

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure, surrounded by various symbols including a cross, a crown, and a lion. The Latin motto "ALTIUS DEUS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA" is inscribed around the top inner edge, and "CACTEMALENSIS INTER" is at the bottom. The seal is rendered in a light gray, semi-transparent style.

**“Evaluación de dos niveles de *Bacillus subtilis*
adicionados a la alimentación en la producción
y calidad de leche bovina
en Finca San Julián, Patulul, Suchitepéquez”**

EDNA ELIZABETH SIERRA ORTIZ

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA.**

**“Evaluación de dos niveles de *Bacillus subtilis* adicionados a la
alimentación en la producción y calidad de leche bovina
en Finca San Julián, Pátulul, Suchitepéquez”**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE
LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

EDNA ELIZABETH SIERRA ORTIZ

**AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA ZOOTECNISTA**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis titulado

“Evaluación de dos niveles de *Bacillus subtilis* adicionados a la alimentación en la producción y calidad de leche bovina en Finca San Julián, Pátulul, Suchitepéquez”

Que fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de

LICENCIADA ZOOTECNISTA

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO: Lic. Zoot. Marco Vinicio De La Rosa Montepeque

SECRETARIO: Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina

VOCAL I: Med. Vet. Yeri Edgardo Veliz Porras

VOCAL II: Mag. Sc. M.V. Fredy Rolando González Guerrero

VOCAL III: Med. Vet. Mario Antonio Motta González

VOCAL IV: Br. David Granados Dieseldorff

VOCAL V: Br. Luis Guillermo Guerra Bone

ASESORES

Mag. Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez

Mag. Sc. M.V. Fredy Rolando González Guerrero

Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por que con su esfuerzo y cariño me han apoyado en cada una de las metas que me he propuesto en vida.

A la Dirección de Fincas y a Finca San Julián, por apoyo en la realización de mi trabajo de Tesis y al señor: Miguel Ortiz por su incondicional apoyo.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: por acompañarme en todo momento dándome sabiduría y la fortaleza para alcanzar mis metas, llenando mi vida de dicha y bendiciones.

A MIS PADRES: por el amor, comprensión y el incondicional apoyo que me han brindado, por los sacrificios que hicieron a lo largo de mi carrera, con todo mi amor esto es para ustedes.

A MIS HERMANOS: por el apoyo, cariño y ser tan importantes en mi vida. Y a mi sobrina Michelle por ser un regalo de Dios.

A MIS AMIGOS: por su lealtad y cariño, por enriquecer mi vida, los llevaré siempre en mi corazón. Y a sus familias por haberme brindado un segundo hogar.

A MIS COMPAÑEROS: por el tiempo y los buenos momentos compartidos.

A MIS ASESORES: por su tiempo, disposición y ayuda brindada.

A MIS CATEDRÁTICOS: por sus valiosas enseñanzas.

A LA ESCUELA DE ZOOTECNIA: con agradecimiento por formarme como profesional.

Y a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron en mi desarrollo personal y profesional...

