

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS**



**Determinación del antibiótico *Penicilina* en leche de vaca y su repercusión en el rendimiento del procesamiento de queso fresco.**

Ángela Virginia Solares Flores

Carné: 200240979

**Mazatenango, septiembre de 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE  
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

**REPRESENTANTES DE PROFESORES**

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

**REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC**

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

**REPRESENTANTES ESTUDIANTILES**

T.P.A. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM. Y TAE. Rony Roderíco Alonzo Solís

Vocal

## **COORDINACIÓN ACADÉMICA**

Coordinador Académico  
MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas  
MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social  
Lic. Edin Aníbal Ortiz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía  
Dr. René Humberto López Cotí

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos  
M.SC. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical  
MSc. Erick Alexander España Miranda

Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinador de Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales  
Abogado y Notario  
Lic. José David Barillas Chang

Coordinador de Área  
Lic. José Felipe Martínez Domínguez

## **CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA del CUNSUROC**

Coordinadora de las carreras de Pedagogía  
MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la  
Comunicación  
MSc. Paola Marisol Rabanales

## ACTO QUE DEDICO A:

**Dios:** por ser la fuente de mi sabiduría, fortaleza y soporte para alcanzar esta meta.

**Mis padres:** José Miguel Solares González y Vilma Virginia Flores de Solares a quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo.

**Mis hermanos:** José Miguel Solares Flores y Maria José Solares Flores, por el amor y apoyo incondicional.

**Mis abuelitos:** Luis Flores Moino (D.E.P.) y Maria Delfina Reyes de Flores, Rafael Solares Castañaza (D.E.P) y Maria Eusebia González de Castañaza por su amor, sus enseñanzas y ejemplo de trabajo y esfuerzo.

**Mis hijas:** Angela Mariana Azurdia Solares y Ana Paula Azurdia Solares por su amor y porque su presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que ha impulsado para lograr esta meta.

**Mi sobrina:** Vanessa Liliana Solares Velásquez por su amor incondicional y que mi triunfo sea un ejemplo a seguir.

**Mi familia:** por su amor, confianza, consejos y apoyo.

**Mis amigos:** por su amistad, cariño y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Centro Educativo forjador de profesionales.

### **Al Centro Universitario del Sur Occidente**

Por darme la oportunidad de llenarme de conocimientos.

### **A las Autoridades y Personal Administrativo**

Por el apoyo brindado durante mi carrera universitaria.

### **Al Personal Docente de la Carrera de Ingeniería en Alimentos**

Por sus enseñanzas y conocimientos compartidos en el trayecto de mi carrera.

### **Al Doctor Marco Antonio del Cid Flores e Inga. en Alimentos Dora E. Rodas**

Por la asesoría brindada durante el desarrollo de la presente investigación.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
4.1 DEFINICIÓN DE LECHE .....	7
4.1.1 <i>Composición de la leche</i> .....	7
4.1.1.1 Agua .....	7
4.1.1.2 Proteínas .....	8
4.1.1.3 Grasas .....	8
4.1.1.4 Carbohidratos .....	9
4.1.1.5 Vitaminas y minerales .....	9
4.1.1.6 Las enzimas.....	9
4.2 QUESO.....	9
4.2.1 <i>La elaboración de queso y sus etapas</i> .....	10
4.3 ANTIBIÓTICOS .....	11
4.3.1 <i>Residuos de antibióticos en leche</i> .....	12
4.3.2 <i>Problemas tecnológicos de la leche</i> .....	13
4.3.3 <i>Antibióticos en leche bovina</i> .....	14
4.3.4 <i>Penicilina</i> .....	15
4.3.5 <i>Normativas para los residuos de antibióticos en la leche</i> .....	17
4.3.6 <i>Rendimiento quesero</i> .....	19
4.4 PRUEBA SNAP .....	21
4.4.1 <i>Accesorios</i> .....	21
4.4.2 <i>Almacenamiento del Kit</i> .....	22
4.4.3 <i>Información sobre la muestra</i> .....	22
4.4.4 <i>Precauciones y advertencias</i> .....	22
4.4.5 <i>Antes de comenzar</i> .....	22
4.4.6 <i>Preparación de la prueba</i> .....	23
<b>5. OBJETIVOS.....</b>	<b>24</b>
5.1 GENERAL .....	24
5.2 ESPECÍFICOS.....	24
<b>6. HIPÓTESIS .....</b>	<b>25</b>
<b>7. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
7.1 RECURSOS.....	26
7.1.1 <i>Humanos</i> .....	26
7.1.2 <i>Institucionales</i> .....	26
7.1.3 <i>Físicos</i> .....	26
7.1.4 <i>Económicos</i> .....	26

7.2 MATERIALES .....	26
7.2.1 Equipo .....	26
7.2.2 Insumos .....	27
7.3 METODOLOGÍA DETERMINACIÓN DE ANTIBIÓTICO .....	28
7.3.1 Área de estudio .....	28
7.3.2 Recolección de muestras .....	28
7.3.3 Metodología de la prueba .....	28
7.3.3.1 Pipeteó de la muestra .....	28
7.3.3.2 Agregado de la muestra al dispositivo SNAP .....	29
7.3.3.3 Interpretación de los resultados .....	29
7.4 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO EN QUESO FRESCO.....	30
7.4.1 Determinación de materia grasa.....	30
7.4.2 Determinación de caseína .....	30
7.4.3 Determinación de la humedad.....	30
7.4.4 Procedimiento de elaboración de queso fresco .....	31
7.4.5 Evaluación matemática del rendimiento en queso fresco .....	32
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>10. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>11. REFERENCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>45</b>
12.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	45
12.2 KIT SNAP. (DETERMINACIÓN DE PENICILINA U OTROS ANTIBIÓTICOS EN LECHE ENTERA)	45
12.3 FIGURA INDICA PRUEBA POSITIVA PARA ANTIBIÓTICOS EN LECHE ENTERA .....	46
12.4 FIGURA INDICA PRUEBA NEGATIVA PARA ANTIBIÓTICOS EN LECHE ENTERA .....	46
12.5 GRAFICA RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE ANTIBIÓTICOS SNAP.....	47
12.6 GRAFICA COMPARACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS QUESO FRESCO EN LECHE CON ANTIBIÓTICO Y LECHE SIN ANTIBIÓTICO.....	47
<b>13. GLOSARIO .....</b>	<b>48</b>

## **Abstract**

Penicillin is an antibiotic from the beta-lactam group, used in livestock for the treatment of infections such as mastitis, which is an infection that occurs to the cow in the udder quarters. Penicillin is an antibiotic that is used to cure these diseases, however, to control this, a SNAP method is used, a kit that allows you to check if the milk contains traces of penicillin.

The present study was carried out on plot B-448, Sis sector, San José La Machine, Suchitepéquez, in winter time, making a sample a day for seven days. The presence of penicillin antibiotic was determined by means of the SNAP test, indicating that 57.14% were positive and 42.86% negative, it is important to highlight that more than half of these samples denote the presence of an antibiotic that subsequently affects coagulation. Therefore in the processing and performance of fresh cheese.

The main treatment to eliminate mastitis in infected cattle, is to apply antibiotics, therefore the milk is contaminated with residual penicillin and this is a problem that affects the dairy industry, specifically in the production of yogurts, butter, cream etc. ., because there is variation in quality and performance, especially in the production of fresh cheese. For this reason, it was considered to carry out, in what corresponds to livestock production, to focus the importance and repercussion in this research area of the present work.

The tests carried out show us that the milk contains penicillin residues from day one to four and from the fifth day onwards the milk is already suitable for consumption.

## Resumen

La penicilina es un antibiótico del grupo de los betalactámicos, empleados en la ganadería para el tratamiento de infecciones como: mastitis que es una infección que le ocurre a la vaca en los cuartos de la ubre. La penicilina es un antibiótico que se utiliza para curar estas enfermedades, sin embargo, para controlar esto se utiliza un método de SNAP, kit que permite comprobar si la leche contiene trazas de penicilina.

El presente estudio se realizó en la parcela B-448, sector Sis, San José La Máquina, Suchitepéquez, en época de invierno, realizando una muestra al día durante siete días. Se determinó la presencia de antibiótico penicilina por medio de la prueba SNAP, indicando con esto que el 57.14% resultaron positivas y el 42.86% negativas, resulta importante resaltar que más de la mitad de estas muestras denotan presencia de antibiótico que afecta posteriormente a la coagulación por ende en el procesamiento y rendimiento del queso fresco.

El tratamiento principal para eliminar la mastitis en el ganado infectado, consiste en aplicarles antibióticos, por consiguiente la leche se contamina con penicilina residual y esta resulta siendo un problema que afecta a la industria lechera, específicamente en la producción de yogures, mantequilla, crema etc., debido a que existe variación en la calidad y en el rendimiento, sobre todo en la producción del queso fresco. Por esto se consideró efectuar en lo que corresponde a la producción pecuaria enfocar la importancia y repercusión en esta área de investigación del presente trabajo.

Las pruebas realizadas nos demuestran que la leche contiene residuos de penicilina del día uno al cuatro y del quinto día en adelante la leche ya está apta para su consumo.

