

# **Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamorano**

Marvin Leonel Moncada Reyes

Zamorano, Honduras  
Carrera de Agroindustria

Diciembre, 2005

# Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del quesoillo Zamorano

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroindustrial en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Marvin Leonel Moncada Reyes**

Zamorano, Honduras  
Carrera de Agroindustria

Diciembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reserva los derechos de autor.

---

Marvin Leonel Moncada Reyes

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2005

# Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamorano

Presentado por:

Marvin Leonel Moncada Reyes

Aprobado:

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Asesor principal

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Director  
Carrera de Agroindustria

---

Francisco Javier Bueso, Ph.D.  
Asesor secundario

---

George Pilz, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A Dios el todo poderoso

A mi hermano Nestor Bayardo (QDDG)

A mis padres Wilfredo y Domitila

A mi abuelita Bertilia

A mis hermanos Melba, Wilberg, German, Roberto, Johana, David, Karen y a mí consentido el Wilito.

A mi novia Vilma.

A mis tíos, primos, sobrinos y mis cuñadas(os).

A toda mi familia y amigos.

A mi clase NEMESIS 05.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por darme la sabiduría y el coraje que necesitaba para poder enfrentar una de las pruebas más grandes de mi vida, y a la vez llenarme de mucho amor y conocimientos cada día de mi vida.

A mis viejitos Wilfredo y Domitila por darme ese apoyo incondicional en mis estudios, sus consejos y amor para que me guiara por el buen camino de la vida y por no dejarme de la mano en ningún momento.

A mi abuelita Bertilia por sus sabios consejos, cariño y sus palabras de motivación.

A mis hermanos Melba, Wilberg, German, Roberto, Johana, David, Karen y a mí consentido el Wilito por brindarme su amistad, su apoyo y que siempre estuvieron pendientes de mí en todo momento.

A mí novia Vilma por compartir conmigo momentos de felicidad, tristeza y de muchos éxitos y por brindarme sus consejos de mucho apoyo para tomar mis decisiones.

A mis compañeros y amigos del alma de mi clase Némesis y las demás amistades que forme en Zamorano, en especial a Carlos Calderón, Odelys Milla, Carlos Mejía, Víctor Reyes, Wilmer Rodríguez, Javier Carranza, Alexis Peralta, Víctor Aplícano, Enrique Oyuela, Mario Torres, Víctor Taleón, Gustavo Pivaral, Ulises Castilblanco, Wilmer Pacheco, Francisco García, Gerson Morales, Sairy Alvarado, Rolan De La Cruz, Malcond Valladares, Carlos Medina, Wilfredo Zamora, José Tahuico, Carlos Ac, Oscar Sosa, Ana Lucy Ochoa y Carlos Garay por brindarme su amistad y haber contribuido a mí desarrollo como persona, gracias por siempre.

Al personal de la planta de lácteos por brindarme su apoyo incondicional y su amistad; de forma muy especial a Doña Alba, Emilio, Rigo Silva, Rigo Rubio, Francisco, Juan, Erick, Fredy, Don Max y al Ing. Vargas.

A mi asesor Principal Luis Fernando Osorio por darme la oportunidad de realizar una investigación de mucho interés y que en la actualidad me ayudará mucho en mí vida profesional; también se le agradece por sus consejos más estrictos pero al mismo tiempo más valiosos para la formación de mi vida

A mí asesor secundario Francisco Bueso por enseñarme lo importante que es el esfuerzo en cada uno de los trabajos que se realizan y por el consejo sincero a mis inquietudes.

A la E.A.P. por darme la oportunidad de estudiar y haberme ofrecido todas las herramientas necesarias para mi conocimiento profesional y así poder enfrentarme con los retos que se me presenten en mi vida a futuro.

Y a usted estimado lector que de una u otra manera este trabajo le sea útil.

## **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A mí familia por su apoyo al financiamiento de mis estudios.

Al fondo Food Progress por su aporte al financiamiento de mis estudios.

## RESUMEN

Moncada Reyes, M. 2005. Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 28p.

La producción anual de leche en Honduras es alrededor de 600 millones de litros, que constituye un 30% de la producción total de leche de Centro América; de los cuales el 30% es procesado en plantas agroindustriales y el 70% de forma artesanal. En los últimos años el sector lácteo de Honduras ha tenido un crecimiento en sus exportaciones de un 42.8%, siendo el 17% de productos elaborados artesanalmente. Actualmente en la planta de Lácteos de Zamorano no se le da ningún uso al suero que resulta de la elaboración de quesos. El queso es un producto que en la actualidad se elabora de forma artesanal usando suero como medio de precipitación. El queso es un tipo de queso obtenido mediante la cocción y estirado de la cuajada, el cual se obtiene a partir de la leche, cuajo, suero ácido, sal común y otros ingredientes opcionales como colorantes, agentes antimicrobianos, cloruro de calcio, entre otros. En este estudio se evaluaron dos niveles de acidez en el suero y dos cantidades de suero 0.4 y 0.5 ATECAL y 70% y 60% de la cantidad de leche a procesar, respectivamente. El diseño experimental seleccionado fue bloques completos al azar con un arreglo 2x2 factorial, con 4 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento, por lo que se obtuvieron 12 unidades experimentales. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamorano. Los análisis sensoriales se realizaron por medio de un análisis exploratorio utilizando un panel compuesto por 12 personas no capacitadas, pero relacionadas al área láctea. El tratamiento con mejor aceptación en cuanto a rendimientos y características sensoriales fue la combinación de 0.5 ATECAL con 70% de suero de la cantidad de leche procesada ( $p < 0.05$ ).