INDICE

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. HIPÓTESIS..... | 2 |
| III. OBJETIVOS..... | 3 |
| 3.1 GENERAL..... | 3 |
| 3.2 ESPECIFICOS..... | 3 |
| IV. REVISION DE LITERATURA | 4 |
| 4.1 DEFINICIÓN DE ADITIVO | 4 |
| 4.2 DEFINICIÓN DE PROBIÓTICO | 4 |
| 4.3 CLASIFICACIÓN Y MODO DE ACCIÓN | 4 |
| 4.3.1 Características generales del género <i>Bacillus</i> : | 5 |
| 4.3.2 Modo de acción..... | 5 |
| 4.4 <i>Bacillus subtilis</i> | 5 |
| 4.4.1 Características específicas del <i>Bacillus subtilis</i> : | 5 |
| 4.4.2 Estudios realizados con <i>Bacillus subtilis</i> | 6 |
| V. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 7 |
| 5.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN | 7 |
| 5.2 MATERIALES | 7 |
| 5.3 MANEJO DEL ESTUDIO..... | 7 |
| 5.3.1 Selección de los animales..... | 7 |
| 5.3.2 Manejo de los animales | 7 |
| 5.3.3 Tratamientos | 8 |
| 5.3.4 Días de estudio | 8 |
| 5.3.5 Manejo y administración del <i>Bacillus</i> | 8 |
| 5.3.6 Toma de muestras | 8 |
| 5.4 VARIABLES RESPUESTA..... | 9 |
| 5.4.1 Producción de leche | 9 |
| 5.4.2 Calidad de leche..... | 9 |
| 5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL | 10 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 11 |
| 6.1 PRODUCCION DE LECHE..... | 11 |
| 6.2 CALIDAD DE LA LECHE | 12 |
| 6.3 ANÁLISIS ECONOMICO | 13 |
| 6.3.1 Análisis económico para la variable producción de leche..... | 13 |
| 6.3.2 Análisis económico para la variable calidad de leche..... | 14 |
| VII. CONCLUSIONES | 19 |
| VIII. RECOMENDACIONES | 20 |
| IX. RESUMEN..... | 21 |
| SUMMARY | 22 |
| X. BIBLIOGRAFIA..... | 23 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro # 1 | 10 |
| Distribución de los tratamientos (dosis de probiótico 15 y 30 gr. de <i>Bacillus subtilis</i>) y periodos utilizados en el estudio. | |
| Cuadro # 2 | 11 |
| Efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de <i>Bacillus subtilis</i> adicionado al alimento balanceado sobre la producción de leche | |
| Cuadro # 3 | 12 |
| Efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. <i>Bacillus subtilis</i> adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de la leche. | |
| Cuadro # 4 | 13 |
| Análisis económico sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de <i>Bacillus subtilis</i> adicionado al alimento balanceado sobre la producción total de leche. | |
| Cuadro # 5 | 14 |
| Efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de <i>Bacillus subtilis</i> adicionado al alimento balanceado sobre el rendimiento de producción y calidad de la leche. | |
| Cuadro # 6 | 15 |
| Análisis económico sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de <i>Bacillus subtilis</i> adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche en términos de porcentaje de grasa. | |

Cuadro # 7 15

Análisis económico sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche en términos de porcentaje proteína.

Cuadro # 8 16

Análisis económico sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche en términos de porcentaje de sólidos totales

Cuadro # 9 17

Cálculo de Tasa Marginal de Retorno sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche para la variable porcentaje de grasa.

Cuadro # 10 17

Cálculo de Tasa Marginal de Retorno sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche para la variable porcentaje de proteína.

I. INTRODUCCIÓN

La situación actual de la ganadería en Guatemala obliga a buscar nuevas alternativas de manejo, que sean sustentables y permitan hacer uso eficiente de los recursos disponibles a fin de ofrecer productos de buena calidad, que puedan competir económicamente dentro y fuera del país.

Los avances registrados en Biotecnología están aportando nuevos medios para aumentar la eficiencia en la producción de leche y mejorar el bienestar de los animales. Estos avances han incluido el uso de hongos, bacterias vivas y levaduras que facilitan la digestión y asimilación de los nutrientes ofrecidos en la dieta.

Estudios realizados con levaduras han mostrado resultados satisfactorios (Pérez López 1999), así como en el caso del *Bacillus subtilis*, que está siendo utilizado en otros países obteniéndose aumentos en la producción de leche ya que promueve la absorción de proteínas y ácidos grasos de cadena corta (propionato, butirato y acetato).

El presente estudio evalúa el efecto de la inclusión de dos dosis de probiótico a base de *Bacillus subtilis* sobre la producción y calidad de leche.

II. HIPÓTESIS

La adición de los niveles de *Bacillus subtilis* en el alimento no afecta la producción y calidad de la leche bovina.

III. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Generar información sobre el uso de probióticos en ganado bovino lechero.

3.2 ESPECIFICOS

- 3.2.1 Evaluar el efecto de la adición de dos niveles (15, 30 g/animal/día) de *Bacillus subtilis* en el alimento sobre la producción y calidad de la leche en términos de: Kg/animal/día, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y sólidos totales.
- 3.2.2 Evaluar económicamente los resultados en términos de Tasa Marginal de Retorno.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 DEFINICIÓN DE ADITIVO

Los aditivos son productos o sustancias que sirven para mejorar el comportamiento productivo de los animales; normalmente se agrega a las raciones en pequeñas cantidades con el propósito de fortificarla con algunos nutrientes, estimulantes o medicamentos (Carrillo 1992).

