

**Efecto de la temperatura de cocción de la
cuajada y presión del prensado en las
características físico-químicas y sensoriales
del queso seco**

Helcer Recinos Pérez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2007

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto de la temperatura de cocción de la
cuajada y presión del prensado en las
características físico-químicas y sensoriales
del queso seco**

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

presentado por:

Helcer Recinos Pérez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

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

Helcer Recinos Pérez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

**Efecto de la temperatura de cocción de la cuajada y presión del
prensado en las características físico-químicas y sensoriales
del queso seco**

presentado por:

Helcer Recinos Pérez

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera Agroindustria Alimentaria

Julio López, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A Dios Nuestro Creador.

A mis padres, Antonio Recinos y Leonor Pérez.

A mis hermanos, Byron, Manuel, Fernando, Hugo, Nolvía, Anabel.

A mis cuñadas, Maria Eugenia y Celeste.

A Heidy Gómez futura madre de nuestra hija.

A mi hija, Soffia Fernanda.

A mis maestros

A mis amigos y amigas zamoranos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro Creador, por darme el regalo de la vida y tantas bendiciones en mi vida.

A mis padres, por todo su amor y apoyo, sus oraciones y por su gran comprensión.

A mis hermanos, por todo su gran apoyo, por lo que son y significan para mí.

A Heidi Gómez futura madre de nuestra hija, por haberme dado esa gran felicidad.

A mis asesores, especialmente al Dr. Luís Fernando Osorio por todas sus enseñanzas y la confianza depositada en mi persona.

A la Escuela Agrícola Panamericana por todos los conocimientos adquiridos y experiencias vividas.

A la clase 2007, por ser mis compañeros durante esta experiencia vivida.

Al personal de la planta de Lácteos, Ingeniero Malcond, Emilio, Rigoberto Rubio, Rigoberto Silva, Max, Erick, Cesar, Francisco, Juan.

Al personal del comedor por toda la alimentación y personal de lavandería por su servicio brindado.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres, a mis hermanos por todo su apoyo.

A programa de Becas Taiwán para formación de Capital Humano.

RESUMEN

Recinos, H. 2007. Efecto de la temperatura de cocción de la cuajada y presión del prensado en las características físico-químicas y sensoriales del queso seco Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”, Honduras. 26p.

Queso Seco es un tipo de queso elaborado a partir de leche estandarizada al 2 % de grasa, coagulada con cuajo, con un porcentaje de humedad menor al 40%. El objetivo de este estudio fue evaluar diversos métodos de elaboración de queso seco que permitieran reducir el tiempo de elaboración y mejorar la calidad del producto final. Con este fin se evaluó el efecto de la temperatura de cocción de la cuajada y la presión del prensado en las características físico-químicas y sensoriales del queso obtenido. Se utilizó un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 2x2, con 4 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, para un total de 12 unidades experimentales. Se evaluó dos niveles de temperatura (45 y 50 °C) y dos niveles de presión de prensado (40 y 45 Kg/cm²). 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 que obtuvo rendimientos de queso significativamente superiores al resto de los tratamientos fue el TRT 1 (40 Kg/cm² presión de prensado y 45 °C de temperatura) y el que obtuvo mejor aceptación en cuanto a características sensoriales fue el TRT 1 (40 Kg/cm² presión de prensado y 45 °C de temperatura) y el TRT 2 (45 Kg/cm² presión de prensado y 45 °C de temperatura) (P<0.05). El contenido promedio de coliformes totales de los tratamientos de queso seco fue de 2.5 ufc/ml lo cual cumple con la norma que es de 10 ufc/ml. El costo por ingrediente para producir un kilogramo de queso seco del TRT 1 (40 Kg/cm² presión de prensado y 45 °C de temperatura) es de L67.41 y el costo por libra es de L30.64.