## 1. Introducción

La penicilina es un antibiótico del grupo de los betalactámicos, empleados en la ganadería para el tratamiento de infecciones como mastitis, que es una infección que le ocurre a la vaca en los cuartos de la ubre. La penicilina es un antibiótico que se utiliza para curar la mastitis, neumonía o infecciones de las patas, sin embargo, para controlar si está contaminada la leche con penicilina se utiliza un método de SNAP, kit que permite comprobar si la leche contiene trazas de penicilina.

Las pruebas de determinación de antibióticos en leche y rendimiento de queso, se realizaron en el mes de septiembre del 2018 en la parcela B-448, línea B-8, sector Sis, San José La Máquina, Suchitepéquez, que es cuando hay pasto en abundancia como alimento, por lo tanto, la producción lechera aumenta y también el riesgo que las vacas estén infectadas con mastitis por diversas razones.

“También, se considera a San José La Máquina como el primer lugar a nivel departamental con relación al ganado bovino con 1,142 cabezas, situación que le permite ser el mayor productor de leche con 1,396 litros diarios. (Prensa Libre, pág.10, 5 de noviembre 2012).”

El tratamiento principal para eliminar la mastitis en el ganado infectado, consiste en aplicarles antibióticos específicamente penicilina, por consiguiente la leche se contamina con penicilina residual y esta resulta siendo un problema que afecta a la industria lechera, específicamente en la producción de queso, yogures, mantequilla, crema etc., debido a que existe variación en la calidad y en el rendimiento, sobre todo en la producción del queso fresco.

La vaca recién ordeñada a veces contiene dicha sustancia (antibiótico) y se elabora queso fresco que prácticamente se encuentra contaminado con restos de penicilina. En el presente estudio se comparó el queso fresco con leche contaminada con el queso fresco de leche no contaminada, el rendimiento y la calidad del mismo, aplicando para esto el método matemático de Van Slyke y Publów, para su posterior interpretación.

En cuanto a los resultados que se obtuvieron a nivel de campo, cabe mencionar que se generó la información necesaria para determinar la calidad de la leche, con respecto a estas sustancias adulterantes (penicilina) y posibles pérdidas en la producción de derivados lácteos durante el procesamiento.

Las pruebas realizadas nos demuestran que la leche contiene residuos de penicilina del día uno al cuatro y del quinto día en adelante la leche ya está apta para su consumo.

## **2. Planteamiento del problema**

En la actualidad la leche es el alimento con el mayor contenido de nutrientes, necesarios para el crecimiento y desarrollo humano; sin embargo la presencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos, provocan deterioro y disminución de la calidad, afectando también su procesamiento a nivel artesanal, donde no se puede comprobar a simple inspección óptica si la leche a utilizar para el proceso de quesos está o no contaminada por antibióticos. Dentro de los químicos que son objeto de estudio del presente trabajo están los antibióticos (penicilina) presentes en leche entera, como factor contaminante y de rendimiento en la elaboración de queso fresco.

Durante el procesamiento de la leche y sus sub-productos, se ve afectado el rendimiento en la producción de quesos ante la presencia de este antibiótico, como contaminante, dentro de estos aspectos se encuentran bioquímicamente inmersos a la acidificación, demora en la coagulación, coagulación deficiente debido a la incidencia que tiene este antibiótico a la microbiota normal entre otras. La incidencia de estos factores da como resultado un rendimiento de la producción del queso bajo en su procesamiento, que afectan directamente tanto en calidad como en el volumen de producción láctea, así como la posibilidad de afectar a la salud de los consumidores de productos lácteos de la región.

El presente trabajo de investigación tiene fines informativos y de proyección a la región, así como un aporte científico a la Carrera de Ingeniería en Alimentos sobre la importancia e incidencia que el antibiótico tiene en la producción de quesos frescos en dicho lugar, asimismo en cumplimiento con el mandato de la Universidad de San Carlos hacia la sociedad guatemalteca.

Por lo que se plantea la siguiente interrogante.

¿La presencia de antibiótico (penicilina) tendrá en la leche de vaca repercusión en la coagulación durante la elaboración de queso fresco, en comparación con una leche sin antibiótico (leche sana)?

### **3. Justificación**

La leche de vaca es un alimento de consumo humano, que debe ser inocua y debe cumplir con los requerimientos que exige la calidad de la leche para su proceso en productos lácteos, para ello es necesario realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos, con el propósito principal de determinar y asegurar el grado o nivel de calidad de una leche de vaca y su procesamiento.

En la actualidad no existe información que determine la existencia del antibiótico (penicilina) en la región de B-448, línea B-8, sector Sis, del municipio San José La Máquina, Suchitepéquez, ni su repercusión en la elaboración del queso fresco en esta área del departamento de Suchitepéquez, por lo que se realizó el presente trabajo de investigación, con el propósito de determinar la presencia del antibiótico penicilina en leche de vaca para así determinar el porcentaje real de la coagulación del queso fresco. En virtud de lo anterior, es conveniente evaluar y determinar la porción cualitativa de antibiótico (penicilina) en la leche de vaca producida y revelar el resultado que tiene con la detección de los antibióticos en los procesos que se ven afectados y que generan la calidad de los sub-derivados, especialmente en el procesamiento bioquímico de obtención del queso fresco y que a su vez permita establecer el aseguramiento de la calidad, tomando para ello como referencia las diferentes normas lácteas del país, con el fin de contribuir al desarrollo tecnológico y científico de zonas productoras de leche del departamento de Suchitepéquez.

Con la determinación de antibiótico (penicilina) y con la aplicación debida de las herramientas técnicas e investigativas, se establecieron las condiciones prevalecientes de la producción láctea en la zona de B-448, línea B-8, sector Sis, San José La

Máquina, Suchitepéquez, en cuanto a adulteración y calidad en general de la leche de vaca de este lugar, por ello fue importante la ejecución de esta investigación.

Se demostró técnicamente la presencia y la incidencia de esta sustancia, en los procesos de coagulación, tiempos y pesos de la cuajada, durante y después de la obtención de la leche fresca de ordeño, hasta el procesamiento final de dicho subproducto lácteo (queso fresco).

## **4. Marco teórico**

### **4.1 Definición de leche**

La leche es el producto de la secreción mamaria normal de las hembras de algunos mamíferos, la cual, gracias a su adecuado balance tanto en sus características fisicoquímicas como nutricionales, es fundamental para el desarrollo del hombre y algunos animales en las primeras etapas de la vida. En la industria láctea las leches más utilizadas son las de animales bufalinos, caprinos y especialmente la de bovinos, las cuales se obtienen mediante uno o más ordeños completos. Las características de la leche pueden variar debido a factores como: raza del animal, época del año, edad de la hembra, zona geográfica, tipo y frecuencia de alimentación (Murad Silvina, 2018).

#### **4.1.1 Composición de la leche**

La norma COGUANOR NGO 34 040:97 indica que la leche de vaca, fresca, pasteurizada, ultra alta temperatura o esterilizada, homogeneizadas, debe estar limpia, libre de calostro, antibióticos, aditivos, materia extraña y sabores u olores objetables o extraños. es uno de los alimentos más completos de la naturaleza. Contiene: agua, proteínas, azúcares, grasa o energía, vitaminas A, D, B1 Y B2, minerales como el calcio y fósforo, cuyas concentraciones varían principalmente de acuerdo con el animal COGUANOR NGO 34 040 (2018).

##### **4.1.1.1 Agua**

La leche de vaca es la más utilizada en la industria láctea, con un contenido de agua que se encuentra alrededor del 87 %. Esta variable junto con su calidad nutricional favorece el desarrollo de microorganismos (Schmidt Hebbel, 1988).

#### **4.1.1.2 Proteínas**

Un litro de leche al día basta para satisfacer las necesidades de proteínas animales de una persona adulta; las proteínas de la leche son muy parecidas a las proteínas humanas por lo tanto son fácilmente aprovechables por nuestro organismo (Schmidt Hebbel, 1988).

En la leche las proteínas representan el 3.4% en promedio y las más importantes son la caseína ocupando entre un 77 – 82% del total de proteínas del suero (seroproteínas) que constituyen el porcentaje restante y se dividen en lactoglobulina y lactoalbúmina (Schmidt Hebbel, 1988).

La caseína es quizás la más importante, ya que es utilizada industrialmente para la obtención de quesos al precipitarla tras la desestabilización de sus enlaces por medio de la alteración del pH, la temperatura, o las fuerzas iónicas; por su parte, las seroproteínas permanecen en el suero y sólo una aparte de ellas se va con la caseína cuando la leche es tratada térmicamente y homogenizada (Schmidt Hebbel, 1988).

#### **4.1.1.3 Grasas**

La grasa de leche también es llamada grasa butírica y representa cerca de un 3.7%, esta se funde a la temperatura corporal lo que permite su fácil digestión aportando vitaminas como la A y D, sin embargo, su consumo debe ser moderado, debido a la asociación que existe entre este tipo de productos y el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Warensjö, et al, 2004). La grasa se encuentra en la leche en pequeñas partículas de tamaños irregulares, por lo cual se realiza un proceso de homogenización buscando conseguir una suspensión permanente (Madrid, 1996).

