0,0093
Textura	4,2 a	3,85 ab	3,6 b	6,11	0,0141
Apariencia	4 a	3,55 a	3,6 a	3,25	0,1546

Prob. $> 0,05$: no existen diferencias estadísticas.

Prob. $< 0,05$: existen diferencias estadísticas.

Prob. $< 0,01$: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Kruskal Wallis.

En el sabor de los quesos, las calificaciones asignadas por efecto de la utilización de diferentes tipos de cuajos ,lograron diferentes estadísticamente altamente significativas ($P < 0,01$), alcanzando las mejores puntuaciones en los quesos elaborados con comercial existiendo una ligera superioridad con respecto al resto de tratamientos con una media de 4,10 puntos, en cambio los quesos elaborados con los cuajos de conejos jóvenes y adultos registraron las puntuaciones que fueron de 3,55 y 3,25 puntos, debido a que en estos quesos se percibió un sabor ligeramente salino ácido.

(Coste, 2005), indica que el sabor es la sensación percibida por el órgano del gusto por medio de la lengua, cuando se estimula ciertas sustancias solubles, que permiten captar la cantidad

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

de sal, dulzor, acidez y amargo del queso. De los cuatro sabores básicos los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado.

(Rivera, 2012), alcanzo su mayor puntuación en los quesos elaborados con los cuajos deshidratado de ovino con 4,48 puntos superando a los de la presente investigación, quizás sea por los aditivos introducidos en la elaboración del queso.

La variable textura del queso fresco, en consideración a las puntuaciones evaluadas por el efecto del uso de los diferentes tipos de cuajos, registraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,01$), teniendo la mayor textura en los quesos elaborados con el cuajo comercial con un valor de 4,20 puntos, seguido por los tratamientos con los cuajos animales joven y adulto con medias de 3,85 y 3,6 puntos siendo ligeramente inferiores con respecto al cuajo comercial.

Analizando que la textura es un parámetro para la apreciación de la calidad, que depende del proceso de elaboración desde las etapas iniciales, teniendo un buen desuerado, fundamentando que el tiempo ideal para obtener una buena textura es de 40 minutos en el proceso de coagulación. Confirmado por (Coste, 2005) que la textura dependerán, fundamentalmente, de la cantidad de cuajo utilizado, de la temperatura (velocidad de coagulación máxima a 40° a 42° C) y de la acidez de la leche.

La mayor puntuación en la valoración organoléptica de la apariencia de los quesos sus repuesta no infieren estadísticamente ($P > 0,05$), por efecto del empleo de los diferentes tipos de cuajos registrando puntuaciones de 4,0; 3,55 y 3,6 puntos para los quesos elaborados a base de cuajos comercial, cuajo del estómago de conejo joven y cuajo de conejo adulto, respectivamente.

A lo que (Chamorro, 2002), indica que la apariencia es el conjunto de atributos que se aprecian con la vista. Tienen en cuenta las propiedades visuales, tanto externas (forma, corteza) como internas del queso (aberturas, color).

Datos inferiores a los reportados por (Rivera, 2012), que alcanzo una puntuación de 4,75 con el uso del cuajo macerado de ovino, superando así a los de la presente investigación quizás esto se deba a que los quesos evaluados presentaron alguna presencia de grumos.

4.

CONCLUSIONES

En el comportamiento productivo de los cuajos, las mejores respuestas se registraron al emplearse el cuajo del estómago de conejo adulto en la elaboración del queso fresco, por el mayor peso de 769,39g; el mejor rendimiento de 19,23 % y la mejor fuerza del cuajo de 459,09 con respecto al cuajo de conejo joven.

Respecto a la calidad nutricional del queso fresco, todos los tratamientos tuvieron resultados similares, por lo tanto se puede utilizar cualquiera de ellos. Sin embargo el queso proveniente de la utilización de cuajo de conejo adulto, es el más viable económicamente hablando.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

De acuerdo a las cargas microbiológicas de coliformes totales y *Escherichacoli*, todos los tratamientos se encuentran dentro de los rangos establecidos a las recomendaciones por el INEN, por lo que se consideran aptos para el consumo humano.

De acuerdo a la prueba organoléptica el queso proveniente de la utilización del cuajo comercial y del cuajo de conejo joven, son iguales por lo tanto se puede utilizar cualquiera de los dos, sin embargo al compararlos con el queso proveniente del cuajo de queso de conejo adulto, éste tuvo resultados inferiores.

5.