Palabras clave: Queso seco, temperatura, Kg/cm² presión de prensado.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	2
1.4 ALCANCES DEL ESTUDIO.....	3
1.5 OBJETIVOS.....	3
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.2 DEFINICIONES.....	4
2.3 FACTORES QUE AFECTAN RENDIMIENTOS EN QUESO.....	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	6
3.2 MATERIALES Y EQUIPO.....	6
3.2.1 Materiales.....	6
3.2.2 Equipo.....	6
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	7
3.4 METODOLOGÍA.....	7
3.5 ANÁLISIS EXPLORATORIO.....	8
3.6 ANÁLISIS FÍSICOS.....	8
3.7 ANÁLISIS QUÍMICOS.....	8

3.8	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	8
3.9	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	8
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1	ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS	9

4.2	ANÁLISIS SENSORIAL.....	9
4.2.1	Análisis exploratorio.....	9
4.3	ANÁLISIS FÍSICOS.....	13
4.3.1	Análisis de textura.....	13
4.3.2	Análisis de color.....	13
4.4	ANÁLISIS QUÍMICOS.....	14
4.5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	15
4.6	ANÁLISIS DE COSTOS POR INGREDIENTES.....	15
5.	CONCLUSIONES.....	17
6.	RECOMENDACIONES.....	18
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	19
8.	ANEXOS.....	20

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Diseño Exprimetal.....	7
2. Rendimiento de queso seco expresado en porcentajes.....	9
3. Evaluación de color del queso seco	9
4. Análisis de color para queso seco L.....	10
5. Análisis de color para queso seco a*.....	10
6. Análisis de color para queso seco b*	11
6. Análisis de aroma del queso seco	11
7. Evaluación de textura del queso seco.....	11
8. Fuerza de corte de queso seco en KN	12
9. Evaluación de sabor del queso seco.....	12
10. Fuerza de corte de queso seco en KN	13
11. Análisis de color para queso seco L.....	13
12. Análisis de color para queso seco a*.....	14
13. Análisis de color para queso seco b*	14
15. Composición química del queso seco	14
16. Análisis Microbiológico de los tratamientos obtenidos	14
17. Costos variables para el mejor tratamiento de queso seco	15
18. Comparación Costo unitario/libra por tratamiento de queso seco.....	16

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Flujo de proceso del queso seco Zamorano.....	7

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Hoja de evolución sensorial.....	21
2. Análisis estadístico rendimiento	22
3. Análisis estadístico evaluación sensorial	23

1. INTRODUCCIÓN

Los productos lácteos son alimentos importantes en la dieta hondureña debido a las propiedades nutricionales, físicas y químicas de la leche. La producción láctea en Honduras esta determinada por explotaciones de leche que anualmente producen alrededor de 650 millones de litros, lo que constituye un 30% de la producción total de leche en Centro América (PEP, 2000).

El queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. Existen una gran cantidad de variedades de queso dependiendo de los métodos de coagulación, desuerado y maduración. Revilla (2000), afirma que el queso desde el punto de vista nutricional, es considerado como un alimento altamente nutritivo, debido a su variado contenido de materias nitrogenadas, materias grasas, calcio, fósforo y vitaminas.

De acuerdo a la Secretaría de Agricultura y ganadería (SAG, 2004), el sector lácteo de Honduras ha tenido un crecimiento de exportaciones de un 43.8%, 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.

Según Osorio (2007), queso seco es un tipo de queso madurado de 1 a 2 semanas, elaborado a partir de leche estandarizada al 2 % de grasa, coagulada con cuajo, con un porcentaje de humedad menor de 40% (¹).

Los productos artesanales tienen mayor demanda que los elaborados a nivel industrial, a pesar de que estos últimos, ofrecen mayor seguridad para el consumidor debido a su inocuidad. Las empresas artesanales tienen oportunidades de realizar proyectos para la exportación debido a la abertura de nuevos mercados, por eso es importante trabajar en el mejoramiento de la calidad de productos que garanticen inocuidad y provean cierta estabilidad en el mercado.

En el presente estudio se plantea evaluar el efecto de dos niveles de temperatura de cocción de la cuajada (45 y 50 °C) y dos niveles de presión del prensado (40 y 45 Kg/cm²), en las características físico-químicas y sensoriales, para optimizar el tiempo del proceso de producción y mejorar la calidad del producto final.

(¹) Luis F. Osorio. 2007. Planta de Lácteos de Zamorano, Honduras. (Comunicación Personal).

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la planta de lácteos de Zamorano, se elaboran diferentes tipos de quesos los cuales son queso Cheddar, Crema, Crema con chile, Cabaña, Dambo, Procesado y Zamodelfia. Estos quesos tienen una buena aceptación en el mercado hondureño por diferentes factores como son sabor, buen precio y son de buena calidad, por ésta razón se quiere elaborar nuevas diversificaciones en la línea de quesos como lo es queso seco.