**Palabras claves:** Suero, ATECAL



## CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| Portadilla.....                                      | i         |
| Autoría.....   | ii        |
| Página de firmas.....                                | iii       |
| Dedicatoria.....                                     | iv        |
| Agradecimientos.....                                 | v         |
| Agradecimientos a patrocinadores.....                | vi        |
| Resumen.....   | vii       |
| Contenido.....                                       | viii      |
| Índice de cuadros.....                               | ix        |
| Índice de figuras.....                               | x         |
| Índice de anexos.....                                | xi        |
| <br>   |           |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> -----                         | <b>1</b>  |
| 1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....                     | 1         |
| 1.2 ANTECEDENTES .....                               | 1         |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....                   | 2         |
| 1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO .....                     | 2         |
| 1.5 OBJETIVOS .....                                  | 2         |
| 1.5.1 Objetivo General .....                         | 2         |
| 1.5.2 Objetivos Específicos .....                    | 2         |
| <b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> -----               | <b>3</b>  |
| 2.1 IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LECHE .....         | 3         |
| 2.2. DEFINICIONES.....                               | 5         |
| 2.3. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL QUESILLO.....   | 5         |
| 2.4. CLASIFICACIÓN DEL QUESILLO. ....                | 6         |
| 2.5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL QUESILLO.....      | 6         |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> -----                 | <b>8</b>  |
| 3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....                    | 8         |
| 3.2 MATERIALES Y EQUIPO .....                        | 8         |
| 3.2.1 Materiales: .....                              | 8         |
| 3.2.2 Equipo: .....                                  | 8         |
| 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO ..... | 9         |
| 3.4 PROCESO DE ELABORACION DE QUESILLO .....         | 9         |
| 3.5 EVALUACION SENSORIAL .....                       | 11        |
| 3.6 ANÁLISIS FÍSICOS .....                           | 11        |
| 3.7 ANÁLISIS QUÍMICO .....                           | 11        |
| 3.7.1 Método de análisis .....                       | 11        |
| 3.8 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS.....                 | 11        |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> -----               | <b>12</b> |
| 4.1 ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS.....                    | 12        |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2   | ANÁLISIS SENSORIAL .....                 | 12 |
| 4.2.1 | Análisis exploratorio .....              | 12 |
| 4.3   | ANÁLISIS FÍSICOS .....                   | 14 |
| 4.3.1 | Análisis de textura .....                | 14 |
| 4.3.2 | Análisis de color .....                  | 15 |
| 4.4   | ANÁLISIS QUÍMICOS .....                  | 15 |
| 4.5   | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....            | 16 |
| 4.6   | ANÁLISIS DE COSTOS POR INGREDIENTES..... | 16 |
| 5     | <b>CONCLUSIONES</b> .....                | 18 |
| 6     | <b>RECOMENDACIONES</b> .....             | 19 |
| 7     | <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....                | 20 |
| 8     | <b>ANEXOS</b> .....                      | 21 |

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Diseño Experimental.....  | 9  |
| 2.  | Formulación de quesillo Zamorano.....   | 9  |
| 3.  | Rendimiento del quesillo expresado en porcentaje .....                            | 12 |
| 4.  | Evaluación en sabor del quesillo .....  | 12 |
| 5.  | Evaluación de salinidad del quesillo .....  | 13 |
| 6.  | Evaluación en la apariencia del quesillo .....                                    | 13 |
| 7.  | Evaluación de acidez del quesillo .....   | 13 |
| 8.  | Evaluación de elasticidad del quesillo .....                                      | 14 |
| 9.  | Fuerza de corte de quesillo en KN .....   | 14 |
| 10. | Valores de color del quesillo .....   | 15 |
| 11. | Composición química del quesillo .....  | 15 |
| 12. | Análisis microbiológico del mejor tratamiento obtenido.....                       | 16 |
| 13. | Costo variables para cada tratamiento.....  | 16 |
| 14. | Comparación del costo unitario/libra por tratamiento para producir quesillo ..... | 17 |

## INDICE DE FIGURAS

### Figura

1. Diagrama del proceso de elaboración de quesillo ..... 10

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Hoja de evaluación sensorial.....              | 22 |
| 2. | Análisis estadístico rendimientos.....         | 23 |
| 3. | Análisis estadístico evaluación sensorial..... | 24 |

## **1. INTRODUCCIÓN**

“La producción anual de leche en Honduras es alrededor de 600 millones de litros, que constituye un 30% de la producción total de leche en Centro América” (PEP, 2000).

“Esta leche en su mayoría es procesada en el ámbito artesanal, elaborando diferentes productos de buena demanda, como el queso seco, quesillo y mantequilla; la mayoría de estos productos son comercializados en el mercado nacional y una mínima proporción en el exterior, específicamente en El Salvador y Estados Unidos” (Amador, 2001).

La globalización trae consigo la apertura del comercio y la libre competencia, por lo que se hace necesario mejorar la calidad de los productos elaborados artesanalmente, dándoles un proceso diferente, como el caso del quesillo que artesanalmente se elabora con leche entera cruda y suero con alta carga microbiana. Es por eso que el producto tiene una vida útil muy corta. La realización de este estudio buscó reducir los conteos microbiológicos que acortan la vida de anaquel.

De acuerdo con SAG (2004), el sector lácteo de Honduras ha tenido un crecimiento de sus exportaciones de un 42.8%, siendo el 17% de productos elaborados artesanalmente. Esto quiere decir que si se mejora la metodología de elaboración de estos productos las exportaciones seguirían incrementándose y a un mejor precio.

Los recientes estudios de mercado de productos lácteos en el exterior principalmente Estados Unidos y Canadá, mencionan que los productos lácteos de mayor aceptabilidad son los quesos frescos y el queso seco, y entre los cuales destaca el quesillo. El quesillo es un queso de pasta hilada, elaborado de leche fresca mediante la acción de la fermentación ácida, producida por la degradación de la lactosa en ácido láctico (PEP, 2000).

### **1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La planta de lácteos de Zamorano no le da ningún uso al suero que resulta de la elaboración de queso crema, queso crema con chile y queso cabaña.

### **1.2 ANTECEDENTES**

En Zamorano no se ha realizado ningún estudio sobre la elaboración de quesillo. Esto se debe a que este subproducto de la leche ha sido visto como un proceso netamente artesanal.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Mediante el estudio de elaboración de quesillo se pretende darle uso al suero (actualmente se elimina como agua residual de la planta de lácteos) producido de la elaboración de los diferentes quesos que se elaboran en la planta de lácteos, que son alrededor de 7,000-9,000 litros de suero semanales y también suplir la necesidad que existe por este producto que actualmente se elabora a escala artesanal.

### **1.4. LIMITANTES DEL ESTUDIO**

#### **Limitantes**

- El presupuesto para el estudio es reducido.
- No se cuenta con un equipo de panelistas capacitados.

#### **Alcances**

- Establecer la formulación adecuada del quesillo industrializado, de acuerdo a la opinión de los consumidores potenciales y los rendimientos obtenidos.

### **1.5. OBJETIVOS**

#### **1.5.1. Objetivo General**

- Determinar el efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del quesillo Zamorano.

#### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de la acidez del suero en las características físico-químicas y sensoriales del quesillo.
- Determinar el efecto de la cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del quesillo.
- Evaluar el efecto del procesamiento en las características sensoriales del quesillo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LECHE

La calidad de la leche es uno de los pilares fundamentales de una industria lechera ya que comprende el uso de buenas prácticas de ordeño, ganado sano y bien alimentado, refrigeración entre otros. Todos estos factores influyen en obtener una leche con una capacidad de conservación adecuada para su transporte a la industria. A continuación se enumeran los parámetros más importantes a evaluar en la leche cruda:

**A. Acidez:** Es el contenido total de ácido en un producto, que en la leche es la suma de la acidez natural y la adquirida. La acidez natural de la leche se debe a la reacción ácida de las proteínas (caseína, lactoalbúmina y lactoglobulina) disuelta en fosfatos. La acidez real o adquirida es la debida al ácido láctico producida por la acción bacteriana (Pulgar, 1988).