R

EFERENCIAS

- Becerra, F., (2003). Calidad de los quesos frescos elaborados con tres tipos de cuajo (microbianos, enzimáticos y vegetales) en tres niveles (0.8, 1.0 y 1.2%). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
- Bedolla, S. y Dueñas, C. (2004). Introducción a la Tecnología de Alimentos. Segunda Edición, Editorial Limusa. México D.F. pp 315.
- Broome, M. (2008). Milk coagulants. The Australian Journal of Dairy Technology. pp 188 – 190.
- Calvo. M. 2011. Bioquímica de los alimentos. Tomo I. Editorial, Contreras, Colombia. pp 23-45.
- Campos, C. (2010). Obtención de cuajo en polvo a partir de abomasos de cabrito (Caprasp.).Tesis de Grado. UNALM. Lima, Perú.
- Cazares, C. (2013). Cuajo de conejo. Disponible en <https://www.engormix.com/MAN-cunicultura/foros/cuajo-conejo-t20642/249-p0.htm>.
- Chamorro, M. (2002). El análisis sensorial de los quesos.1a ed. Madrid, España. Editorial MundiPrensa. pp 10 - 25.
- Coste, E. (2005). Análisis Sensorial de Quesos. Editorial Universal. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.Madrid, España. pp 2 -10.
- Dobler, J., Espinosa E., Hernaández P., López L., y Márquez O. (2016). Extracto Coagulante de leche proveniente del estómago de conejo. Agrociencia. Texcoco, México:. pp 584 -592.
- Fajardo, B. (2012). Efecto de la Utilización de Culantro, Orégano, y Aji en la Elaboración de Queso. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador.
- FAO. (2000). United Nations Food and Agricultural Organization. FAO agricultural data bases are obtainable on the world wide web: <http://www.fao.org>.
- Ferrandini, E. (2006). Elaboración de queso de murcia al vino con cuajo natural en pasta. Tesis de Grado. Facultad de veterinaria, Universidad de Murcia. Murcia, España. pp 17 -50.
- Fuentes, A., Campas, O. Y Meza, M. (2010). Calidad sanitaria de alimentos disponibles al público de ciudad Obregón, Sonora, México. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora. Sonora, México. pp 4 - 6.
- González, J. (2005). Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Tesis de Grado. Veraguas, Panamá.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.

- Ibáñez, A. (2015). Evaluación del tiempo de cuajada en las características organolépticas del queso fresco. Tesis de grado. Carrera de Ingeniería Agropecuaria Industrial. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. pp 45-78.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2002). Panela Granulada. Requisitos," Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2332:2002. pp 1-3.
- Linden, G. Y Lorient, D. 2006. Bioquímica agroindustrial: Revalorización alimentaria de la producción agrícola. 1a ed. Zaragoza, España. pp 96.
- Monsalve, J. Gonzales, D. (2005). Elaboración de un queso. Revista Científica. pp 543-550.
- Ortiz, M. Y Rios, M. (2006). Comparación de los métodos Petrifilm™ coliformes y Número Más Probable (NMP) para la determinación de coliformes fecales en muestras de queso blanco Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel. p.15-18.
- Pacheco, M. (2012). Actividad esterasa en cuajos de cordero: papel en la maduración de quesos de oveja. Tesis de Maestría.
- Padrón, M. (2008). La Gomera. Elaboración de queso de leche cruda y semicurado de cabra. Tesis de Grado. Canarias, España.
- Pfeuffer, M. Y Schrezenmeir, J. (2006). Impact of trans fatty acids of ruminant origin compared with those from partially hydrogenated vegetable oils on CHD risk. International Dairy Journal. pp 1383-1388.
- Pinho, O. (2004). Chemical, physical and sensorial characteristics of "Terrincho" ewe cheese. Changes during ripening and intravarietal comparison. Journal of Dairy Science. pp 249-257.
- Quijano, J. (2010). Quimosinas. Revista Reciteia. Cali, Colombia. pp5-12.
- Rivera, V. 2012. Evaluación de Distintos Cuajos Naturales y Procesados (Bovinos, Ovinos y Cuy) Para la Realización de Queso Fresco. Tesis de Grado. Riobamba, Ecuador.
- Ruiz, M. (2014). El cuajo una sustancia mágica. Disponible en <http://raizyparamodeguzman.es/cuajo-sustancia-magica-queso/>.
- Salguero, J. (2009). Influence of vegetal and animal rennet on proteolysis during ripening in ewes, milk cheese. Food Chemistry. pp 177-183.
- Spreer, E. (2005). Industria Alimenticia. Enzimas coagulantes. pp 223- 224. Disponible en <http://www.industriaalimenticia.com/articles/83036-enzimas-coagulantes>.
- Velasco, A. (2011). Evaluación de la Calidad Microbiológica del Queso Mozzarella Utilizando Diferentes Niveles de Leche Descremada sin Pasteurizar. Tesis de Grado. Riobamba, Ecuador.
- Yanza, E. (2010). Utilización del látex de las hojas, tallos y fruto de la papaya como coagulante natural en la elaboración de queso fresco. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 32 -44.

¹Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

²Bioquímica Farmacéutica, Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

³Ingeniera Química, Magíster en Gestión Ambiental, Docente de Química Analítica, Química Orgánica y Operaciones Unitarias en las Carreras de Industrias Pecuarias y Agroindustrias.