1.2 ANTECEDENTES

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

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La diversificación de quesos que la planta de Lácteos realiza tiene buena aceptación en el mercado, esto nos permite realizar experimentación con el desarrollo de nuevos productos como lo es un queso seco. La idea de desarrollar un nuevo producto para la planta de lácteos de Zamorano es para desarrollar nuevas áreas de oportunidad como los son: nuevos mercados, aumentar las ventas y desarrollar nuevos atributos sensoriales a nuestros clientes. Este tipo de queso va dirigido a toda la población Hondureña.

1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO

LIMITANTES:

- Equipo adecuado para el desarrollo del producto.
- Falta de un panel sensorial entrenado para el análisis sensorial del producto elaborado.

▪ **ALCANCES DEL ESTUDIO:**

- Estudiar el efecto de la temperatura de cocción de la cuajada y presión del prensado en las características físico-químicas y sensoriales del queso seco.
- Encontrar el mayor rendimiento de queso seco entre dos puntos de temperatura y presión del prensado.
- Motivar la producción de queso seco mostrando la rentabilidad del procesamiento del producto en estudio.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la temperatura de cocción de la cuajada y presión del prensado en las características físico-químicas y sensoriales del queso seco.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar las características físico-químicas del queso seco
- Evaluar las características sensoriales del queso seco.
- Determinar la carga microbiológica del producto final.
- Determinar los costos variables de la producción de queso seco.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 DEFINICIONES

Existen varias definiciones para queso por la importancia que reviste para la industria láctea. Según Revilla (2000), queso es el producto madurado o sin madurar, sólido o semisólido, obtenido por coagulación de leche entera, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero, suero de queso o suero de mantequilla proveniente de algunos mamíferos.

De acuerdo a la FAO/OMS (2006): “El queso es el producto fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada, mazada o por una mezcla de estos productos”. Por otro lado Santos (1987), da un criterio más elaborado al definir al queso como el producto sano que se elabora con la cuajada de la leche entera, parcial o totalmente descremada, de vaca o de especie animal, con adición de crema o sin ella; por la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos u otra enzima apropiada y con o sin tratamiento posterior por calentamiento, presión o por medio de fermentos de maduración.

De acuerdo a la SAG (2004), el queso seco ha sido uno de los productos seleccionados por su potencial de producción y mercados, para el cual se han evaluado detenidamente las alternativas favorables de fomentar dicho producto, como parte integral del proceso de incremento y diversificación de las exportaciones del país

Según Amador (2001), éste tipo de queso debe tener características que sean: grasa mínima (en materia seca) 45%, humedad máxima 45%, materia seca mínima 60%, mínimo de sal en la humedad 3.9%. Es un producto que su producción se mantiene durante todo el año y debe mantener la tendencia de su ritmo creciente en los años venideros, no solo en función del crecimiento de la población si no también en función de mayor consumo per-capita. Los precios de los quesos secos han mantenido una tendencia alcista permanente. En general, los precios para quesos secos es muy variable, dependiendo de las características intrínsecas de cada producto

2.2 FACTORES QUE AFECTAN RENDIMIENTOS EN QUESO

Según INDA (2003), los factores más relevantes en el rendimiento de quesos son:
Mastitis: La recuperación de proteínas y de la grasa disminuye en forma creciente si el conteo de células somáticas es de >400, 000/ml.

Tiempo largo de almacenamiento de la leche fría: Si el enfriamiento de la leche en la finca es lento y luego ésta se almacena fría en un silo durante más de tres días, a temperaturas entre 3 y 7 °C, aumentan significativamente los conteos microbianos, particularmente de bacterias que crecen a bajas temperaturas, tales como las de la especie *Pseudomonas* y como consecuencia, aumentan la concentración de enzimas extracelulares proteolíticas y lipolíticas, el contenido de nitrógeno soluble y la concentración de ácidos grasos libres. De esta manera, el daño enzimático causado por enzimas de origen bacteriano puede agravar las pérdidas causadas por la mastitis.

Exceso de agitación y bombeo de leche: Estos factores aceleran la oxidación de la leche, promoviendo la separación de la grasa de la leche. Esta grasa separada pasaría al lacto-suero, en lugar de contribuir al rendimiento del queso.

No añadir cloruro de calcio a la leche para quesería: La cantidad que se debe añadir es no más del 0.02% en peso, con respecto al peso de la leche. La ausencia de cloruro de calcio hace que muchas veces la cuajada tenga poca firmeza mecánica y entonces, al cortarla, se generarán cantidades innecesarias de polvo o finos de cuajada, que se depositan en el fondo de la tina de quesería y se van con el lacto-suero, en lugar de contribuir al rendimiento de queso.