#### **4.1.1.4 Carbohidratos**

Los carbohidratos en la leche representan cerca del 4.9%, siendo la lactosa el principal. Este carbohidrato es el responsable de la sensación arenosa percibida en los productos lácteos concentrados como consecuencia de su cristalización a causa de un enfriamiento rápido y en menor participación de la caramelización de los mismos a causa de la reacción de Maillard (Murad Silvina, 2018).

#### **4.1.1.5 Vitaminas y minerales**

La leche cuenta con casi la totalidad de las vitaminas; sin embargo, debido a los fuertes tratamientos térmicos a los que es sometida en busca de prolongar su vida útil, se ocasiona la pérdida de la gran mayoría de las vitaminas hidrosolubles, aportándole al ser humano vitaminas liposolubles como la A, D, K y algunas del complejo B; en cuanto a los minerales, la leche es la principal fuente de calcio y en menor cantidad de fósforo (Murad Silvina, 2018).

#### **4.1.1.6 Las enzimas**

Las enzimas más importantes presentes en la leche son: catalasa, fosfatasa, lipasa y reductasa. La acción de estas enzimas depende del pH y la temperatura (Salgado, 1996). Las altas temperaturas destruyen la mayor parte de las enzimas, por esta razón la presencia de enzimas en la leche es utilizada para evaluar la efectividad de tratamientos térmicos como la pasteurización (Murad Silvina, 2018).

## **4.2 Queso**

Queso es “el producto fresco o madurado que se obtiene por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo, de enzimas específicas, de

bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o combinados, todos de calidad apta para uso alimentario; con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos, aditivos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materiales colorantes” (Tornadijo, 2018).

El queso se debe elaborar con leche entera reconstituida (integral o entera, semi desnatada o parcialmente descremada, desnatada o descremada y/o suero lácteo), y opcionalmente se puede agregar cultivos de bacterias lácticas u otros microorganismos específicos, cloruro de Sodio, cloruro de calcio, caseína, caseinatos, sólidos de origen lácteo, especias y condimentos (Tornadijo, 2018).

El queso fresco es aquel que está listo para el consumo poco después de su fabricación, mientras que el madurado es el que ha experimentado los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos de cada variedad de queso (Tornadijo, 2018).

#### **4.2.1 La elaboración de queso y sus etapas**

Existe una definición de tipo tecnológica de queso: producto obtenido por la concentración de la mayor parte de los sólidos de la leche separados luego de una coagulación. Esta definición contiene los aspectos tecnológicos más relevantes de la producción del queso (separación y concentración) (Tornadijo, 2018).

Desde el punto de vista físico-químico, la elaboración de queso es la transición del estado natural de la leche de “sol a gel”. Este proceso continúa con la rotura de la estructura del gel y la separación, en mayor o menor grado, de las fases sólida (cuajada) y líquida (lacto suero). La cuajada así obtenida da lugar a un queso fresco

que se somete a un proceso de salado y maduración para su terminación. En éste caso sólo se distinguen cuatro etapas: coagulación, desuerado, salado y maduración (Tornadijo, 2018).

1. Coagulación. Modificaciones físico-químicas de las micelas de caseína, bajo la acción de enzimas proteolíticas o de ácidos, que producen la desestabilización de dichas partículas, dando lugar a la transición sol-gel (Tornadijo, 2018).

2. Desuerado. Sinéresis de la cuajada y exudado del lacto suero con separación de la fase sólida y la fase líquida. Se inicia tras la rotura mecánica del coágulo (lirado), facilitado por tratamiento térmico (cocción) y/o mecánico (agitación), moldeado, aplicación de presión, el pH último al que llega durante el prensado y oreo (Tornadijo, 2018).

3. Salado. Fenómenos de difusión, con el objetivo de incorporar sal a la cuajada por inmersión en salmuera. Adicionalmente se logra una ligera pérdida de agua (Tornadijo, 2018).

4. Maduración. Transformaciones bioquímicas de los componentes de la cuajada, bajo la acción de enzimas (principalmente microbianas) y lactobacilos. La digestión enzimática de la cuajada modifica su estructura y composición, confiriendo a la cuajada nuevas características organolépticas (Tornadijo, 2018).

#### 4.3 Antibióticos

El término antibiótico cuyo origen viene del griego anti “contra” y bios “vida” fue propuesta para definir sustancias dotadas de actividad antimicrobiana y extraída de

estructura orgánicas vivientes, ya fueran bacterias, hongos o algas, con capacidad para anular la vida de diversos microorganismos (Antibióticos, 2018).

Con frecuencia se han utilizado de manera indistinta los términos antibióticos, antimicrobiano y quimioterápico para designar sustancias químicas definidas con actividad contra microorganismos específicos, el antibiótico es una sustancia producida en la naturaleza por microorganismos vivos o sintetizados en el laboratorio. Desde el punto de vista técnico, los antibióticos difieren de los quimioterápicos en que estos últimos son productos de síntesis química, por lo que se ha propuesto el término antimicrobiano para describir a todas las sustancias con esta actividad, ya sean naturales o de origen sintético (Antibióticos, 2018).

#### **4.3.1 Residuos de antibióticos en leche**

El uso de antibióticos en medicina veterinaria, sin lugar a dudas de las principales herramientas en el control y erradicación de enfermedades infecciosas de origen bacteriano en animales de abasto y compañía. Sin embargo, casi paralelamente con su introducción a fines de la segunda guerra mundial, se comenzó a investigar en torno a los efectos adversos que pudieran provocar la presencia de estos fármacos en productos destinados a consumo humano, como la leche, carne y huevos (Altamirano M, 2017).

La presencia de concentraciones de antibióticos en la leche que son superiores a las permitidas por normas sanitarias recibe, en general, la denominación de residuos, concentraciones residuales o inhibidores. La mayor parte de las muestras de leche que contiene concentraciones residuales corresponden a vacas que han recibido

tratamiento con antibióticos por distinta vías, tanto a nivel sistémico como local (Altamirano M, 2017).

Desde la aparición de los antibióticos como principal elemento de lucha antibacteriana, ha existido preocupación por organismos de países de gran desarrollo lechero, quienes han dictado normas que han sido acogidas por otras naciones (Altamirano M, 2017).

#### **4.3.2 Problemas tecnológicos de la leche**

La producción de productos fermentados es la más afectada en la industria cuando en la leche recibida están presentes residuos de antibióticos, provocando grandes de pérdidas en calidad y por ende económicas. Por ejemplo las bacterias utilizadas en la fabricación de yogurt, *s. Bulgaricus* y *s. termophilus* resultan ser una de las más sensibles a los antibióticos. Las bacterias por efecto de los antibióticos presentan cambios morfológicos y pueden darse situaciones en que los cultivos iniciadores sean remplazados por microorganismos indeseables, provocando la inutilización del producto porque se convierte en peligroso para su consumo (Altamirano M, 2017).

Los quesos elaborados con leche que presentan residuos de antibióticos muestran una estructura esponjosa y sabor ligeramente amargo. Además los residuos de antibióticos pueden actuar sobre algunos componentes de la leche, por ejemplo se ve afectada la Lipasa de la leche que pierden entre el 4 y el 7% de su actividad enzimática, dependiendo del tipo de antibiótico que se trate y de su concentración (Altamirano M, 2017).

Además de los efectos en los productos lácteos fermentados, la industria se ve perjudicada en pruebas de control de calidad a la que es sometida la leche a nivel de

recepción. Tal es el caso del test del tiempo de reducción de azul de metileno, que aumenta cuando la leche está contaminada con antibiótico, lo que trae como consecuencia un error en la clasificación de la leche (Reyes G, 2012).

Los principales efectos provocados por la presencia de antibióticos en la elaboración industrial de quesos y productos fermentados son.

- Demora en la acidificación
- Demora en la coagulación
- Coagulación deficiente
- Disminución de la retención de agua
- Desarrollo de microorganismos indeseables
- Interferencia en la formación de aromas en mantequillas fermentada
- Alteración de las características normales del producto
- Cuerpo débil
- Textura blanda
- Sabor amargo (excesiva acción del cuajo)
- Consistencia arenosa (yogurt)

#### **4.3.3 Antibióticos en leche bovina**

Los antibióticos son drogas usadas para el cuidado de la salud humana y veterinaria contra infecciones bacterianas. Desde que fueron descubiertos en la década de 1930, los antibióticos posibilitaron el tratamiento de enfermedades tales como neumonía, tuberculosis y meningitis, salvando la vida de millones de personas en todo el mundo (Antibióticos, 2018).

Estas sustancias actúan sobre alguna vía metabólica de las bacterias pero no afectan las del huésped. Los antibióticos naturales provienen de hongos y pueden ser modificados químicamente para producir antibióticos semi-sintéticos. Estas modificaciones producen mayor eficiencia ya que disminuyen los efectos colaterales y la resistencia producida por el microorganismo, así como aumentan el espectro de acción (Antibióticos, 2018).

Aquellos que son sintetizados químicamente en su totalidad, son los antibióticos sintéticos. Un ejemplo de estos últimos son las sulfonamidas (Antibióticos, 2018).

El uso de antibióticos inadecuados en la crianza de animales (aves, cerdos, peces, etc.) para el consumo, afecta la salud humana al aumentar el riesgo de producir resistencia bacteriana (Antibióticos, 2018).