La acidez de los productos lácteos es debida a la fermentación de la lactosa en ácido láctico, en la que intervienen bacterias acidificadoras. Durante la fermentación de la lactosa ocurren otras fermentaciones que dan origen a olores o aromas característicos y por esto se dice que la leche posee un olor característico a pesar de que el ácido láctico es inodoro (Revilla, 1996).

En la determinación de la acidez de la leche se utilizan diferentes métodos, los cuales dan diferentes interpretaciones. Por ejemplo, el pH mide la acidez real o adquirida y la acidez titulable mide tanto la acidez natural como la real o adquirida. Esta última se mide a través de una titulación con una solución de (NaOH), lo cual de acuerdo a su concentración permite expresar la acidez bajo diferentes escalas de acuerdo con la concentración de NaOH: en grados Dornic (°D) si la concentración de NaOH es de 0.11 N, grados Thörner (°Th) si la concentración de la solución es de 0.1 N, grados Soxhlet-Henkel (°SH) si la concentración de la solución es de 0.25 N (Pulgar, 1988).

Los grados Dornic indican igualmente el porcentaje de acidez expresado como ácido láctico (ATECAL), es decir, que si la acidez de una leche fresca es de 16 grados Dornic equivale a un contenido de 0.16% en ácido láctico (Pulgar, 1988).

**B. Densidad:** Esta es una prueba que se emplea para determinar el peso de un determinado volumen de una leche a una determinada temperatura a la que se le denomina peso específico. El resultado se expresa en g/ml, el valor promedio de la leche es de 1.031 g/ml, la que puede variar según la raza del animal de donde es procedente la leche, de 1.030 a 1.033 y en algunos casos de 1.029 a 1.035 (Pulgar, 1988).



Los sólidos no grasos y la grasa influyen en la gravedad específica de la leche en formas opuestas, es decir, que a mayor contenido de grasa hay menor peso específico y a mayor contenido de sólidos no grasos hay un mayor peso específico y viceversa. Por lo que con

este método se puede averiguar cualquier tipo de adulteración en la composición de la leche (Pulgar, 1988; Revilla, 1996).

**C. Temperatura:** Es la medición del grado de calor de la leche, es uno de los factores más importantes que afectan el crecimiento bacteriano y por lo tanto determinan su tiempo de conservación (Revilla, 1996).

Las temperaturas por debajo del grado mínimo hacen que el crecimiento se detenga, pero no mata al organismo salvo que sea congelado y descongelado varias veces. Sin embargo, un ligero crecimiento arriba de la temperatura máxima los mata en pocos segundos de exposición. Las bacterias presentes en la leche mueren en pocos segundos de ser expuestos a 70 °C (Revilla, 1996).

**D. Sólidos totales:** Es parte de la composición de la leche que se encuentra en una proporción de 12 a 13.5% de una leche normal. Los sólidos totales están compuestos por todos los componentes no líquidos de la leche entre los que se encuentra la lactosa, proteína, sales minerales, etc. Los sólidos totales pueden ser determinados mediante diferentes métodos como la determinación del porcentaje de materia seca, mediante datos de grasa y densidad de la leche y a través de un refractómetro (Pulgar, 1998; Revilla, 1996 y PEP, 2000).

**E. Porcentaje de grasa:** La grasa de la leche se encuentra en forma de pequeños glóbulos dispersos en emulsión en la fase acuosa de 1.5 a 10 micras de diámetro, la cual varía según la especie o raza de la cual proviene la leche. Los glóbulos están formados por un núcleo líquido de triglicéridos de bajo punto de fusión rodeado de una capa sólida de triglicéridos. Esta medición se realiza mediante una solución de ácido sulfúrico con una densidad de 1.82 g/ml, necesaria para la separación de la grasa de los demás componentes de la leche. Entre los métodos de medición más utilizados están los métodos de Gerber y Babcock.

**F. Prueba de reductasa:** La reductasa es una enzima producida por los microorganismos en la leche y se usa para determinar la calidad microbiológica de la leche, a través de la medición del tiempo de reducción de colorantes como el azul de metileno y la resazurina, que tienen la propiedad de cambiar de color según variaciones en el potencial Redox del medio. Este potencial variará según el consumo de oxígeno del medio, debido al metabolismo bacteriano. El colorante pierde su color cuando el medio es pobre de oxígeno, indicativo de una alta población microbiana la cual será contable de acuerdo al tiempo de coloración de la solución (Pulgar, 1988 y Revilla, 1996).

## 2.2. DEFINICIONES

### **Quesos:**

De acuerdo con Revilla (1996), es el producto madurado o sin madurar, sólido o semisólido, obtenido por la coagulación de la leche entera, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero, suero de queso o suero proveniente de algún mamífero.

### **Quesillo:**

“Es el queso que se prepara normalmente con leche entera cruda o pasteurizada parcialmente descremada o descremada y suero acidificado. Se prefiere un alto grado de acidez en éste, lo que se logra mediante la fermentación natural de la misma o adición de suero ácido. Este producto se caracteriza por tener una cuajada fibrosa, elástica de consistencia blanda y suave obtenida mediante la cocción y estiramiento de la cuajada fundida” (Sabello, 2001).

## 2.3. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL QUESILLO

El suero es uno de los materiales más contaminantes que existen en la industria alimentaria. Cada 1,000 litros de suero generan cerca de 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza contaminante es equivalente a la de las aguas negras producidas en un día por 450 personas. Más aún, no usar el suero como alimento es un enorme desperdicio de nutrimentos. El suero contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8 % de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa (Sabello, 2001). A continuación se enumera la influencia de este subproducto de la leche en las características sensoriales del quesillo.

**Color:** La coloración del quesillo es afectada en gran medida por la cantidad de grasa en la leche y por los colorantes e ingredientes que modifiquen su coloración, sin embargo, este debe ser de coloración amarilla, no pálida ni blanquecina, que será indicativa de un quesillo elaborado de leche totalmente descremada o ácida. Al igual que no debe tener una coloración muy intensa, ni presentar manchas que será indicativo de una degradación microbiana ya sea por hongos, bacterias o mohos.

**Sabor:** En el sabor inciden la calidad de todos los insumos utilizados como son: la leche, suero, sal común, el tipo de cuajo utilizado, las proporciones utilizadas y el manejo que se proporciona a cada uno de ellos. El sabor ácido debe ser leve o de muy poca percepción por el consumidor. Suele tener sabor muy ácido cuando se hace uso de leche y suero muy ácido, poca sal y una proporción excesiva de suero.

La cantidad de sal utilizada debe ser la adecuada para evitar que el producto sea muy simple o salado, el cual debe tener una proporción de sal agradable y óptima para su conservación. El sabor amargo es un defecto del quesillo que está determinado por la utilización de suero fermentado muy viejo, excesiva cantidad de cuajo y de la calidad de leche. El sabor a quemado se puede controlar durante la cocción del quesillo evitando un

sobrecalentamiento y la reutilización de los recipientes de cocción, ya que esta práctica origina un sabor ahumado en la pasta final.