No diluir apropiadamente el cuajo: Se disminuye el rendimiento del queso cuando la cuajada no es disuelta correctamente, ya que no permite que la concentración del cuajo no sea uniforme en todo el volumen de la leche, quedando una firmeza desigual.

Corte prematuro de la cuajada: La cuajada debe tener una firmeza óptima dependiendo del tipo de queso. Este momento se determina haciendo un corte con la espátula, observando la apariencia de la cuajada. Si este corte es limpio y la superficie tiene una apariencia brillante y el lacto-suero que expulsa es transparente y de color verde-amarillento, se puede proceder a cortar la cuajada.

Defectos en el diseño o estado de las liras: Para no disminuir el rendimiento del queso es importante cortar la cuajada y nunca romperla. Con este propósito la lira debe tener un bastidor que sea rígido pero no demasiado grueso; de otra manera, el arista frontal del bastidor romperá la cuajada a medida que la lira avanza a lo largo y ancho de la tina de quesería (en lugar de cortarla) una y otra vez, día tras día, acumulando pérdidas innecesarias de rendimiento y de utilidades.

El bastidor de la lira debe estar fabricado de acero inoxidable especial. Los hilos deben ser de acero inoxidable especial para este uso (lo más delgado posible pero con la resistencia mecánica y flexibilidad necesarias para que no se rompa) y deben estar libres de nudos.

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. Ambas instalaciones están ubicadas en Zamorano, departamento de Francisco Morazán, kilómetro 32 al este de Tegucigalpa, Honduras.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales

Leche estandarizada (2 % de grasa) pasteurizada.

Cultivo láctico (*Lactococcus lactis ssp*).

Cloruro de Calcio (CaCl_2).

Cuajo líquido de doble potencia 1:1500 marca Chymax de Ch. Hansen.

Sal refinada.

Hidróxido de Sodio.

Acido sulfúrico.

3.2.2 Equipo

Sistema de pasteurización continuo HTST (72 °C durante 15 segundos).

Quesera 200 litros de capacidad.

Palas de acero inoxidable.

Lira vertical y horizontal de 1cm.

Moldes de policloruro de vinilo.

Balanza electrónica.

Prensa hidráulica.

Cuarto frío para mantener almacenado el queso seco a 4 °C.

Empacadora al Vacío ultraback doble campana.

Centrifuga 244.

Colorflex Hunter Lab.

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 con Tukey. El estudio consintió en evaluar dos niveles de temperatura (45 y 50 °C) y dos niveles presión de prensado (40 y 45 Kg/cm²).

Cuadro 1. Diseño experimental.

Tratamiento	Presión de Prensado	Temperatura
TRT 1	40 Kg/cm ²	45 °C
TRT 2	45 Kg/cm ²	45 °C
TRT 3	40 Kg/cm ²	50 °C
TRT 4	45 Kg/cm ²	50 °C