#### **4.3.4 Penicilina**

El empleo de antibióticos en la terapéutica de las infecciones de los animales lecheros, particularmente de las localizadas en la mama, y en la formulación de piensos se ha convertido en un grave problema. El paso de restos a la leche es endógeno; se ha comprobado que la mayor parte de los preparados farmacológicos administrados a las hembras lactantes se segregan con la leche. La cuantía del paso es variable y la duración de la secreción depende del tipo de principio y de la vía de administración (AUCLAIR, 1987).

Los residuos de los antibióticos en la leche, independientemente de acciones biológicas (alergias en consumidores, aparición de flora resistente), tienen repercusiones tecnológicas importantes en la elaboración de queso. Su acción tecnológica principal es

la provocación de trastornos en la capacidad de acidificación de la leche. Los cultivos iniciadores, responsables primeramente de la acidificación de la leche y después de los cambios bioquímicos que tienen lugar durante la maduración (transformación de la cuajada en queso), se ven inhibidos por los residuos de antibióticos, fallan, y el queso obtenido se altera, o al menos no presenta unas características organolépticas tan satisfactorias como las del queso en el que los cultivos iniciadores han actuado con normalidad (AUCLAIR, 1987).

Los antibióticos se comportan de distinta manera frente a las diferentes especies de bacterias lácticas. Ante la penicilina los estreptococos lácticos (lactococos) son más sensibles que los lactobacilos, situación que se invierte si se trata de la estreptomomicina. Se da la situación que, frente a la penicilina, son más sensibles las bacterias lácticas que los estreptococos causantes de mastitis. Los lactococos mesófilos son parcialmente inhibidos por concentraciones de penicilina del orden de 0,1 µg/ml y completamente inhibidos por 0,2-0,3 µg/ml (AUCLAIR, 1987).

En la actualidad los cultivos iniciadores que se comercializan son por lo general resistentes a los antibióticos, pero estos muestran una acción inhibitoria sobre la flora secundaria, que tiene también un papel importante en el desarrollo de las características organolépticas del queso madurado (CERNA, 1982).

Los quesos elaborados con leche que presenta residuos de antibióticos muestran una estructura esponjosa y sabor ligeramente amargo. Además, los residuos de antibióticos pueden también actuar sobre algunos componentes de la leche; por ejemplo, se ve

afectada la lipasa de la leche que pierde entre el 7 y el 49% de su actividad dependiendo del tipo de antibiótico que se trate y de su concentración (CERNA ,1982).

#### **4.3.5 Normativas para los residuos de antibióticos en la leche**

En cuanto a la norma guatemalteca de productos lácteos, entre estas leches están las pasteurizadas y ultra pasteurizadas con sabor y sin sabor, incluyendo a la leche cruda de vaca. Establecen que los límites máximos para residuos de plaguicidas, metales pesados y medicamentos veterinarios, las tolerancias admitidas en la leche pasteurizada y ultra pasteurizada y aséptica con sabor son las permitidas por el Codex Alimentarius para productos lácteos y derivados (CONACYT, 2010).

Para controlar la presencia de residuos de medicamentos en los alimentos, se han establecido los límites máximos de residuos, definiéndose como el contenido máximo de concentración de residuos resultante de la utilización de un medicamento veterinario, expresado en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  o  $\text{g}/\text{kg}$  sobre la base del peso en fresco, autorizada en la comunidad o reconocida como admisible en un producto alimenticio (Reyna, 2009).

De acuerdo con los lineamientos del Codex Alimentarius, es indispensable que todas las personas que intervienen en la autorización, elaboración, venta y suministro, prescripción y aplicación de antibióticos en el ganado productor de leche actúen dentro del marco legal y responsablemente, a fin de limitar la diseminación de microorganismos resistentes entre los animales y la presencia de residuos de éstos medicamentos en la leche, para proteger la salud pública, y cumplir con la obligación ética y la necesidad económica de conservar la salud de los animales (Reyes, BR. 2006).

Desde el descubrimiento de los antibióticos como principal elemento de lucha antibacteriana, organismos de países de gran desarrollo lechero han dictado normas que han sido acogidas por otras naciones (Reyes, BR. 2006).

Así, en 1962, la FDA, de Estados Unidos dictó normas de control de antimicrobianos y cuenta con una base de datos de los límites residuales en alimentos de origen animal estableciendo sanciones para quienes incumplan estas disposiciones. Por otra parte, en Inglaterra, algún tiempo después, el Milk Marketing Board introduce, con carácter obligatorio, un test de residuos en leche y dicta normas sobre manejo de antibióticos en la vaca lechera. A fines de la década del 60, la Organización Mundial de la Salud y otros organismos internacionales como la FAO, establecen normas con fines de información y orientación de los países miembros, respecto de las concentraciones de residuos permitidas en leche de antibióticos de uso frecuente en bovinos de leche, listado que ha ido incrementando en número de acuerdo a la incorporación de nuevos agentes antibacterianos (García, A. y Mora, N 2007).

Los límites máximos de residuos de Bencilpenicilinas en leche de vaca son de 4  $\mu\text{g/L}$ , permitiendo una ingesta diaria de 30  $\mu\text{g}$  de penicilina por persona por día, por lo cual los residuos de dicha sustancia deberían mantenerse por debajo de esta concentración. Por otro lado, los límites máximos de residuos de Clortetraciclina, Oxitetraciclina y Tetraciclina es de 100  $\mu\text{g/L}$ , permitiendo una ingesta diaria de 0 – 30  $\mu\text{g/kg}$  de peso corporal, el establecimiento del IDA, de un residuo medicamentoso o químico constituye una guía para conocer la cantidad máxima que puede ingerirse diariamente con el alimento sin riesgo apreciable para el consumidor (CODEX ALIMENTARIUS, 2011).

El IDA es la base para obtener el límite máximo de residuo, que son las concentraciones máximas permitidas en una matriz determinada para leche, carne, miel, entre otros, de una sustancia química. El LMR varía de un país o bloque comercial a otro y éstos tienen que ser tenidos en cuenta en el momento de exportar algún producto de origen animal (Boggio, JC. 2010).

La Bencilpenicilina y la Oxitetraciclina se encuentran entre los antimicrobianos cuyos residuos han sido evaluados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud, a través del Comité Mixto FAO-OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, además, la tetraciclina, es un antibiótico que no ha sido aprobado para utilizarlo en ganado de producción de leche (FAO, 2012).

#### **4.3.6 Rendimiento quesero**

El rendimiento es la relación entre la masa de producto formado y la de reactante consumido. El rendimiento es el parámetro estequiométrico más importante y usado en la industria. En las reacciones enzimáticas y bioquímicas este cálculo, que es sencillo para las reacciones de la química orgánica e inorgánica, es complejo dado que hay varias reacciones que se producen simultáneamente y estados físicos (fases) intervinientes. Una consecuencia de esta complejidad es, según lo señalado por la mayoría de los autores del área bioquímica o biológica, la necesidad de distinguir los rendimientos teóricos de los observados o reales (Dalla, C. 2015).

En la industria láctea es importante calcular de antemano el rendimiento quesero de las producciones; es decir la cantidad de queso que se puede fabricar teóricamente con un

volumen y calidad de leche determinada. Este cálculo permitirá prever los materiales, mano de obra y equipamientos que se utilizaran en la elaboración. Además, será posible el cálculo anticipado de la rentabilidad del proceso de elaboración y, también como resultado de esto, el control del funcionamiento y rentabilidad de la fábrica (Errecalde, J.2004).

Además de conocer si el queso producido se ajusta cuantitativamente a un rendimiento económico beneficioso y si consigue la utilidad financiera perseguida, es necesario que las relaciones entre diversos componentes de la leche sea la adecuada para maximizar el rendimiento manteniendo los estándares y la calidad del queso. Por esto es importante contar con una fórmula que permita calcular un rendimiento quesero teórico lo más cercano al observado (Alonso, AM.2008).

El rendimiento quesero es un problema que ha sido investigado desde hace casi un siglo por muchos autores, siendo Babcock, Van Slyke y Publow los primeros en realizar una publicación sobre el tema. Estos autores han desarrollado diferentes tipos de ecuaciones, permitiendo así predecir el rendimiento teórico del queso. Estas ecuaciones utilizan principalmente la composición de la leche (reactante principal) incluyendo uno o varios parámetros como: contenido de proteína o caseína, materia grasa, sólidos totales y sólidos no grasos; como también contenido de humedad, sal y materia grasa del queso (Dalla, C. 2015).

Diferentes métodos de expresión de rendimiento tienen diferentes propósitos para ayudar a los productores de queso a controlar el rendimiento y asegurar la eficiencia de la transformación de la leche en queso. El rendimiento teórico se formula en cada caso atendiendo a las reactantes limitantes (los más costosos o los más deficitarios en masa)

que varían de región en región. En el caso de la leche estos factores pueden llegar a variar estacionalmente ya que la composición química del reactante principal, la leche, varía estacionalmente (Dalla, C. 2015).

#### 4.4 Prueba SNAP

La prueba SNAP es ensayo inmunoenzimático que utiliza una proteína receptora específica para detectar residuos de antibióticos en leche bovina cruda, en niveles iguales o inferiores a los niveles de tolerancia y en menos de 10 minutos. Constituye una prueba rápida, exacta y ofrece resultados valiosos en haciendas ganaderas, tanques de almacenamiento y plantas procesadoras de productos lácteos. (Díaz E., Pena G., 2018).