Un aditivo alimenticio, es el material que se agrega a las raciones animales, pero que puede no proveer los nutrientes esenciales (Maynard 1983).

4.2 DEFINICIÓN DE PROBIÓTICO

Probiótico es una palabra de origen griego que significa "a favor de la vida". Los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas ejercen una influencia positiva en la salud o en la fisiología del hospedero (Schrezenmeir, y Vrese. 2001).

Fuller (1989), propuso definir probiótico como una vida microbial alimentada suplementariamente, la cual provechosamente afecta al animal huésped mejorando su balance microbial intestinal. Asimismo, Carrillo (1992), menciona que los probióticos son cultivos de bacterias y microorganismos vivos benéficos para el rumen.

Apligén (1994), indica que actualmente la palabra probiótico se utiliza como nombre genérico para definir a los aditivos para la alimentación a base de microorganismos benéficos viables.

4.3 CLASIFICACIÓN Y MODO DE ACCIÓN

Según Biberstein los bacilos son especies que en general están clasificados dentro de los microorganismos aeróbicos o facultativos productores de catalasa. Pueden ser Gram Positivos o variables, generalmente producen endosporas.

4.3.1 Características generales del género *Bacillus*:

1. Muchos bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuente de energía.
2. Los bacilos en general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes.
3. Se desarrollan en un amplio rango de temperatura y humedad.

4.3.2 Modo de acción

Los probióticos provocan cambios en la microflora intestinal, esta función resulta de las diferentes actividades combinadas de los microorganismos como lo son: la fermentación de sustratos de la dieta no digeribles y del moco producido por el epitelio con la producción de ácidos grasos de cadena corta (acetato, propionato y butirato) favoreciendo la recuperación y la absorción de calcio, hierro y magnesio, en la regulación del metabolismo de la glucosa reduciendo la glicemia postprandial, así como la síntesis de vitamina K y B. (Guarner F. 2002).

4.4 *Bacillus subtilis*

4.4.1 Características específicas del *Bacillus subtilis*:

Bacillus subtilis realiza una fermentación 2,3 butanediol, cuyos productos principales son butanol, etanol, CO₂, y H₂O. Estos microorganismos también producen glicerol como un producto de fermentación. Es potencialmente apatógeno, sobre todo cuando se utiliza en dosis bajas, no produce endotoxinas y secreta proteínas hacia el medio. *Bacillus subtilis* es inofensivo para los animales. (Biberstein)

Características principales de *Bacillus subtilis*:

- Son bacterias gram positivas.
- Producen esporas ovales o cilíndricas.

4.4.2 Estudios realizados con *Bacillus subtilis*

Los presentes estudios fueron llevados a cabo en el Japón, por el Centro Tecnológico de Osaka, en la provincia de Kagoshima, Nagano, y fueron realizados por el Profesor Keiichi Tanoka, de la Universidad de Hokkaido.

A) Prueba N° 1

Se realizó un estudio con 26 vacas lecheras haciendo dos grupos (uno de prueba y el testigo). Al grupo de prueba se le suministro 20g de probiótico a base de *Bacillus subtilis*; en el que se evaluó la cantidad de leche producida, coeficiente de grasa láctea y la porción sólida no grasa. Obteniéndose mejores resultados en dicho grupo, ya que se incrementó la producción de leche en 1.1 Kg/animal/día, y el porcentaje de grasa de 3.63 del lote testigo a 3.78 del lote de prueba habiendo un aumento de 0.15 % y los sólidos no grasos de 8.45% del testigo en comparación con 8.54% el lote prueba habiendo un aumento de 0.09%.

B) Prueba N° 2

En una prueba realizada a 32 vacas lecheras para evaluar el aumento del coeficiente de grasa láctea (medición 2 veces al mes durante un año) al suministrar 20g de probiótico a base de *Bacillus subtilis* se reportaron aumentos del porcentaje de grasa hasta un 0.2% más que en años anteriores.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN

El presente trabajo se realizó en la finca San Julián propiedad de la Universidad San Carlos de Guatemala; administrada por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, la cual está localizada en el municipio de Pátulul del departamento de Suchitepéquez; se encuentra a 124 Km. de la ciudad capital.

- Zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Cálido.
- Altura de 425 msnm.
- Humedad Relativa del 87%,
- Temperatura media anual de 26 °C.
- Precipitación pluvial anual de 3,447 mm. (Cruz, 1982)

5.2 MATERIALES

- Probiótico a base de *Bacillus subtilis*
- 6 vacas lecheras
- Alimento balanceado
- Frascos para tomar muestras de leche
- Equipo de laboratorio

5.3 MANEJO DEL ESTUDIO

5.3.1 Selección de los animales

Se seleccionaron 6 vacas provenientes de cruces de Holstein y Brahman, con dos partos y un largo de lactancia entre 70 a 80 días; las cuales se distribuyeron al azar en dos grupos de tres vacas cada uno, donde se evaluaron tres tratamientos durante tres períodos.

5.3.2 Manejo de los animales

El manejo del lote experimental fue el mismo que se efectúa en la finca, consistiendo en pastoreo en potreros con pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y suplementación con 2 kg. de alimento balanceado en cada

ordeño; así como 75 gr. de sal mineral en el ordeño de la tarde, efectuándose los mismos a las 3:00 AM y 2:00 PM.

5.3.3 Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron fueron:

- Tratamiento 1: Adición de 15 g de probiótico a base de *Bacillus subtilis*,
- Tratamiento 2: Tratamiento testigo y
- Tratamiento 3: Adición de 30 g de probiótico a base de *Bacillus subtilis*

5.3.4 Días de estudio

El estudio se realizó entre los meses de febrero a abril con una duración de 69 días, dividido en 3 períodos, cada uno tuvo una duración de 23 días, distribuidos de la manera siguiente:

- 15 días de adaptación y
- 8 días de prueba; en los cuales se realizó la toma de datos de producción y muestras para laboratorio.

5.3.5 Manejo y administración del bacillus

Las dosis de bacillus se pesaron en una balanza analítica en el laboratorio de Bromatología de la Escuela de Zootecnia, previo al inicio del experimento.

La administración de la dosis correspondiente a cada tratamiento de *Bacillus subtilis* se realizó directamente sobre el alimento balanceado ofrecido durante el ordeño de la tarde, para facilitar el manejo.

5.3.6 Toma de muestras

La toma de muestras para evaluar la calidad de la leche se tomó una muestra combinada de la leche producida en el ordeño de la tarde y el de la mañana, para tal efecto, se utilizaron 300 ml de leche, de los cuales 200 ml se analizaron en el laboratorio de Inspección de Alimentos de la Escuela de

Veterinaria (para la evaluación de porcentaje de grasa y sólidos totales) y los 100 ml restantes para el laboratorio de Bromatología de la Escuela de Zootecnia (para la evaluación de proteína) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5.4 VARIABLES RESPUESTA

5.4.1 Producción de leche

- Producción de leche (kg/animal/día).
- Producción total de leche (kg/animal/total durante el estudio).
- Producción total de leche kg/animal/total durante el estudio, corregida al 4 % de grasa.
- Producción de leche (kg/animal/día) corregida al 4 % de grasa (FCM*).
- *FCM (Fat Corrected milk) = $0.04 (\text{kg de leche}) + 15 (\text{kg de grasa})$ (Warwick, 1990).

Para la obtención de Kg de leche/vaca/día, se utilizaron los datos de producción de los últimos 8 días de cada periodo de evaluación, por vaca, de acuerdo al tratamiento en estudio, anotándose los kilogramos producidos durante el ordeño de la mañana y la tarde. Para medir la producción de leche total durante el estudio se utilizaron los datos de producción acumulada.

5.4.2 Calidad de leche

Para el estudio de éstas variables se utilizaron los siguientes métodos:

- Porcentaje de grasa, utilizando el método de Babcock (Revilla 1985).
- Porcentaje de sólidos totales por el método de FIL-IDF (Revilla 1985).
- Proteína cruda, utilizando el método Kjendahl (Bateman 1990).

5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de ensayos rotativos con tres tratamientos y seis animales (siendo la unidad experimental una vaca). Las cuales se dividieron en dos grupos con tres vacas respectivamente, y tres períodos que duraron 23 días, los cuales se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos (dosis de probiótico 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis*) y periodos utilizados en el estudio.

| PERIODO | GRUPO 1 | | | GRUPO 2 | | |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | Vaca 1 | Vaca 2 | Vaca 3 | Vaca 4 | Vaca 5 | Vaca 6 |
| 1 | 15 | 30 | 0 | 0 | 15 | 30 |
| 2 | 0 | 15 | 30 | 30 | 0 | 15 |
| 3 | 30 | 0 | 15 | 15 | 30 | 0 |

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 PRODUCCION DE LECHE

En el cuadro # 2 se resumen los datos obtenidos de la producción de leche en el experimento.