El sabor agrio y rancio es característico de un queso en descomposición, el cual puede ser originario de microorganismos que podrían haber estado en cualquiera de los ingredientes utilizados principalmente la leche y el suero. Se debe tener mucho cuidado con el suero ácido (fermentado) utilizado, ya que puede poseer cualquier tipo de microorganismo que altere el sabor característico del queso en almacenamiento” (Zelaya, 2000).

**Olor:** De acuerdo con Sabello (2001), el olor debe ser característico de una cuajada sometida a calentamiento. No debe presentar un olor a descomposición, fermentado, rancio, descomposición amoniacal o cualquier olor fétido que cause un efecto negativo en el queso.

El olor estará determinado por la calidad de la leche, el suero y la cantidad de sal utilizada. El uso de la sal servirá como un inhibidor de la multiplicación microbiana, siendo estas las que originan los olores desagradables adquiridos por el queso.

**Consistencia:** No debe de ser un masoso, duro o muy blando.

**Apariencia:** El queso debe estar libre de cualquier tipo de partícula visible como sucio, partículas quemadas u otro material, al igual que no debe de mostrar burbujas de aire producidas durante el enfriamiento de la pasta o por la formación de CO<sub>2</sub> producido por las bacterias.

## 2.4. CLASIFICACIÓN DEL QUESILLO.

De acuerdo con Sabello (2001), el queso se puede clasificar de acuerdo a su contenido de grasas de la siguiente forma:

|                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Quesillo de jugo         | Contenido de grasa entre 45 a 50% |
| Quesillo semi-descremado | Contenido de grasa entre 25 a 44% |
| Quesillo descremado      | Contenido de grasa entre 10 a 24% |

## 2.5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL QUESILLO

La caracterización química del producto elaborado incluye datos de la composición nutritiva que le interesa al consumidor. La composición estará determinada principalmente por la composición de los ingredientes a utilizar. En el caso del queso el análisis químico contiene datos como ser porcentaje de humedad, porcentaje de grasa, proteína y cenizas.

a) **Proteína.** Las proteínas de la leche juegan un papel importante en la composición proteica del queso, ya que esta materia prima cuenta con proteínas de alto valor biológico, es decir, que tienen casi todos los aminoácidos y en cantidades similares a las requeridas por los humanos. La leche de vaca está compuesta por 3.3- 3.5% de proteína, dividida en varias porciones de la siguiente forma: caseína con 78%, proteínas del lacto suero con 17% y sustancias nitrogenadas no proteicas con 5%. La caseína a su vez está

compuesta por Alfa con 60%, Beta con 25%, Gamma con 10%, Kappa con 5% del total de la caseína (Pulgar, 1988 y Revilla, 1996).

La caseína se encuentra en la leche en forma de micelas dispersas en suspensión coloidal, debido a las cargas electronegativas, las cuales son neutralizadas a un pH de 4.6, que es el punto isoeléctrico de la leche. Al disminuir el pH de la leche a 4.6, se podrá precipitar la proteína de ésta cuando se aglomeran las micelas entre sí. Las proteínas del suero no son separadas por la acción del cuajo, la que se pierde en el suero de quesería después de la coagulación de la leche (Sabello, 2001).

b) **Humedad.** El agua es un nutriente esencial para el crecimiento de los microorganismos. Los microorganismos necesitan agua en forma asimilable, en donde su crecimiento puede llevarse a cabo en condiciones favorables a partir de 20% de humedad disponible, al 10% el desarrollo microbiano es limitado y a un 5% hay una inhibición del desarrollo microbiano a excepción de los mohos. Referente a ésto los alimentos deben de ser bajos en humedad, de lo contrario se tendrá que mantener en condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa para evitar su desarrollo (Sabello, 2001).

c) **Cenizas.** Representa la cantidad de elementos minerales presentes encontrados en el alimento que se esté estudiando. Entre los minerales que se pueden encontrar en los productos son los macro elementos: Potasio, calcio, cloro, fósforo, sodio, magnesio y azufre; y los micro elementos: hierro, zinc, cobre, flúor, yodo y manganeso. También se pueden encontrar porciones mínimas de otros elementos que se encuentran en el cuerpo animal (Revilla, 1996).

d) **Grasa.** La leche contiene un porcentaje considerable de grasa, siendo un nutriente importante en la dieta diaria. La grasa se puede encontrar en diferentes cantidades en el producto elaborado a partir del porcentaje que se posea de este nutriente en la leche (Revilla, 1996).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

La elaboración de cada tratamiento y toma de datos se realizó en la Planta de Lácteos de Zamorano. Las muestras fueron evaluadas química y físicamente en el Centro de Evaluación de Alimentos. Ambos lugares están localizados en el departamento de Francisco Morazán, 32 Km. al este de Tegucigalpa, Honduras.

### **3.2 MATERIALES Y EQUIPO**

#### **3.2.1 Materiales:**

- Leche estandarizada (2 % grasa) pasteurizada.
- Suero acidificado.
- Cuajo líquido de doble potencia 1:1500 marca Chymax de Ch. Hansen.
- Sal refinada.
- Empaque para vacío.
- Materiales de laboratorio para determinar acidez titulable del suero y leche.
- Materiales de laboratorio para determinar composición química del quesillo.

#### **3.2.2 Equipo:**

- Pasteurizador HTST.
- Termómetros.
- Cuchillos.
- Quesera de 200 litros de capacidad.
- Cuarto frío para mantener almacenado el quesillo a 4°C.
- Empacadora al vacío ultraback doble campana
- Centrífuga 244.
- Balanza analítica OHAUS.
- INSTRON 444.
- Colorflex Hunter Lab.
- Horno a 105°C 630 NAPCO
- Marmita

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 2x2, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y sensoriales se analizaron en el programa estadístico SAS® por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) con la prueba de separación de medias de Tukey (Anexo 2).

El estudio consistió en evaluar 2 niveles de acidez en el suero (0.4 y 0.5 ATECAL) y 2 cantidades de suero (60% y 70% de la cantidad de leche a procesar). Esto quiere decir que si se procesan 100 lts se deben de agregar entre 60 y 70 lts de suero acidificado. (Cuadro1).