Los antibióticos betalactámicos y tetraciclinicos son ampliamente utilizados en el tratamiento de la mastitis y otras infecciones del ganado lechero. El incumplimiento de las instrucciones de la etiqueta del antibiótico o de las pautas relacionadas con el periodo de retención de la leche puede determinar la presencia de residuos de antibióticos en la leche. La prueba SNAP está diseñada para simplificar y facilitar su uso en el monitoreo de residuos betalactámicos y de tetraciclinas como parte de un programa de aseguramiento de la calidad (Blanco, F.A., 2018).

##### **4.4.1 Accesorios**

Lector SNAP

Control positivo SNAP ST

#### **4.4.2 Almacenamiento del Kit**

Los kits deben refrigerarse a 2°C - 8°C.

#### **4.4.3 Información sobre la muestra**

- Utilice mezclas de leche cruda de vaca.
- Las muestras deben refrigerarse a 0°C - 10°C y analizarse dentro de los tres días posteriores a la recolección.
- Mezcle muy bien la muestra antes del análisis.

#### **4.4.4 Precauciones y advertencias**

- NO utilice leche de aspecto anormal.
- No mezcle los tubos de la muestra y los dispositivos de diferentes kits.
- No utilice los componentes de los kits después de su fecha de caducidad.
- Si el punto del control no desarrolla color, repita el análisis de la muestra.
- El dispositivo SNAP debe emplearse en posición horizontal.

#### **4.4.5 Antes de comenzar**

- La prueba SNAP ST está diseñada para su uso en condiciones ambientales normales (15°C - 30°C).
- Retire del refrigerador la cantidad de dispositivos necesaria para el día y deje que alcancen la temperatura ambiente por lo menos quince minutos antes de utilizarlos. Los dispositivos que no se han abierto pueden guardarse nuevamente bajo refrigeración.
- Las muestras deben estar a 0°C - 10°C.

- Agite bien la muestra de leche.

#### **4.4.6 Preparación de la prueba**

Retire de la bolsa el dispositivo SNAP, la pipeta y el tubo de la muestra. NOTA: Un dispositivo SNAP nuevo exhibirá un color azul claro en los puntos sin desarrollar de la ventana de resultados y del círculo de activación.

Verifique que la pastilla de reactivo esté en el fondo del tubo de la muestra. De no ser así, dé un golpecito en el tubo para que la pastilla regrese al fondo (Polanco, 2018)

## 5. Objetivos

### 5.1 General

5.1.1 Determinar la presencia de penicilina en leche de vaca y su repercusión en el rendimiento del procesamiento de queso fresco.

### 5.2 Específicos

5.2.1 Evaluar la presencia del antibiótico (penicilina) en leche entera, con el método kit SNAP, del productor de la parcela B-448, línea B-8, sector Sis de la región San José La Máquina, Suchitepéquez.

5.2.2 Determinar el rendimiento en queso fresco, ante la presencia del antibiótico (penicilina) en leche entera del productor, en la zona de B-448, línea B-8, sector Sis, San José La Máquina, Suchitepéquez.

## **6. Hipótesis**

La leche entera contaminada con penicilina no afecta la coagulación y rendimiento en la elaboración y/o proceso del queso fresco en la zona de B-448, línea B-8, sector Sis, San José La Máquina, Suchitepéquez.

## **7. Materiales y métodos**

### 7.1 Recursos

#### **7.1.1 Humanos**

- T.U. Ángela Solares
- Ph. D. Marco Antonio del Cid Flores (Asesor Principal)
- Inga. Dora Emilia Rodas (Asesor Adjunto)

#### **7.1.2 Institucionales**

- Laboratorio Química CUNSUROC-USAC.
- Parcela B-448

#### **7.1.3 Físicos**

- Biblioteca del Centro Universitario del Sur occidente.

#### **7.1.4 Económicos.**

- Los gastos fueron sufragados por la estudiante responsable del presente estudio.

### 7.2 Materiales

#### **7.2.1 Equipo**

- Hielera para transporte de las muestras
- Kit de determinación de los antibióticos SNAP
- Computadora para la ejecución de la investigación

- Impresora
- Refrigeradora (mantener refrigerada la muestras)
- Pipetas estériles
- Frascos estériles
- Bata, redecillas y mascarillas
- Termómetros
- Cuba de cuajada
- Lyra de corte de cuajada
- Desuerador
- Balanza
- Beaker de 1000 ml y 2000 ml.
- Probeta de 1000 ml y 500 ml.
- Cronometro de tiempo
- Espátula
- Paleta de acero inoxidable.
- Cuchillo.

### **7.2.2 Insumos**

- Leche
- Bolsas estériles para captación de las muestras de leche
- Cuajo (Renina)

## 7.3 Metodología determinación de antibiótico

### 7.3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la parcela B-448, línea B-8, sector Sis, San José La Máquina, Suchitepéquez.

### 7.3.2 Recolección de muestras

Se realizó una prueba por día y esto se hizo por una semana completa así establecer en cuanto tiempo la leche ya no está contaminada con residuos de antibiótico. Para recolectar la leche que sirvió como muestra a analizar, para esto es necesario que se agite la leche y luego se recolectan 5 ml de leche, la cual servirá para la realización de la prueba inmediata.

### 7.3.3 Metodología de la prueba

#### 7.3.3.1 *Pipeteó de la muestra*

- a. Coloque el dispositivo SNAP sobre una superficie plana.
- b. Agite bien la muestra de leche.
- c. Quite la tapa del tubo de la muestra y se desechó.
- d. Se usó la pipeta, se extrajo la muestra de la leche hasta la línea indicadora. NOTA: al pipetear, tome la muestra del centro del recipiente de la muestra y extraiga lentamente la muestra hacia la pipeta para evitar las burbujas de aire.
- e. Se agregó la totalidad de la muestra de leche de la pipeta al tubo de la muestra y, a continuación, se agito el tubo de la muestra para disolver la

pastilla de reactivo. NOTA: evite que la muestra permanezca en el tubo más de 15 segundos.

### **7.3.3.2 Agregado de la muestra al dispositivo SNAP**

- a. Se vierte el contenido del tubo de la muestra en el recipiente de muestras del dispositivo SNAP y desecha el tubo. La muestra fluirá a través de la ventana de resultados hacia el círculo de activación azul.
- b. Una vez que la muestra allá ingresado al círculo de activación, pero antes de que desaparezca completamente el círculo azul, presione firmemente el botón activador hasta que quede al mismo nivel (horizontalmente) que el cuerpo del dispositivo SNAP.
- c. Después de la activación, espere seis minutos e intérprete inmediatamente el resultado.
- d. Resultado. NOTA: si no se desarrolla color en el punto del control, repita el análisis de la muestra.

### **7.3.3.3 Interpretación de los resultados**

Al interpretar los resultados, colocar el dispositivo SNAP, con el pocillo de muestras hacia arriba.

Las lecturas de los resultados se hicieron de la siguiente manera:

Negativo: cuando el punto (celeste) ingresa la muestra en el test snap es más oscuro o igual al punto de control.

Positivo: cuando el punto (celeste) ingresa la muestra en el test snap, es más claro (blanco) que el punto de control.

Se determinó la presencia o ausencia de residuos de antibiótico penicilina en la leche, según resultados obtenidos.

#### 7.4 Metodología para la determinación del rendimiento en queso fresco

##### **7.4.1 Determinación de materia grasa**

Método de babcock: se fundamenta en el empleo de ácido sulfúrico y la fuerza centrífuga para separar la grasa de la leche y así permite medir directamente el % de grasa.

Pipeteo la muestra y se lleva a la botella de babcock, después se agregan 17.5 ml de ácido sulfúrico concentrado, se centrifugo por 1 minuto a una temperatura de 55 a 60 grados centígrados, luego se llevó la botella a baño Maria después se retiró la botella y se secó y después se midió la columna de grasa.

##### **7.4.2 Determinación de caseína**

Se tomó en un matraz 9 ml de leche, se agregó 2 a 3 gotas de fenolftaleína al 1% luego se procedió a titular con solución de hidróxido sódico (NaOH) 0.1 normal hasta conseguir el tono rosado luego de ello se hizo la lectura del volumen de gasto de hidróxido.

##### **7.4.3 Determinación de la humedad**

Se hizo mediante un ecomilk.

#### **7.4.4 Procedimiento de elaboración de queso fresco**

Para que un queso sea de calidad, es fundamental la buena calidad de la leche utilizada para su elaboración. La leche que se utilizó para la preparación de quesos caseros debe ser procesada manteniendo la garantía de higiene.

Procedimiento:

- Homogenización y pasteurización: el proceso es sencillo pero largo. Antes de iniciar la fabricación del queso, con leche recién ordeñada o con leche refrigerada, la leche se calienta hasta temperaturas de 70 o 80 grados centígrados durante 20 a 40 segundos. A este proceso se le denomina pasteurización y su objetivo es eliminar microorganismos patógenos presentes en la leche, se deja enfriar la leche hasta llegar a los 35 grados centígrados.
- Cuajado: esta se realizó con cuajo líquido. La cantidad de cuajo aproximada a utilizar es de 1 mililitro por cada 10 litros de leche. Se deja el preparado en reposo aproximadamente 45 minutos.
- Corte y extracción del suero: se cortó la cuajada con un cuchillo y se separó del suero. Con un colador se sacaron los cubos, se escurrió y se colocó en un molde. A dicho molde se voltea para que se escurra el suero.
- Salado: Se realizó agregando sal a la cuajada. La sal es importante tanto para el sabor, como para la conservación.
- Prensado: la cuajada se coloca en moldes y se presiona para extraer el suero que quedo.