3.4 METODOLOGÍA

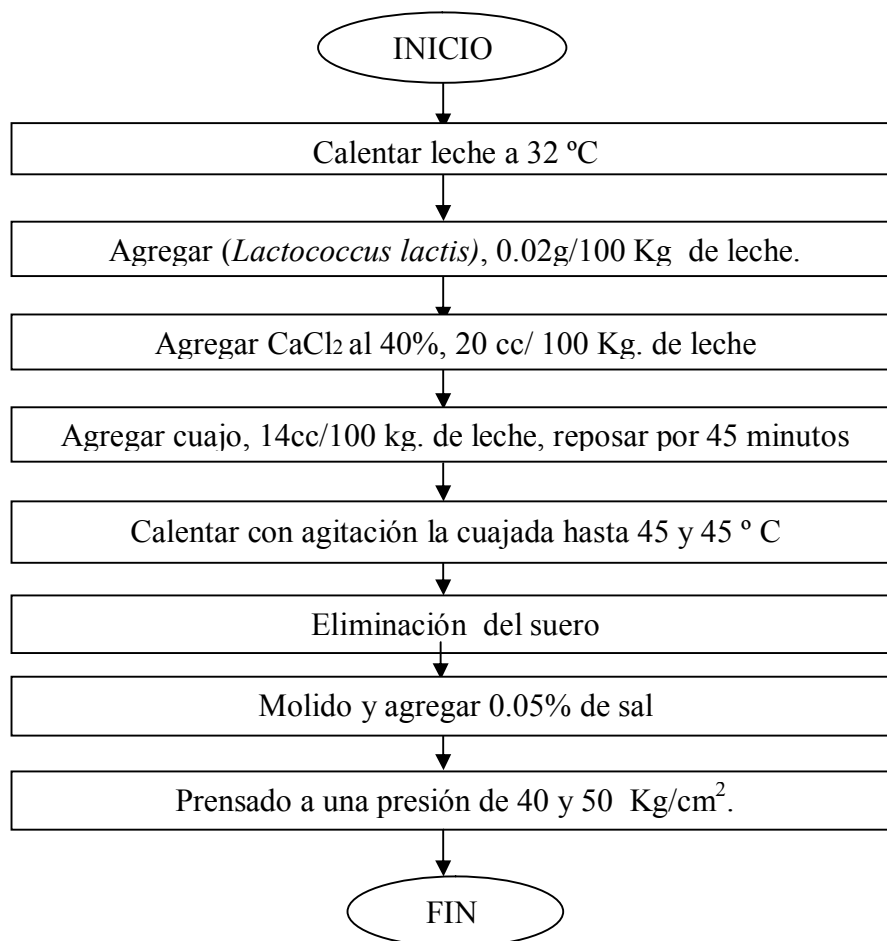


Figura 1. Flujo de proceso del queso seco Zamorano

3.5 ANÁLISIS EXPLORATORIO

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, textura, olor y color del queso seco. Se utilizó una escala numérica balanceada de 1 a 5 donde uno representó 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 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 4444®, acople Compresión Warner Bratzer Crosshead Speed. El acople es una guillotina que mide la fuerza de corte del queso seco en KN (Kilo Newtons).

Color: Colorflex Hunter Lab ®. Se midieron los valores de L*, a *, b * que describen los colores de acuerdo a su posición 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 de a va del rojo al verde y el eje de b va del amarillo al azul (Tecnichcal Resources, 2005).

3.7 ANÁLISIS QUÍMICOS

Se realizó un análisis químico proximal al mejor tratamiento y así se caracterizó la muestra. Métodos de análisis que se utilizaron:

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

3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se cuantificaron coliformes totales en producto final en el laboratorio de la planta de lácteos. Se utilizó Violet Red Bile Agar (VRBA) para las placas de crecimiento de coliformes.

3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se efectuó un análisis de los costos variables de producción para el mejor tratamiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS

Cuadro 2. Rendimiento de queso seco expresado en porcentajes.

TRT		Media (Kg) ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	9.78±0.032	A
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	9.67±0.032	B
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	9.38±0.032	C
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	8.90±0.032	D

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

Como se puede apreciar en el cuadro 2, El TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45°C de Temperatura) obtuvo rendimientos de queso significativamente superiores al resto de los tratamientos. Los resultados fueron los esperados debido a que menor presión de prensado y menor temperatura mayor rendimiento.

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

4.2.1 Análisis exploratorio

Cuadro 3. Evaluación de color del queso seco

TRT		Media ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	4.27 ± 0.56	A
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	3.90 ± 0.56	A
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	3.23 ± 0.56	A
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	2.88 ± 0.56	A

*Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P<0.05)

En el cuadro 3 se observa que los panelistas calificaron de igual forma todos los tratamientos, no encontrando diferencia significativa ($P < 0.05$). Esto se debió a que se utilizó el mismo porcentaje de grasa en la leche y uniformidad de proceso en todos los tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de color para queso seco L

TRT		Valor L	Separación de medias Tukey ($P < 0.05$) *
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	79.98	A
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	78.15	B
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	77.72	C
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	76.89	D

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

En el cuadro 4 para el valor L* se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ($P < 0.05$). Basado en los resultados el tratamiento con mayor claridad fue el TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45°C de Temperatura) y el TRT 4 (45 Kg/cm² Presión de Prensado y 50 °C de Temperatura) la menor claridad.

Cuadro 5. Análisis de color para queso seco a*

TRT		Valor a*	Separación de medias Tukey ($P < 0.05$) *
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	0.91	A
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	0.88	A
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	0.85	B
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	0.82	C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

En el cuadro 5 para el valor a* se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los TRT 2 Y TRT 2 similares entre ellos ($P < 0.05$). Basado en los resultados el TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45°C de Temperatura) presentó una mayor intensidad de rojo y el TRT 3 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 50 °C de Temperatura) la menor intensidad.