Cuadro 1. Diseño Experimental.

| <b>Acidez del suero</b>  |            |                   |                   |
|--------------------------|------------|-------------------|-------------------|
| <b>Cantidad de suero</b> |            | <b>0.4 ATECAL</b> | <b>0.5 ATECAL</b> |
|                          | <b>70%</b> | TRT1              | TRT2              |
|                          | <b>60%</b> | TRT3              | TRT4              |

### 3.4 PROCESO DE ELABORACION DE QUESILLO

Para la elaboración de quesillo se utilizó leche estandarizada al 2% de grasa, suero acidificado en 2 concentraciones de acidez y otros ingredientes que se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Formulación de Quesillo Zamorano

| <b>Ingredientes</b>                | <b>Cantidad</b> | <b>%</b> |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| Leche estandarizada al 2% de grasa | 100kg           | 58.7     |
| Sal refinada                       | 165g            | 0.165    |
| Cloruro de calcio al 40%           | 20cc            | 0.008    |
| Cuajo de doble potencia            | 5cc             | 0.002    |
| Suero acidificado al 0.5 Atecal    | 70 kg           | 41.15    |

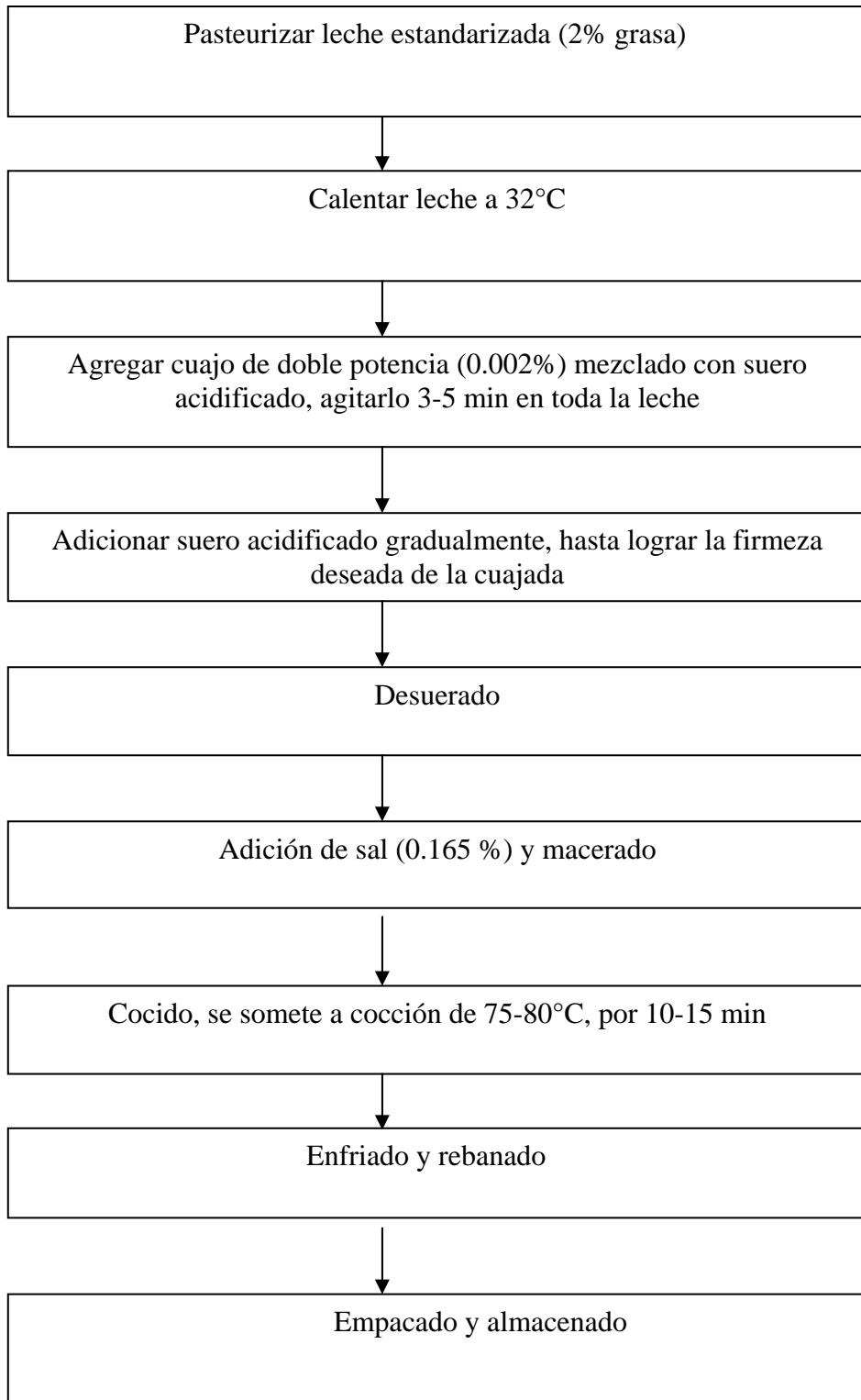


Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de quesoillo.

### 3.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

Las evaluaciones sensoriales se realizaron en Zamorano con un panel sensorial no capacitado de 12 personas que evalúan productos lácteos frecuentemente. El panel evaluó sabor, salinidad, acidez, elasticidad y apariencia de los quesillos. Se utilizó una escala numérica balanceada de 1 a 5, donde uno represento la característica no deseada y cinco la más aceptada (Anexo 1). Para la codificación se utilizó una numeración de 3 dígitos al azar para evitar el sesgo dentro del panel sensorial.

### 3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

Textura y Color fueron evaluados en el Centro de Evaluación de Alimentos, haciendo uso de aparatos especiales de medición:

**Textura:** INSTRON 444®, acople Compression Warner Bratzer Crosshead Speed. El acople es una guillotina que mide la fuerza del corte del quesillo en KN (Kilo Newtons).

**Color:** Colorflex Hunter Lab®. Se midieron los valores de L\*, a\*, b\* que describen los colores de acuerdo a su oposición en un eje de tres coordenadas, tercera dimensión. L\* es la claridad y el brillo, es una medida de cuan blanco o negro es el producto; el eje de a\* va del rojo al verde y el eje b\* va del amarillo al azul (Tecnihcal Resources, 2005).

### 3.7 ANÁLISIS QUÍMICO

Se realizó un análisis químico proximal al mejor tratamiento y así se caracterizó la muestra.

#### 3.7.1 Método de análisis

Se determinó la composición del quesillo siguiendo los métodos de la AOAC (1997).

- Grasa: Método de Babcock, AOAC # 933.05
- Proteína Cruda: Método de Micro Kjeldahl, AOAC # 920.123
- Humedad: Deshidratación en horno a 105°C, AOAC # 926.08
- Cenizas: Incineración, AOAC # 935.42

### 3.8 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS

Se evaluaron los costos de elaboración del quesillo (costos variables/libras) para cada de tratamiento. Posteriormente se compararon los costos de elaboración del producto con los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS

Cuadro 3. Rendimientos del queso expresado en porcentajes.

| TRT |  | Media $\pm$ D.E  | Separación de medias Tukey (P<0.05)* |
|-----|--|------------------|--------------------------------------|
| 2   | (0.5 Acidez y 70% de la cantidad de la leche ) | 12.0 $\pm$ 0.218 | A                                    |
| 4   | (0.5 Acidez y 60% de la cantidad de leche )    | 9.8 $\pm$ 0.218  | B                                    |
| 1   | (0.4 Acidez y 70% de la cantidad de leche )    | 9.1 $\pm$ 0.218  | C                                    |
| 3   | (0.4 Acidez y 60% de la cantidad de leche )    | 8.4 $\pm$ 0.218  | D                                    |

\*Tratamientos seguidos de diferentes letras son significativamente diferentes (P <0.05).