- Empaque.
- Almacenamiento.

#### 7.4.5 Evaluación matemática del rendimiento en queso fresco

Ecuación No. 1 Método Matemático de Van Skyle y Publow

$$Y = \frac{(0.93 F + C - 0.1) 1.09}{1 - M}$$

Modelo de Van Slyke y Publow para la determinación de rendimiento quesero. Y = rendimiento quesero (kg de Queso/100 kg leche), F = materia grasa (Fat), C = caseína (Casein), M = humedad (Moisture). (Dalla, C. 2015, Pág.100)

Ejemplo de un rendimiento de queso fresco aplicando la fórmula:

Sustituyendo los valores de la fórmula y encontrando los siguientes valores de la leche entera a nivel de laboratorio:

$$Y = \frac{(0,93 * 3,0) + (2,8 - 0,1) * 1,09}{1 - 0,88} = 49,8 \% \text{ de cuajada} *$$

\* La cuajada práctica encontrada, a nivel de laboratorio, será en conclusión el rendimiento del queso fresco que se obtendrá a nivel del proceso en las unidades de ordeño, de la zona de investigación, que para el ejemplo hipotético indica un rendimiento.

- Evaluación, interpretación y conclusiones de los valores obtenidos a nivel de campo, considerando los resultados obtenidos posteriormente a la aplicación de la Ec. 1 para un rendimiento real del queso fresco.

## 8. Resultados y discusión

**Tabla No. 1 Resultados obtenidos en la prueba de antibióticos SNAP**

No. de día	Fecha	Resultados
1	19 de septiembre	<b>Positivo</b>
2	20 de septiembre	<b>Positivo</b>
3	21 de septiembre	<b>Positivo</b>
4	22 de septiembre	<b>Positivo</b>
5	23 de septiembre	<b>Negativo</b>
6	24 de septiembre	<b>Negativo</b>
7	25 de septiembre	<b>Negativo</b>

Fuente: Autor 2018

En la tabla No.1 resulta importante resaltar que más de la mitad de las muestras tomadas del 19 al 25 de septiembre de 2018 denotan presencia de antibiótico (penicilina), lo cual representa el 57.14% de las muestras afectando así, posteriormente a la coagulación, por ende en el procesamiento y rendimiento del queso fresco; y el 42.86% representa la ausencia total del antibiótico, del hato ubicado en la parcela B-448 línea B-8 sector Sis, San José La Máquina, Suchitepéquez; (ver en la gráfica 13.5).

**Tabla No.2 Resultados de Laboratorio para leche entera recién ordeñada**

No. de día	Fecha	% agua	% Grasa	%Caseína
1	19 de sept.	80	3,4	0.7
2	20 de sept.	80	3,7	0.81
3	21 de sept.	81	3,8	1,5
4	22 de sept.	80	3,9	1,6
5	23 de sept.	83	4,0	1,7
6	24 de sept.	82	3,9	1,8
7	25 de sept.	83	3,9	1,9

Fuente: Autor 2018

Los valores reportados de la tabla No. 2 de las muestras tomadas de leche nos indican que en los días que la leche contiene antibiótico la caseína tiene un intervalo 0.7% a 1.6% y la grasa 3.4%, afectando así el rendimiento y coagulación; mientras que los días que la leche no contiene antibiótico la caseína representa un intervalo 1.7% a 1.9% y la grasa 4% y 3.9%. Con los resultados obtenidos se pudo resolver la fórmula matemática de Van Slyke y Publow en su expresión dada en la página No. 28 Ec. No. 1.

**Tabla No. 3 Comparación de los rendimientos queso fresco en leche con antibiótico y leche sin antibiótico.**

No. de día	Fecha	% rendimiento leche sin antibiótico	% rendimiento leche con antibiótico
1	19 de septiembre		20,50%
2	20 de septiembre		22,62%
3	21 de septiembre		25,96%
4	22 de septiembre		27,94%
5	23 de septiembre	34,10%	
6	24 de septiembre	32,25%	
7	25 de septiembre	32,47%	

Fuente: Autor 2018

Los valores obtenidos en función de la condición de la calidad inicial de leche (tabla No. 2) indican que, para una leche recién ordeñada conteniendo antibiótico el porcentaje disminuye hasta en un rango comprendido entre 20,50% y un 27,94% en su rendimiento de queso fresco, para una leche normal (sin antibiótico) el rendimiento de queso fresco es de un intervalo porcentual comprendido de 34,10% y 32,47% mientras que, los parámetros de intervalo de rendimiento se normalizan una vez desaparecida la traza de antibiótico, nótese para esto en los días del 5 al 7,

por lo que es notorio que en los días comprendidos del 1 al 4 tabla No. 3 y gráfica 13.6, la leche presento un rendimiento bajo según la aplicación del modelo matemático de Van Slyke y Publow o ecuación No. 1 de la página 28 del presente trabajo, en la producción de quesos frescos en la región de B-448, línea B-8, sector Sis, San José La Máquina, Suchitepéquez.

## **9. Conclusiones**

- 9.1 Se llega a establecer que la hipótesis se rechaza ya que la presencia de antibióticos si afecta considerablemente el rendimiento de la cuajada de la caseína en la leche entera, por ende el volumen total de masa producida de queso fresco.
- 9.2 Se determinó la presencia de antibiótico penicilina en la leche de vaca los días 1 al 4, lo que quiere decir que del día 5 al 7 ya no existe residuos del antibiótico y en consideración a esto se puede procesar la leche entera para la producción de queso fresco u otros sub-derivados lácteos.
- 9.3 Los resultados del rendimiento del queso fresco con leche en presencia de antibiótico corresponden a los rangos comprendidos entre 20.50 % y 27.94 % resultando bajos en producción en comparación con el intervalo de producción de queso fresco con leche sin antibiótico comprendido entre 32,47% y 34.10 %.

## **10. Recomendaciones**

- 10.1 Realizar un muestreo en épocas de verano e invierno para determinar animales enfermos con procesos infecciosos y determinar según dictamen veterinario la aplicación de antibióticos en estos y proceder a su aislamiento para evitar contagios que incidan en la producción lechera y su rendimiento en la producción de quesos frescos.
  
- 10.2 Efectuar pruebas de presencia de antibióticos eventualmente y comparar rendimientos aplicando el diseño sugerido en esta investigación, a fin de disminuir pérdida en peso de masa coagulada de queso fres

## 11. Referencias

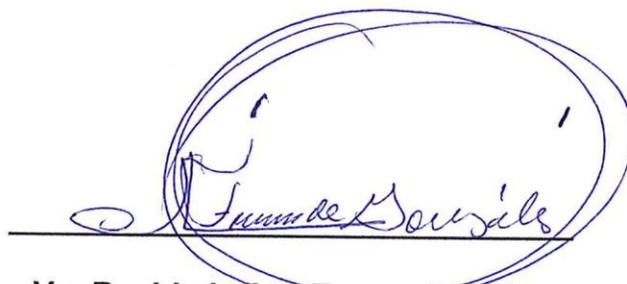
1. Altamirano Mendoza, (2017) *Determinación de antibióticos en leche para queserías*. Obtenido de: <https://repositorio.unicach.mx/.../DETRMINACIÓN%20DE%ANTIBIÓTICOS%2...>
1. Alonso, AM. (2008). *Residuos de sustancias antimicrobianas en la leche*. Obtenido de: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1977/tesisUPV2193.pdf>
2. *Antibióticos*. (2018): Industria Alimenticia. Obtenido de: [eticor.com.ar/español/productos/alimenticia/antibioticos.php](http://eticor.com.ar/español/productos/alimenticia/antibioticos.php)
3. Auclair, J. (1987). *La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso*. Obtenido de: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358129809487586>
4. Blanco, FA. (2 del 9 de 2018) *Andeva*. Obtenido de: [http://ww.mag.go.cr/rev\\_agr/v\\_25n01\\_053.pdf](http://ww.mag.go.cr/rev_agr/v_25n01_053.pdf)
5. Boggio, JC. (2010). *Presencia de antimicrobianos en leche*. Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/producción\\_bovina\\_de\\_leche/leche\\_subproductos/18-antimicrobianos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/producción_bovina_de_leche/leche_subproductos/18-antimicrobianos.pdf)

6. Cerna,E. (1982). *La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso*.  
Obtenido de: <http://www.redalyc.org/html/724/72420204/>
  
7. Codex Alimentarios. (2011). *Límites Máximos de residuos para medicamentos veterinarios en los alimentos* .Obtenido de  
[http://www.codexalimentarius.net/vetdrugs/data/MRL2\\_s\\_2011.pdf](http://www.codexalimentarius.net/vetdrugs/data/MRL2_s_2011.pdf)
  
8. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, SV). (2010). *Norma salvadoreña NSO 67.01.15:08: Productos lácteos, leche pasteurizada y ultra pasteurizada con sabor*. Obtenido de: <http://sc.gob.sv/pages.php?Id=145>
  
9. Dalla, C. (2015). *Rendimiento quesero teórico y real de las leche, de la cuenca de Villas María, Córdoba*. Obtenido de: [studylib.es/doc/5655446/rendimiento-quesero-teórico-y...](http://studylib.es/doc/5655446/rendimiento-quesero-teórico-y...)
  