Cuadro 6. Análisis de color para queso seco b*

TRT		Valor b*	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	16.19	A
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	15.91	B
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	15.43	C
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	15.16	D

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

En el cuadro 6 para el valor b* se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (P<0.05). Basado en los resultados el TRT 2 (45 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) presentó un amarillo mas intenso y el TRT 4 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 50 °C de Temperatura) la menor intensidad.

En el cuadro 4, 5 y 6 se observa que con el análisis del Colorflex si existen diferencias significativas entre los tratamientos. Relacionando los resultados obtenidos del análisis sensorial con el análisis del Colorflex se encontró que los panelistas no discriminaron el color.

Cuadro 7. Evaluación de aroma del queso seco.

TRT		Media ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	4.17 ± 0.21	A
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	3.70 ± 0.21	A
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	3.27 ± 0.21	B
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	2.79 ± 0.21	C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

En el cuadro 7 se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los TRT 1 y TRT 2 igual entre ellos. Basado en los resultados obtenidos de aroma se dice que el TRT 1 y TRT 2 fueron los más preferidos por los panelistas sobre los demás tratamientos.

Cuadro 8. Evaluación de textura del queso seco.

TRT		Media ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	4.33 ± 0.23	A
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	3.77 ± 0.23	A
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	2.73 ± 0.23	B
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	2.53 ± 0.23	B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El cuadro 8 muestra que la textura más apreciada por los panelistas fue la de el TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) y TRT 2 (45 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) esto significa que a los panelistas les gustaron los quesos que se realizan a menor temperatura y menor presión.

Cuadro 9. Fuerza de corte de queso seco en KN

TRT	Fuerza (KN)	Separación de medias Tukey (P<0.05)
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	0.037
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	0.034
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	0.030
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	0.029

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El cuadro 9 muestra la fuerza de corte de los diferentes tratamientos, basado en los resultados esto significa que al panel les gusto mas una textura suave, que es del TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) y TRT 2 (45 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura).

Cuadro 10. Evaluación de sabor del queso seco.

TRT	Media ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	4.37 ± 0.38
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	4.00 ± 0.38
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	3.40 ± 0.38
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	2.87 ± 0.38

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El cuadro 10 muestra que el sabor del TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) y TRT 2 (45 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) fueron los más preferidos por los panelistas, sobre los demás tratamientos, esto significa que al panel les gusto mas el sabor del TRT 1 y TRT 2.

4.3 ANÁLISIS FÍSICOS

4.3.1 Análisis de textura.

Los resultados de la prueba de fuerza de corte (textura) se muestran en cuadro 11.

Cuadro 11. Fuerza de corte de queso seco en KN.

TRT	Fuerza (KN)	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
Artesanal	0.039	A
Peñitas	0.030	B
40 Kg/cm ² y 45 °C	0.029	B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

Este análisis se realizó con el tratamiento de mayor aceptación por los panelistas TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45°C de Temperatura), comparándolo con el queso seco Las Peñitas y un queso seco artesanal.

En promedio la fuerza utilizada del TRT 1 fue de 0.029 KN, indicando que su textura es suave, si se compara con el queso seco Las peñitas la fuerza de corte fue igual, mientras que si se compara con el artesanal, éste resultó tener una textura más dura.

4.3.2 Análisis de color.

Los resultados obtenidos de las pruebas de color se muestran a continuación en el cuadro 12, 13 y 14.

Cuadro 12. Análisis de color para queso seco L.

TRT	Valor L	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
Artesanal	83.37	A
Peñitas	80.10	B
40 Kg/cm ² y 45 °C	79.98	B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

En el cuadro 12 para el valor L* se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el TRT 1 y el queso Las Peñitas similares entre ellos (P<0.05) (P<0.05). Basado en los resultados el queso seco artesanal presentó mayor claridad.

Cuadro 13. Análisis de color para queso seco a*

TRT	Valor a*	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
40 Kg/cm ² y 45 °C	0.91	A
Peñitas	0.90	A
Artesanal	0.84	B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

En el cuadro 13 para el valor a* se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el queso seco Las peñitas y el TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 50 °C de Temperatura) similares entre ellos (P<0.05). Basado en los resultados el que seco las Peñitas y el TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 50 °C de Temperatura) presentaron una mayor intensidad de rojo y el queso seco artesanal la menor intensidad.