Como se puede apreciar en el cuadro 3, el TRT 2 (0.5 Acidez y 70% de la cantidad de leche a procesar), obtuvo los rendimientos de queso significativamente superiores al resto de los tratamientos, lo cual conlleva a un costo menor para producir una libra de queso (P <0.05).

### 4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

#### 4.2.1 Análisis exploratorio

Cuadro 4. Evaluación del sabor del queso.

| TRT | Media $\pm$ D.E | Separación de medias Tukey (P <0.05)* |
|-----|-----------------|---------------------------------------|
| 2   | 4.0 $\pm$ 1.050 | A                                     |
| 1   | 2.6 $\pm$ 1.050 | B                                     |
| 3   | 2.3 $\pm$ 1.050 | B                                     |
| 4   | 2.3 $\pm$ 1.050 | B                                     |

\*Tratamientos seguidos de diferentes letras son significativamente diferentes (P <0.05).

El cuadro 4 muestra que el sabor del TRT 2 fue el preferido por los panelistas con 0.5 ATECAL y 70% de suero de la cantidad de leche a procesar, sobre los demás tratamientos. Esto significa que al panel le gustó poco el sabor de TRT 2, mientras en los demás no les gustó.

Cuadro 5. Evaluación de salinidad del quesillo.

| <b>TRT</b> | <b>Media <math>\pm</math> D.E</b> | <b>Separación de Medias<br/>Tukey (P &lt;0.05)*</b> |
|------------|-----------------------------------|---|
| 2          | 3.5 $\pm$ 0.43                    | A   |
| 1          | 3.0 $\pm$ 0.43                    | A   |
| 3          | 2.6 $\pm$ 0.43                    | A   |
| 4          | 2.5 $\pm$ 0.43                    | A   |

\*Tratamientos seguidos de diferentes letras son significativamente diferentes (P >0.05).

En el cuadro 5 se muestra que la salinidad no fue una característica significativamente diferenciada para los panelistas, esto se debió a que se utilizó el mismo porcentaje de sal para todos los tratamientos.

Cuadro 6. Evaluación de la apariencia del quesillo.

| <b>TRT</b> | <b>Media <math>\pm</math> D.E</b> | <b>Separación de medias<br/>Tukey (P &lt;0.05)*</b> |
|------------|-----------------------------------|---|
| 2          | 3.7 $\pm$ 1.04                    | A   |
| 1          | 2.3 $\pm$ 1.04                    | B   |
| 3          | 2.0 $\pm$ 1.04                    | B   |
| 4          | 1.9 $\pm$ 1.04                    | B   |

\*Tratamientos seguidos de diferentes letras son significativamente diferentes (P <0.05).

En el cuadro 6 se puede apreciar que la apariencia fue una característica diferenciada por los panelistas. La variable apariencia si influyó sobre la aceptación del TRT 2 con 0.5 ATECAL y 70% de suero de la cantidad de leche a procesar (P <0.05).

Cuadro 7. Evaluación de acidez del quesillo.

| <b>TRT</b> | <b>Media <math>\pm</math> D.E</b> | <b>Separación de medias<br/>Tukey (P &lt;0.05)*</b> |
|------------|-----------------------------------|---|
| 2          | 3.7 $\pm$ 1.11                    | A   |
| 1          | 2.7 $\pm$ 1.11                    | B   |
| 3          | 2.3 $\pm$ 1.11                    | B   |
| 4          | 2.4 $\pm$ 1.11                    | B   |

\*Tratamientos seguidos de diferentes letras son significativamente diferentes (P <0.05).

El cuadro 7 muestra que la acidez fue una característica significativamente diferenciada por los panelistas. El TRT 2 tuvo una acidez significativamente mayor que los demás tratamientos, lo cual explica que los consumidores desean una alta acidez en el quesillo.

Cuadro 8. Evaluación de la elasticidad del quesillo

| TRT | Media $\pm$ D.E | Separación de medias<br>Tukey (P <0.05)* |
|-----|-----------------|--|
| 2   | 3.5 $\pm$ 0.48  | A  |
| 1   | 2.1 $\pm$ 0.48  | B  |
| 3   | 1.9 $\pm$ 0.48  | B  |
| 4   | 1.7 $\pm$ 0.48  | B  |

\*Tratamientos seguidos de diferentes letras son significativamente diferentes (P <0.05).

El cuadro 8 muestra que la elasticidad es una característica diferenciada significativamente por el panel no capacitado utilizado. El TRT 2 fue el que tuvo la elasticidad mayor que los demás tratamientos. Esto explica que los consumidores prefieren alta elasticidad en el quesillo.

### 4.3 ANÁLISIS FÍSICOS

#### 4.3.1 Análisis de textura

Los resultados de la prueba de fuerza de corte (textura) se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9. Fuerza de corte de quesillo en KN.

| TRT   | Fuerza(KN) |
|---|------------|
| 0.5 ATECAL y 70% de suero de la cantidad de leche | 0.0093     |
| Sula  | 0.0098     |
| Artesanal   | 0.0086     |

Este análisis se realizó con el tratamiento de mayor aceptación por los panelistas (TRT 2), comparándolo con el quesillo Sula y un artesanal.

En promedio la fuerza utilizada fue de 0.0093 KN, indicando que su textura es suave, si se compara con el quesillo sula la fuerza de corte fue similar, mientras con el artesanal, el quesillo Zamorano resultó tener una textura más dura. Esto se debe a que el quesillo artesanal tiene mayor humedad y por ende su textura es más esponjosa (0.0086 KN).

Esta fuerza encontrada (0.0093KN) es la que se busca en este tipo de producto, ya que el consumidor lo percibe de esa manera, un producto suave, semi- esponjoso.

### 4.3.2 Análisis de color

Los resultados obtenidos de las pruebas de color para el mejor tratamiento se muestran a continuación en el cuadro 10.

Cuadro 10. Valores de color del queso.

| <b>TRT</b>  | <b>Valor L*</b> | <b>Valor a*</b> | <b>Valor b*</b> |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0.5 ATECAL y 70% de suero de la cantidad de leche | 77.45           | 1.72            | 19.33           |
| Sula  | 80.71           | 1.25            | 20.95           |
| Artesanal   | 81              | 0.58            | 18.90           |

Los valores de L\* se reflejan en una escala de 0 a 100; entre más cerca estén de 0, el producto es más oscuro y entre más cerca esté de 100 el producto es más claro.