10. Díaz E, Pena G, (2 del 8 de 2018). *Uso antibióticos en la ganadería lechera*.  
Obtenido de: <https://articles.extension.org/pages/9858/uso-de-antibiticos-en-la-ganadera-lechera>
  
11. Errecalde, J. (2004) *Uso de antimicrobianos en animales*. Obtenido en:  
[www.fao.org/3/a-y5468s.pdf](http://www.fao.org/3/a-y5468s.pdf)

12. FAO. (Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación).  
(2012). *Determinación de residuos de antibióticos y tiempos de retiro en leche*.  
Obtenido en: <https://core.ac.uk/download/pdf/51068191.pdf>
  
13. García, A. Mora, N. (2007). *Susceptibilidad de bacterias ácido*. Obtenido de:  
<https://www.uaech.edu.mx/.../Susceptibilidad%20%20bacterias/20acido/20lacticas>
  
14. Madrid, B. (1996). *Tabla composición de alimentos*. Obtenido de:  
[http://www.incap.int/index.php/es/component/docman/doc\\_download/80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica](http://www.incap.int/index.php/es/component/docman/doc_download/80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica)
  
15. Murad, S. (4 del 07de 2018). *La Leche y sus propiedades nutricionales*.  
Obtenido de:[www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm](http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm)
  
16. *Normas COGUANOR NGO 34 040* (2018) Obtenido de: [cretec.org.gt](http://cretec.org.gt)  
[cretec.org.gt/wp-content/files\\_mf/ngo340401ra.revisiónlechede vaca.pdf](http://cretec.org.gt/wp-content/files_mf/ngo340401ra.revisiónlechede vaca.pdf)
  
17. Polanco, ZE. (16 de- de 2018). *Consumo per cápita de leche es de 62 litros*.  
Obtenido de: [www.dca.gob.gt/.../30422-consumo-per-cápita-de-es-62-litros](http://www.dca.gob.gt/.../30422-consumo-per-cápita-de-es-62-litros)

18. Reyes, G. (01 del 6 de 2012). *Economía en Cuyotenango, Municipios Guatemala*.  
Obtenido de: [www.estrategiaynegocios.net/.../guatemala/.../guatemala necesita mejorar](http://www.estrategiaynegocios.net/.../guatemala/.../guatemala_necesita_mejorar)
19. Reyes, BR. (2006). *Acciones para evitar los efectos indeseables de la aplicación de antibióticos al ganado productor de leche. 4p doc*.  
Obtenido de: [www.cofocalec.org.mx/docs/Antibioticos%20en%20leche.do](http://www.cofocalec.org.mx/docs/Antibioticos%20en%20leche.do)
20. Reyna, E. (2009). *Residuos de sustancias microbianas en la leche*. Obtenido de:  
[http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4682/Jose\\_Tesis\\_Titulo\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4682/Jose_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
21. Schmidt, H. (1988). *Determinación composición química de la leche*. Obtenido:  
[https://books.google.com.gt/books?id=TyFcp3hcMfkC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=schmidt+1988+composicion+quimica&source=bl&ots=L6DQDpr4qk&sig=ACfU3U1uXiA-9\\_Nt7Bk2yvEMCXuuSywqTw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwighv6cxtnjAhUiw1kKHdSYDf4Q6AEwAXoECAkQAQ](https://books.google.com.gt/books?id=TyFcp3hcMfkC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=schmidt+1988+composicion+quimica&source=bl&ots=L6DQDpr4qk&sig=ACfU3U1uXiA-9_Nt7Bk2yvEMCXuuSywqTw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwighv6cxtnjAhUiw1kKHdSYDf4Q6AEwAXoECAkQAQ)
22. Soto, C. (5 del 11 de 2012). *Mayor productor de leche en Suchitepéquez*.  
<https://www.prensalibre.com/hemeroteca/>

23. Tornadijo, MD. (2018) La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso fresco. Obtenido de: [www.redalyc.org/pdf/724/72420204.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/724/72420204.pdf)

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "Ana Teresa Cap Yes", is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval.

**Vo. Bo. Licda Ana Teresa Cap Yes**  
**BIBLIOTECARIA, CUNSUROC**



## 12. Anexos

### 12.1 Cronograma de actividades

Actividades	Septiembre	Octubre
Realizar muestreo	X	
Realizar pruebas de rendimiento de queso	X	
Procesar datos		X
Analizar resultados		X
Informe final		X

### 12.2 Kit snap. (Determinación de penicilina u otros antibióticos en leche entera)



Fuente: [www.academia.edu/.../DETERMINACIÓN\\_DE\\_RESIDUOS\\_DE\\_ANTIBIÓTICOS\\_B](http://www.academia.edu/.../DETERMINACIÓN_DE_RESIDUOS_DE_ANTIBIÓTICOS_B)

12.3 Figura indica prueba positiva para antibióticos en leche entera



Punto de referencia  
positiva

Fuente: Autor 2018

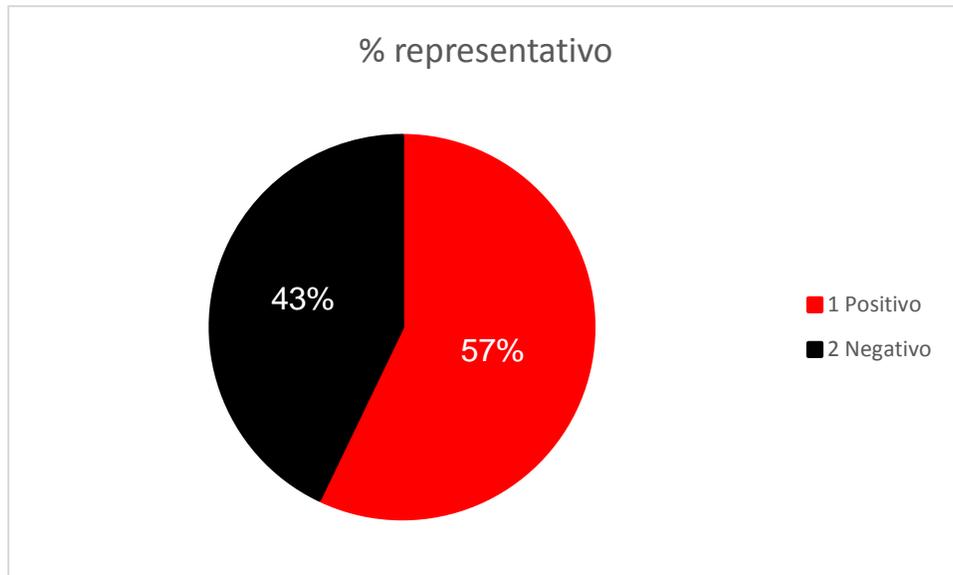
12.4 Figura indica prueba negativa para antibióticos en leche entera



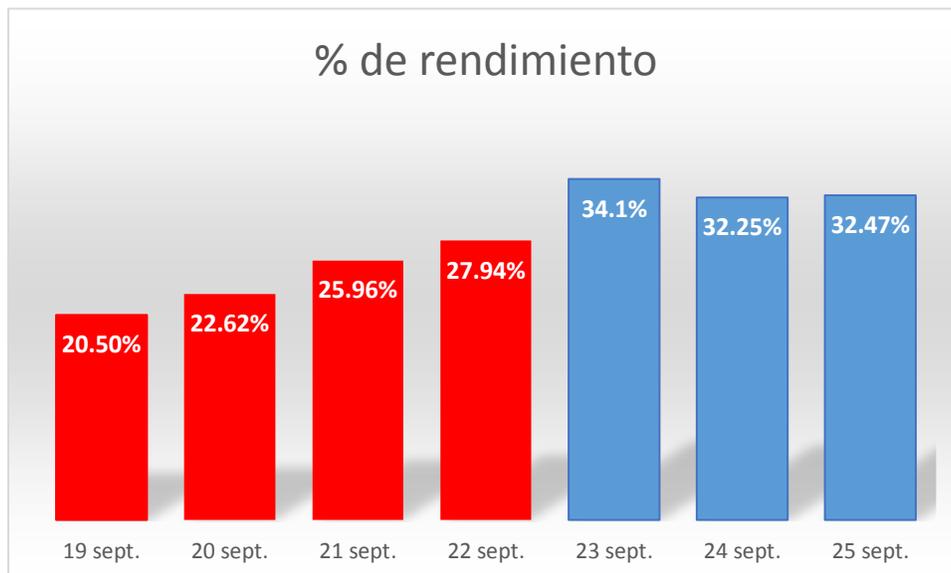
Punto de referencia  
negativa

Fuente: Autor 2018

12.5 Grafica Resultados obtenidos en la prueba de antibióticos SNAP.



12.6 Grafica Comparación de los rendimientos queso fresco en leche con antibiótico y leche sin antibiótico.



### 13. Glosario

**Acidificación:** En quesería se define como el fenómeno mediante el cual la leche se hace más ácida. Esta acidez puede aumentar por la acción de los fermentos lácticos o por la adición de sustancias acidulantes tales como el jugo de limón.