Cuadro 14. Análisis de color para queso seco b*

TRT	Valor b*	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
Peñitas	16.01	A
40 Kg/cm ² y 45 °C	15.91	A
Artesanal	15.21	B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

En el cuadro 14 para el valor b* se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (P<0.05). Basado en los resultados el queso Las Peñitas presentó un amarillo más intenso y el queso artesanal la menor intensidad.

4.4 ANÁLISIS QUÍMICOS

Se le hizo un análisis proximal al mejor tratamiento (TRT 1), con el fin de conocer la composición química de lo que el consumidor prefiere. Los resultados se muestran a continuación en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Composición química del queso seco.

TRT	Grasa (%)	Proteína (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)
40 Kg/cm ² y 45 °C	22	24.15	40.51	6.52

De acuerdo con Sabello (2001), el queso seco Zamorano con el porcentaje de grasa encontrado resultó ser un descremado (10 – 24% de grasa). En cuanto al % de humedad es similar al queso de El Salvador y el queso seco de Honduras (Borjas, 1998). De acuerdo con Revilla (2000), el queso seco Zamorano con el porcentaje de humedad encontrado resultó ser un queso con un contenido medio de agua (34 - 45%).

4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Cuadro 16. Análisis Microbiológico de los tratamientos obtenidos.

TRT		Coliformes totales (ufc/ml)
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	0
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	4
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	3
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	3

En el cuadro 16 se puede apreciar los resultados obtenidos en el análisis microbiológico. En cuanto al conteo de coliformes totales, lo permitido es producto terminado es 100 ufc/ml y los resultados muestran un carga baja de coliformes totales, lo cual cumple la norma, Esto se debió a que no hubo ningún tipo de contaminación durante el proceso de elaboración del queso seco.

4.6 ANÁLISIS DE COSTOS POR INGREDIENTES

Cuadro 17. Costos variables para el mejor tratamiento de queso seco.

Costo Variable	Precio L.	Unidad	Cantidad Utilizada	Costo L.
Leche Fluida (2 % de grasa)	6.50	Kg	100	650
Bacteria Lactococcus lactis.	9.48	gr	0.02	0.19
Cloruro de calcio	12.94	Kg	0.020	0.25
Cuajo liquido	406.65	Lt	0.014	5.69
Sal refinada	6.46	Kg	0.5	3.23
Total de costos				659.36

El cuadro 17 muestra el costo por ingrediente en la elaboración del TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura). Basado en el rendimiento del TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura). Para producir un kilogramo de queso seco el costo es de L67.41 y costo por libra es de L30.64.

Cuadro 18. Comparación del costo unitario/libra por tratamiento para producir queso seco.

TRT		Rendimiento (Kg)	Costo unitario promedio (L)
1	40 Kg/cm ² y 45 °C	9.78	67.41
2	45 Kg/cm ² y 45 °C	9.67	68.20
3	40 Kg/cm ² y 50 °C	9.38	70.29
4	45 Kg/cm ² y 50 °C	8.90	74.07

El cuadro 18 compara los costos unitarios/libra producida por cada tratamiento. Se puede observar que el costo de producir una unidad de queso seco con los TRT 1 y TRT 2 es mas bajo que producir con el TRT 3 y TRT 4. Este se debe a que los rendimiento son inversamente proporcionales con la presión de prensado y temperatura.

5. CONCLUSIONES

- El tratamiento con mayor rendimiento fue TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) con 9.78% (P<0.05).
- Las características sensoriales evaluadas (sabor, textura, aroma y color) fueron significativamente mejor aceptadas para el TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) y el TRT 2 (45 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) comparando a los demás tratamientos que no les gustó (P<0.05).
- En promedio la fuerza de corte utilizada del queso seco del TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) fue de 0.029 KN, indicando que su textura es suave y el color resultó ser blanquecino amarillento.
- El contenido promedio de coliformes totales del queso seco fue de 2.5 ufc/ml lo cual cumple con las norma, ya que lo permitido en producto terminado es hasta 10 ufc/ml.
- El costo por ingrediente para producir un kilogramo de queso seco del TRT 1 (40 Kg/cm² Presión de Prensado y 45 °C de Temperatura) es de L67.41 y costo por libra es de L30.64.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de mercado para cuantificar la demanda y determinar si se puede introducir al mercado como nuevo producto de la marca de Zamorano.
- Efectuar un análisis detallado de vida útil del producto elaborado.
- Realizar un análisis de costos totales del queso seco para determinar si su precio de venta es posible y puede competir con la competencia.