Los valores de a\* indican cuan verde o rojo es el producto; si el valor es negativo el producto es más verde y si el valor es positivo el producto es más rojo.

Los valores de b\* indican cuan amarillo o azul es un producto; si el valor es positivo el producto es más amarillo, si el valor es negativo el producto es más azul.

De acuerdo con los valores obtenidos, el color del queso Zamorano es similar al Sula, el color que tienen es blanquecino-amarillento, en comparación al Artesanal, que resulta tener un blanquecino, esto se debe a que el queso lo elaboran con leche totalmente descremada y es por eso que se ve influenciado el color.

## 4.4 ANÁLISIS QUÍMICOS

Se le hizo un análisis proximal al mejor tratamiento (TRT 2), con el fin de conocer la composición química de lo que el consumidor prefiere. Los resultados se muestran a continuación en el cuadro 12.

Cuadro 11. Composición química del queso.

| <b>TRT</b>  | <b>Humedad (%)</b> | <b>Proteína (%)</b> | <b>Cenizas (%)</b> | <b>Grasa (%)</b> |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| 0.5 ATECAL y 70% de suero de la cantidad de leche | 47.6               | 22.74               | 4.4                | 15               |

De acuerdo con Sabello (2001), el queso Zamorano con el porcentaje de grasa encontrado resultó ser un descremado (10-24% de grasa).

En cuanto al % de humedad, proteínas y cenizas, son similares al del queso artesanal, queso crema y queso crema con chile (Zelaya, 2000).

#### 4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Cuadro 12. Análisis Microbiológico del mejor tratamiento obtenido

| <b>TRT</b>  | <b>Aerobios totales<br/>(ufc/ml)</b> | <b>Coliformes totales<br/>(ufc/ml)</b> |
|---|--------------------------------------|--|
| 0.5 ATECAL y 70% de suero de la cantidad de leche | 135                                  | 0                                      |

En el cuadro 3 se puede apreciar los resultados obtenidos en el análisis microbiológico. En cuanto al conteo de aerobios totales, lo permitido en producto terminado es 10,000 ufc/ml y los resultados muestran una carga baja de dichos microorganismos (135 ufc/ml). Esto se debe a que en el proceso de cocido de la cuajada, ésta se somete a temperaturas que oscilan entre 75 y 80°C y la mayoría de aerobios totales son eliminados en dicho proceso. Este producto cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por las normas de productos lácteos hondureños.

Se obtuvieron cero ufc/ml de coliformes totales. Esto da a entender que no hubo ningún tipo de contaminación en el producto terminado.

#### 4.6 ANÁLISIS DE COSTOS POR INGREDIENTES

Cuadro 13. Costos variables para cada tratamiento

| <b>Costo Variable</b>     | <b>Precio L.</b> | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad utilizada</b> | <b>Costo L.</b>    |
|---------------------------|------------------|---------------|---------------------------|--------------------|
| Leche fluida(2% de grasa) | 6                | Kilogramos    | 30                        | 180                |
| Cuajo                     | 404.76           | Litro         | 0.002                     | 0.80952            |
| Sal refinada              | 6.4625           | Kilogramos    | 0.055                     | 0.3554375          |
| Cloruro de calcio         | 12.095           | Kilogramos    | 0.007                     | 0.084665           |
| Suero acidificada         | 0                | Kilogramos    | 21                        | 0                  |
| <b>TOTAL DE COSTOS</b>    |                  |               |                           | <b>181.2496225</b> |

Tasa de cambio 1 US \$= L. 19.05

El cuadro 13 muestra el costo por ingrediente en la elaboración del TRT 1 con 0.4 de ATECAL y 70% de suero de la cantidad de leche a procesar.

Cuadro 14. Comparación del costo unitario/libra por tratamiento para producir quesillo.

| <b>TRT</b> | <b>Rendimientos (lb)</b> | <b>Costo unitario promedio (L)</b> |
|------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1          | 6                        | 30.208270                          |
| 2          | 7.96                     | 22.77005                           |
| 3          | 5.57                     | 32.5403                            |
| 4          | 6.53                     | 27.7564                            |

Tasa de cambio 1 US \$ = L. 19.05

El cuadro 17 compara los costos unitarios/libra producida por cada tratamiento. Se puede observar que el costo de producir una unidad de quesillo con los TRT 1 y 3 es más alto que el producir con el TRT 2 y 4. Esto se debe a que los rendimientos son directamente proporcionales con el ATECAL que contiene el suero.

## 5. CONCLUSIONES

- Las características sensoriales evaluadas (sabor, acidez, elasticidad y apariencia) fueron significativamente mejor aceptadas para el TRT 2 (0.5 de ATECAL y 70% de la cantidad de leche a procesar), comparado a los demás tratamientos que no les gustó ( $P < 0.05$ ).
- Los rendimientos de quesillo fueron significativamente más altos para el TRT con 0.5 de ATECAL y 70% de la cantidad de leche a procesar ( $P < 0.05$ ).
- El color del quesillo resultó ser blanquecino-amarillento.
- No se encontró diferencia significativa en el grado de salinidad entre los tratamientos de acuerdo al panel no capacitado.
- Al evaluar el efecto del procesamiento en las características sensoriales del quesillo, éstas pueden cambiar de acuerdo al tiempo y temperatura que se trabaje la cuajada al momento de fundirla.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Realizar un análisis de factibilidad y viabilidad del quesillo para poder determinar si se puede introducir al mercado como nuevo producto de la marca Zamorano.
- Evaluar los rendimientos y las características sensoriales del quesillo elaborado con suero de ATECAL mayor a 0.5.



## 7. BIBLIOGRAFIA

Amador, R. 2001. Análisis del mercado de quesos Centroamericanos en los Estados Unidos de América. Proyecto políticas Económicas y Productividad (PEP). USAID-HONDURAS. Tegucigalpa, Honduras.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Methods of Analysis of the AOAC International. 3<sup>rd</sup> ed. Volumen II. Maryland USA.

Políticas Económicas Y Productividad (PEP). 2000. Revisión De Las Normas Y Regulación es Técnicas Aplicables al Sector Lácteo. Tegucigalpa, Honduras.

Pulgar, J. 1988. Curso de Quesería. Proyecto de Desarrollo Lechero. CLUSA-USAID.

Revilla, A. 1996. Tecnología de la Leche. 3 ed. Zamorano Honduras. Zamorano Academia press. 369 p.

Sabello, P. 2001. Normas de Identidad Para Quesillo y Queso Seco hondureño. Tegucigalpa, Honduras.

SAG. 2004. Exportación de lácteos (en línea). Consultado 28/07/2005. Disponible en: [http://www.sag.gob.hn/pdf/Industria agroalimentaria](http://www.sag.gob.hn/pdf/Industria_agroalimentaria).