Cuadro # 2 Efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la producción de leche

| Variables | TRATAMIENTOS | | | |
|--|--------------|--------|-------|--------------|
| | 0 | 15gr | 30gr | F calculada* |
| Kg. Leche /animal/ total del estudio | 351.33 | 330.83 | 354.5 | 0.75 n.s |
| Kg. Leche /animal/ total del estudio(corregida 4% grasa) | 278.7 | 273.8 | 293.1 | 0.98 n.s |
| Kg. Leche /animal/ promedio día del estudio | 15.27 | 14.38 | 15.41 | 0.65 n.s |
| Kg. Leche /animal/ promedio día del estudio(corregida 4 % grasa) | 12.09 | 11.88 | 12.74 | 0.65 n.s |

* n.s No Significativa

El análisis de varianza no detectó diferencia significativa ($P > 0.5$) entre los tratamientos, para las variables Kg leche/ animal /total del estudio, Kg leche/ animal/ total corregida al 4 % grasa, Kg leche/ animal/ promedio día, Kg leche/ animal/ promedio día corregida al 4 % grasa. Estos resultados difieren de los reportados para probióticos a base de levaduras Wiedmeier (1997) donde se manifestó un incremento de 1.13 Kg/animal / día en promedio. Tanoka (2003) en el estudio que realizó adicionando *B. subtilis* obtuvo un incremento de 1.1 Kg / animal / día.

Por otro lado, Huber (1998) en una revisión realizada por la Universidad de Arizona concluye: que en producción de leche, el 74 % de las publicaciones recientes arrojan resultados positivos frente a un 22 % negativos. Un 3.6 % de mejora en la producción de leche que equivale a 1 Kg. / día cuando se

emplearon levaduras y con el empleo de *Aspergillus oryzae* en el 65 % de los trabajos publicados se encontró una mejora, esta ventaja se cuantificó en 0.68 Kg. /día.

En el presente estudio se observó que al utilizar 30gr de inclusión de *B. subtilis* el incremento fue de 0.65 Kg. / leche / día en relación al testigo, éste resultado es inferior al los que reportan los autores mencionados anteriormente, los cuales no especifican bajo que condiciones se realizaron las pruebas.

6.2 CALIDAD DE LA LECHE

Cuadro # 3 Efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de la leche.

| Variables calidad | TRATAMIENTOS | | | |
|-------------------|--------------|-------|-------|--------------|
| | 0 | 15gr | 30gr | F calculada* |
| Grasa % | 2.61 | 2.7 | 2.85 | 0.82 n.s |
| Proteína % | 2.84 | 2.84 | 2.96 | 0.59 n.s |
| Sólidos totales % | 11.21 | 10.97 | 11.22 | 0.83 n.s |

* n.s No Significativa

El análisis de varianza no detectó diferencia significativa para las variables de calidad de leche ($P > 0.5$) entre los tratamientos, para porcentaje de grasa, porcentaje proteína, porcentaje de Sólidos totales, esto difiere de los resultados presentados por Tanoka (2003) que reporta un aumento de 0.15 % de grasa y un aumento de 0.9 % de sólidos totales. A si mismo Alvarado (2000) reporta en un estudio realizado en fincas tropicales un incremento de 0.22 (1.60%) de sólidos totales.

Mc Gilliard (1998) investigador de Virginia State University realizó un trabajo con 46 rebaños adicionando 21.2 gr de un cóctel comercial que contenía cultivo de levaduras, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, en el cual no se reflejan datos consistentes que avalen mejoras o reducciones en el contenido

de los principales componentes de la leche como proteína, grasa, sólidos totales o sólidos no grasos.

Sin embargo en el presente estudio se observó un incremento en el porcentaje tanto de grasa como de proteína al utilizar 30 gramos de *Bacillus subtilis* en la dieta ofrecida en comparación al tratamiento testigo, siendo dichos porcentajes respectivamente 0.24 y 0.12. El incremento en el porcentaje de grasa es mayor al que reporte Tanoka, quien en sus investigaciones determinó un aumento de 0.15%.