7. BIBLIOGRAFÍA

Amador, R. 2001. Análisis y Tecnología para la elaboración de quesos industriales. Tegucigalpa, Honduras. 21p.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Methods of Analysis of the AOAC International. 3ra. Ed. Volumen II. Maryland USA.

Borjas, M. 1998. Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Trabajo de cinacyt. Panamá, HN. 16p.

FAO/OMS. 2006. Norma de quesos frescos no madurados (en línea). Consultado el 8 Nov. 2006. Disponible en: http://www.oirsa.org/OIRSA/Miembros/Nicaragua/Decretos_Leyes_Reglamentos/NTON-03-022-99.htm.

INDA, A. 2003. Optimización de Rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de la Quesería (en línea). Consultado el 26 de agosto de 2007. Disponible en: http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/QUESO/pres_que.htm

Proyecto políticas Económicas y Productividad (PEP), 2000. Análisis del mercado de quesos Centroamericanos en los Estados Unidos de América. Tegucigalpa, Honduras.

Revilla, A. 2000. Tecnología de la leche. 3 ed. revisada Zamorano, HN. Zamorano Academia Press. 396p.

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

SAG. 2004. Exportación de lácteos (en línea). Consultado 21/04/2007. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn/pdf/Industriaagroalimentaria>.

Santos, A. 1987. Leche y sus derivados. México, D.F. Pegaso. 215p.

Technical Resources. Color Management L*, a *, b * and ICC Profiles. En línea Consultado el 25 de Enero del 2007. Disponible en <http://www.wasatchinc.com/lab.html>.

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial

Hoja de evaluación sensorial

Queso Seco

Numero de Muestras:

Fecha:

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

	1	2	3	4	5
Sabor	Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
	1	2	3	4	5
Textura	Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
	1	2	3	4	5
Aroma	Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
	1	2	3	4	5
Color	Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho

Anexo 2. Análisis estadístico rendimientos.

The SAS System 15:54 Tuesday, May 8, 2007

The GLM Procedure

Dependent Variable: RENDIMIENOS

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1.38748333	0.27749667	269.27	<.0001
Error	6	0.00618333	0.00103056		
Corrected Total	11	1.39366667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	rendimiento Mean
0.995563	0.340307	0.032102	9.433333

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	9.78333	3	1
B	9.66667	3	2
C	9.38000	3	3
D	8.90333	3	4

Anexo 3. Análisis estadístico evolución sensorial.

The SAS System 16:03 Friday, May 4, 2007

The GLM Procedure

Dependent Variable: SABOR

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	4.23750000	0.84750000	5.83	0.0266
Error	6	0.87166667	0.14527778		
Corrected Total	11	5.10916667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	sabor Mean
0.829392	10.41877	0.381153	3.658333

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.3667	3	1
A			
A	4.0000	3	2
A			
B	3.4000	3	3
B	2.8667	3	4

The SAS System 16:03 Friday, May 4, 2007

The GLM Procedure

Dependent Variable: TEXTURA

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	7.56916667	1.51383333	30.28	0.0003
Error	6	0.30000000	0.05000000		
Corrected Total	11	7.86916667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	textura Mean
0.961877	6.691475	0.223607	3.341667

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.3333	3	1
A	3.7667	3	2
B	2.7333	3	3
B	2.5333	3	4

The SAS System 16:03 Friday, May 4, 2007

The GLM Procedure

Dependent Variable: AROMA

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	3.82883333	0.76576667	16.20	0.0020
Error	6	0.28353333	0.04725556		
Corrected Total	11	4.11236667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	olor Mean
0.931053	6.243660	0.217383	3.481667

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.1667	3	1
A			
A	3.7000	3	2
B	3.2667	3	3
C	2.7933	3	4

The SAS System 16:03 Friday, May 4, 2007

The GLM Procedure

Dependent Variable: COLOR

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	4.00770833	0.80154167	2.55	0.1426
Error	6	1.88458333	0.31409722		
Corrected Total	11	5.89229167			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	color Mean
0.7661	15.69504	0.560444	3.570833

Means with the same letter are not significantly different

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	4.2667	3	1
A			
A	3.9000	3	2
A			
A	3.2333	3	3
A			
A	2.8833	3	4