**Ácido láctico:** Producto obtenido por la acción metabólica de las bacterias lácticas sobre el azúcar de la leche (lactosa)

**Antibiótico en leche:** Son residuos más comunes y conocidos en productos de origen animal son los procedentes de medicamentos antibióticos que se emplean con fines profilácticos y terapéuticos, en cuanto al límite máximo de residuos, resultante de la utilización de un principio activo utilizado como medicamento veterinario.

**Adulteración de alimentos:** Es el acto por el cual se adultera un producto. Siendo aquel que ha sido privado, en forma parcial o total, de sus elementos útiles o característicos, reemplazándolos o no, por otros inertes o extraños de cualquier naturaleza, para disimular u ocultar: alteraciones, deficiente calidad de materias primas o defectos de elaboración.

**Bacterias:** Son microorganismos unicelulares que presentan un tamaño de unas pocas micras (la micra es la milésima parte de un milímetro) y diversas formas como: esferas (cocos), barras (bacilos), sacacorchos (vibrios) y hélices (espirilos).

**Caseína:** Proteína de la leche, rica en fósforo, que, junto con otros de sus componentes, forma la cuajada que se emplea para fabricar queso.

**Contaminación de alimentos:** Es la presencia en éstos y otros productos relacionados, de sustancias de origen biológico o químico y riesgoso o tóxico para la salud del consumidor.

**Coagulación:** Es una de las etapas claves del proceso y la base de la conversión de la leche en queso.

**Cuajo:** es una sustancia que contiene péptidasas (enzimas) y que se utiliza para cuajar la leche. El cuajo puede ser de origen animal, vegetal, microbiano o genético (sintético o químico). El cuajo se utilizada para elaborar quesos y cuajada.

**Coguanor:** Comisión guatemalteca de normas.

**Cuartos de la ubre:** La ubre bovina está constituida por cuatro glándulas mamarias, mejor conocidas como cuartos. Cada cuarto es una unidad funcional en sí misma que opera independientemente y drena la leche por medio de su propio canal.

**Desuerado:** Separación más o menos intensa del lactosuero, fase acuosa del coágulo, tras el corte de éste, obteniéndose al final de esta etapa el queso sin madurar o queso fresco.

**Enzima:** Las enzimas están compuestas principalmente por proteínas; los enzimas se unen a uno de los componentes de la reacción (sustrato) y lo modifican para la facilitar su reacción.

**Estadística:** Estudio que reúne, clasifica y recuenta todos los hechos que tienen una determinada característica en común, para poder llegar a conclusiones a partir de los datos numéricos extraídos.

**Extracto de cuajo:** Se denomina así a los cuajos que presentan una actividad coagulante, debido a quimosina, igual o mayor al 75% de la actividad coagulante total.

**Hato:** Conjunto de animales de ganado mayor o menor. "hato de cabras; hato de cerdos"

**Intercambiador de calor:** Es un radiador diseñado para transferir **calor** entre dos fluidos, o entre la superficie de un sólido y un fluido en movimiento.

**Lácteo:** De la leche o relacionado con ella. "régimen lácteo; industrias lácteas"

**Lactobacillus:** Es una bacteria del género Lactobacillus. Se usa junto con el Streptococcus thermophilus en la producción del yogur. La bacteria crece, fácilmente, en medios mucho más ácidos que los ideales para otros microorganismos (pH 4-5 o menores) y crece en condiciones óptimas a unos 45 °C.

**Limite permisible:** Se refiere a las concentraciones de sustancias suspendidas en el aire y representan condiciones por debajo de las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden exponerse repetidamente día tras día a la acción de tales concentraciones sin sufrir efectos adversos.

**Leche:** La leche es una excreción nutritiva de color blanquecino, producida por las hembras de los mamíferos

**Microbiota:** Es el término que se utiliza para designar los microorganismos que viven en un entorno específico, llamado a sí mismo microbioma. Estos microorganismos pueden ser hongos, levaduras, bacterias o virus.

**Norma:** Principio que se impone o se adopta para dirigir la conducta o la correcta realización de una acción o el correcto desarrollo de una actividad.

**Ordeño:** Extracción de la leche de las hembras de los mamíferos exprimiendo sus ubres:

**Penicilina:** Antibiótico utilizado para curar infecciones bacterianas que se obtiene de hongos del género *Penicillium*.

**Queso fresco:** Queso sin madurar o escasamente madurado que se obtiene por coagulación de la leche por medio del cuajo o por fermentación láctica, que es de color blanco, sabor lechoso y consistencia cremosa o pastosa según la variedad; por sus características debe consumirse en poco tiempo.

**Rendimiento:** Se refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.

**SNAP:** Prueba para detección de residuos de antibióticos en leche bovina cruda, en niveles iguales o inferiores a los niveles de tolerancia y en menos de diez minutos.

**UHT:** (Ultra high temperatura) Temperatura considerable de pasteurización de la leche.



Mazatenango 6 de julio del 2018

Señores Miembros  
Comité de Trabajo de Graduación  
Ingeniería en Alimentos  
Centro Universitario del Sur Occidente

Estimados Señores:

Atentamente, nos dirigimos a ustedes deseándoles toda clase de éxitos en sus actividades cotidianas.

El objeto de la presente es para indicarles que como terna evaluadora, hemos revisado el trabajo de Seminario 2 titulado: **Determinación del antibiótico *Penicilina* en leche de vaca y su repercusión en el rendimiento del procesamiento de queso fresco**, elaborado por la estudiante **T. U. Angela Virginia Solares Flores** con carné **200240979**, al cual se le ha realizado las correcciones correspondientes, por lo que solicitamos se le dé el trámite correspondiente.

Agradeciéndoles la atención, nos suscribimos deferentemente,

Id y Enseñad a Todos

Ing. Victor Manuel Nájera

Inga. Aurora Carolina Estrada

Dr. Sammy Alexis Ramírez



Mazatenango, 8 de julio de 2019.

MSc. Ing. Víctor Nájera  
Coordinador carrera de Ingeniería en Alimentos.  
CUNSUROC –USAC–.  
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II, del Trabajo de Graduación titulado: **Determinación del antibiótico *Penicilina* en leche de vaca y su repercusión en el rendimiento del procesamiento de queso fresco**, del (la) estudiante: **Angela Virginia Solares Flores**, identificado (a) con número de carné: **200240979**.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente.

Ing. Marvin Manolo Sánchez López.  
Secretario de comisión de trabajo de graduación.





Mazatenango 29 de julio del 2019



Señores Miembros  
Comité de Trabajo de Graduación  
Ingeniería en Alimentos  
Centro universitario del Sur Occidente

Estimados Señores:

Atentamente, nos dirigimos a ustedes deseándoles toda clase de éxitos en sus actividades cotidianas.

El objeto de la presente es para hacer de su conocimiento que como asesores, hemos revisado el trabajo de tesis elaborado por la estudiante: **T.U. Angela Virginia Solares Flores** con carné **200240979**, titulado: **Determinación del antibiótico Penicilina en leche de vaca y su repercusión en el rendimiento del procesamiento de queso fresco**, el cual consideramos llena todos los requisitos del reglamento de trabajo de graduación, por lo que solicitamos se le dé el trámite correspondiente.

Agradeciéndoles la atención, nos suscribimos deferentemente,

Id y Enseñad a Todos

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Asesor Principal

Inga. Dora Rodas

Asesor Adjunto



Mazatenango, 8 de julio de 2019.

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano.  
Director del Centro Universitario del sur Occidente.  
CUNSUROC –USAC–.  
Presente.

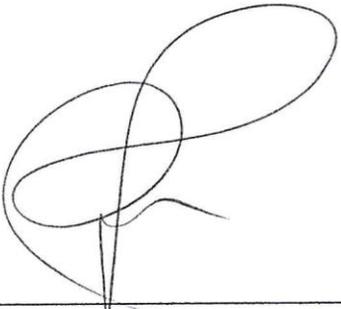
Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente – CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC–, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **Determinación del antibiótico Penicilina en leche de vaca y su repercusión en el rendimiento del procesamiento de queso fresco**, El cual ha sido presentado por el (la) estudiante: **Angela Virginia Solares Flores**, quien se identifica con número de carné: **200240979**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprimase.

Deferentemente.



  
MSc. Ing. Víctor Nájera

Coordinador

Carrera de Ingeniería en Alimentos.



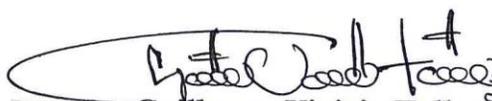
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

### CUNSUROC/USAC-I-07-2019

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, tres de septiembre de dos mil diecinueve\_\_\_\_\_

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, **“DETERMINACIÓN DEL ANTIBIÓTICO PENICILINA EN LECHE DE VACA Y SU REPERCUSIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL PROCESAMIENTO DE QUESO FRESCO”** de la estudiante **Ángela Virginia Solares Flores**, carné No. 200240979. CUI: 2178 82927 1001 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
~~Dr. Guillermo Vinicio Tello~~  
Director - CUNSUROC - USAC



/gris