6.3 ANÁLISIS ECONOMICO

6.3.1 Análisis económico para la variable producción de leche

Se efectuó un análisis económico, utilizando la metodología de Presupuesto Parcial y la Tasa Marginal de Retorno (CYMMYT, 1988).

Para determinar la variabilidad de los costos implicados por cada tratamiento, se tomo el costo de adicionarle 15 y 30 gr. de probiótico a la ración, para la variable producción de leche.

Cuadro # 4 Análisis económico sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la producción total de leche.

| Beneficios | TRATAMIENTOS | | |
|----------------------------------|--------------|---------|---------|
| | 0 | 15gr. | 30gr. |
| Rendimiento (leche, Kg.) | 2,108 | 1,985 | 2,127 |
| Rendimiento bruto (costo Q 3.50) | 7,378 | 6,947.5 | 7,444.5 |

| Costos que varían | 0 | 15gr. | 30gr. |
|-----------------------------|---|-------|-------|
| Probiótico (Q./tratamiento) | 0 | 47.34 | 94.74 |

| | | | |
|------------------------------|-------|----------|----------|
| Total costos que varían (Q.) | 0 | 47.34 | 94.74 |
| Beneficios netos (Q.) | 7,378 | 6,900.16 | 7,349.76 |

Según el análisis de presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos evaluados se pudo determinar que el tratamiento con mayores beneficios para la variable producción de leche fue el tratamiento testigo, con un 6.47 % mayor de beneficio neto que el tratamiento con 15 gr. y con un 0.38% de beneficio neto con respecto a la inclusión de 30 gr. de probiótico *B. subtilis*. Es necesario tomar en cuenta que el cálculo de los costos que varían solamente indican el valor de la inclusión de las dosis del probiótico a base de *Bacillus subtilis*.

Debido a que con el tratamiento testigo se obtuvieron mayores beneficios netos no justifica hacer la Tasa Marginal de Retorno, para la variable producción de leche.

6.3.2 Análisis económico para la variable calidad de leche

Para determinar los costos implicados para la variable de calidad de leche de cada tratamiento se efectuó un análisis económico utilizando la metodología de Presupuesto Parcial y la Tasa Marginal de Retorno. En el cuadro # 5 se presentan los rendimientos en base a Kg. de grasa, Kg. de proteína, y Kg. de sólidos totales.

Cuadro # 5 Efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre el rendimiento de producción y calidad de la leche.

| Beneficios por calidad de leche | TRATAMIENTOS | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|
| | 0 | 15gr. | 30gr. |
| Rendimiento (leche Kg.) | 2,108 | 1,985 | 2,127 |
| Rendimiento de grasa (Kg.) | 55.02 | 53.60 | 60.62 |
| Rendimiento de proteína (Kg.) | 59.87 | 56.37 | 62.96 |
| Rendimiento de Sólidos Totales (Kg.) | 236.31 | 217.75 | 238.65 |

En este cuadro podemos observar que la calidad de leche obtenida al adicionar 15 gramos de *Bacillus subtilis* al alimento balanceado fue menor, principalmente en lo que concierne al rendimiento en Kg. de producción y en Kg. de sólidos totales. Sin embargo los beneficios por calidad obtenidos con el tratamiento de adición de 30 grs. se vieron incrementados, presentando resultados similares en comparación con el tratamiento testigo, por lo que se puede concluir que la adición de una dosis mínima de *Bacillus subtilis* en el alimento balanceado no incide en la obtención de una mejor calidad de leche.

Cuadro # 6 Análisis económico sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche en términos de porcentaje de grasa.

| Beneficios por calidad de leche | TRATAMIENTOS | | |
|---------------------------------|--------------|----------|---------|
| | 0 | 15gr. | 30gr. |
| Rendimiento (leche Kg.) | 2,108 | 1,985 | 2,127 |
| Rendimiento por grasa (Q.0.26) | 1,430.48 | 1,393.47 | 1,576.1 |
| Total de beneficios brutos (Q.) | 1,430.48 | 1,393.47 | 1,576.1 |

| Costos que varían | 0 | 15gr. | 30gr. |
|------------------------------|----------|----------|----------|
| Probiótico (Q./ tratamiento) | 0 | 47.34 | 94.74 |
| Total costos que varían (Q.) | 0 | 47.34 | 94.74 |
| Beneficios netos (Q.) | 1,430.48 | 1,346.13 | 1,481.36 |