Technical Resources. Color Management L\* a\* b\* and ICC Profiles. En línea. Consultado el 5/09/2005. Disponible en: <http://www.wasatchinc.com/lab.html>.

Zelaya, V. 2000. Manual para la elaboración de quesillo semi-descremado. COMPROLECOL. PROYECTO GUAYAPE. Juticalpa, Olancho, Honduras.

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1.** Hoja de evaluación sensorial.

Quesillo  
Grupos Focales

Número de Muestras: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Encierre en un círculo la evaluación que se merece cada muestra analizada en cada una de sus características.

|                    |                        |                  |                                 |                    |                     |
|--------------------|------------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Sabor</b>       | 1<br>Me disgusta mucho | 2<br>No me gusta | 3<br>No me gusta ni me disgusta | 4<br>Me gusta poco | 5<br>Me gusta mucho |
| <b>Salinidad</b>   | 1<br>Me disgusta mucho | 2<br>No me gusta | 3<br>No me gusta ni me disgusta | 4<br>Me gusta poco | 5<br>Me gusta mucho |
| <b>Apariencia</b>  | 1<br>Me disgusta mucho | 2<br>No me gusta | 3<br>No me gusta ni me disgusta | 4<br>Me gusta poco | 5<br>Me gusta mucho |
| <b>Acidez</b>      | 1<br>Me disgusta mucho | 2<br>No me gusta | 3<br>No me gusta ni me disgusta | 4<br>Me gusta poco | 5<br>Me gusta mucho |
| <b>Elasticidad</b> | 1<br>Me disgusta mucho | 2<br>No me gusta | 3<br>No me gusta ni me disgusta | 4<br>Me gusta poco | 5<br>Me gusta mucho |

**Anexo 2.** Análisis estadístico rendimientos.

The SAS System 08:46 Tuesday, September 11, 2005 30

The GLM Procedure

Dependent Variable: RENDIMIENTOS

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 3  | 22.26626667    | 7.42208889  | 154.95  | <.0001 |
| Error           | 8  | 0.38320000     | 0.04790000  |         |        |
| Corrected Total | 11 | 22.64946667    |             |         |        |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | RENDIMIENTOS Mean |
|----------|-----------|----------|-------------------|
| 0.983081 | 2.214442  | 0.218861 | 9.883333          |

Means with the same letter are not significantly different.

| Tukey Grouping | Mean    | N | TRT |
|----------------|---------|---|-----|
| A              | 12.0667 | 3 | 2   |
| B              | 9.8933  | 3 | 4   |
| C              | 9.1400  | 3 | 1   |
| D              | 8.4333  | 3 | 3   |

**Anexo 3.** Análisis estadístico evaluación sensorial

The SAS System

08:46 Sunday, September 11, 2005 31

## The GLM Procedure

Dependent Variable: SABOR

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 3  | 5.76575833     | 1.92191944  | 9.09    | 0.0059 |
| Error           | 8  | 1.69213333     | 0.21151667  |         |        |
| Corrected Total | 11 | 7.45789167     |             |         |        |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | SABOR Mean |
|----------|-----------|----------|------------|
| 0.773108 | 16.02007  | 0.459909 | 2.870833   |

Means with the same letter are not significantly different.

| Tukey Grouping | Mean   | N | TRT |
|----------------|--------|---|-----|
| A              | 4.0500 | 3 | 2   |
| B              | 2.6900 | 3 | 1   |
| B              | 2.3867 | 3 | 3   |
| B              | 2.3567 | 3 | 4   |

The SAS System

08:46 Sunday, September 11, 2005 32

## The GLM Procedure

Dependent Variable: SALINIDAD

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 3  | 2.03873333     | 0.67957778  | 3.69    | 0.0622 |
| Error           | 8  | 1.47506667     | 0.18438333  |         |        |
| Corrected Total | 11 | 3.51380000     |             |         |        |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | SALINIDAD Mean |
|----------|-----------|----------|----------------|
| 0.580208 | 14.60540  | 0.429399 | 2.940000       |

Means with the same letter are not significantly different.

| Tukey Grouping | Mean   | N | TRT |
|----------------|--------|---|-----|
| A              | 3.5533 | 3 | 2   |
| A              | 3.0767 | 3 | 1   |
| A              | 2.6067 | 3 | 3   |
| A              | 2.5233 | 3 | 4   |

The SAS System 08:46 Sunday, September 11, 2005 33

The GLM Procedure

Dependent Variable: APARIENCIA

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 3  | 6.16800000     | 2.05600000  | 10.79   | 0.0035 |
| Error           | 8  | 1.52486667     | 0.19060833  |         |        |
| Corrected Total | 11 | 7.69286667     |             |         |        |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | APARIENCIA Mean |
|----------|-----------|----------|-----------------|
| 0.801782 | 17.48680  | 0.436587 | 2.496667        |

Means with the same letter are not significantly different.

| Tukey Grouping | Mean   | N | TRT |
|----------------|--------|---|-----|
| A              | 3.7167 | 3 | 2   |
| B              | 2.3033 | 3 | 1   |
| B              | 2.0233 | 3 | 3   |
| B              | 1.9433 | 3 | 4   |

The SAS System 08:46 Sunday, September 11, 2005 34

The GLM Procedure

Dependent Variable: ACIDEZ

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 3  | 3.54355833     | 1.18118611  | 7.64    | 0.0098 |
| Error           | 8  | 1.23633333     | 0.15454167  |         |        |
| Corrected Total | 11 | 4.77989167     |             |         |        |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | ACIDEZ Mean |
|----------|-----------|----------|-------------|
| 0.741347 | 13.96098  | 0.393118 | 2.815833    |

Means with the same letter are not significantly different.

| Tukey Grouping | Mean   | N | TRT |
|----------------|--------|---|-----|
| A              | 3.7200 | 3 | 2   |
| B              | 2.7467 | 3 | 1   |
| B              | 2.4700 | 3 | 4   |
| B              | 2.3267 | 3 | 3   |



The SAS System 08:46 Sunday, September 11, 2005 35

The GLM Procedure

Dependent Variable: ELASTICIDAD

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 3  | 5.94909167     | 1.98303056  | 8.55    | 0.0071 |
| Error           | 8  | 1.85600000     | 0.23200000  |         |        |
| Corrected Total | 11 | 7.80509167     |             |         |        |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | ELASTICIDAD Mean |
|----------|-----------|----------|------------------|
| 0.762207 | 20.66487  | 0.481664 | 2.330833         |

Means with the same letter are not significantly different.

| Tukey Grouping | Mean   | N | TRT |
|----------------|--------|---|-----|
| A              | 3.5233 | 3 | 2   |
| B              | 2.1367 | 3 | 1   |
| B              | 1.9433 | 3 | 3   |
| B              | 1.7200 | 3 | 4   |