En base a los resultados obtenidos en el cuadro No.6, se determinó que la inclusión de 30 grs. de *Bacillus subtilis* al alimento balanceado generó un 3.5 % más de beneficio neto en comparación al tratamiento testigo, significando dicho porcentaje una ganancia económica de Q 50.88

Cuadro # 7 Análisis económico sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche en términos de porcentaje proteína.

| Beneficios por calidad de leche | TRATAMIENTOS | | |
|-----------------------------------|--------------|----------|----------|
| | 0 | 15gr. | 30gr. |
| Rendimiento (leche, Kg.) | 2,108 | 1,985 | 2,127 |
| Rendimiento por proteína (Q.0.57) | 3,412.43 | 3,213.31 | 3,588.67 |
| Total de beneficios brutos (Q.) | 3,412.43 | 3,213.31 | 3,588.67 |

| Costos que varían | 0 | 15gr. | 30gr. |
|-------------------------------|----------|----------|----------|
| Probiótico (Q. / tratamiento) | 0 | 47.34 | 94.74 |
| Total costos que varían (Q.) | 0 | 47.34 | 94.74 |
| Beneficios netos (Q.) | 3,412.43 | 3,165.97 | 3,493.93 |

En el cuadro No.7 se puede observar que con la inclusión de 30 grs. de *Bacillus subtilis* al alimento balanceado se generó un 2.38 % más de beneficio neto en comparación al tratamiento testigo, significando dicho porcentaje una ganancia económica de Q 81.50

Cuadro # 8 Análisis económico sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche en términos de porcentaje de sólidos totales

| Beneficios por calidad de leche | TRATAMIENTOS | | |
|---|--------------|----------|----------|
| | 0 | 15gr. | 30gr. |
| Rendimiento (leche Kg.) | 2,108 | 1,985 | 2,127 |
| Rendimiento por Sólidos Totales (Q. 0.25) | 5,907.67 | 5,443.86 | 5,966.24 |

| Costos que varían | 0 | 15gr. | 30gr. |
|------------------------------|----------|----------|----------|
| Probiótico (Q. /tratamiento) | 0 | 47.34 | 94.74 |
| Total costos que varían (Q.) | 0 | 47.34 | 94.74 |
| Beneficios netos (Q.) | 5,907.67 | 5,396.52 | 5,871.50 |

Analizando el cuadro No.8 se puede observar que el beneficio neto obtenido con el tratamiento testigo fue mayor en comparación a la adición de las dosis de *Bacillus subtilis* utilizadas, por lo que no se justifica realizar el análisis de la Tasa de Retorno Marginal para la variable sólidos totales.

Cuadro # 9 Cálculo de Tasa Marginal de Retorno sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche para la variable porcentaje de grasa.

| Tratamientos | Costos que Varían | Beneficios Netos | TRM % |
|--------------|-------------------|------------------|-------|
| 0 | 0 | 1,430.48 | 53.70 |
| 30 | 94.74 | 1,481.36 | |

Con respecto a la variable porcentaje de grasa, el tratamiento con 30g de inclusión de *Bacillus subtilis*, presentó una Tasa Marginal de Retorno de 53.70% en relación con el tratamiento testigo, lo cual se traduce en un beneficio económico evidente como resultado de la inclusión de dicho probiótico al alimento balanceado.

Cuadro # 10 Cálculo de Tasa Marginal de Retorno sobre el efecto de la inclusión de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* adicionado al alimento balanceado sobre la calidad de leche para la variable porcentaje de proteína.

| Tratamientos | Costos que Varían | Beneficios Netos | TRM % |
|--------------|-------------------|------------------|-------|
| 0 | 0 | 3,412.43 | 86.02 |
| 30 | 94.74 | 3,493.93 | |

Analizando la variable porcentaje de proteína, el tratamiento con 30 g de inclusión de *Bacillus subtilis*, presentó una Tasa Marginal de Retorno de 86.02 % en relación con el tratamiento testigo, lo cual, de manera similar que con respecto a la variable porcentaje de grasa, se traduce en un beneficio económico evidente como resultado de la inclusión de dicho probiótico al alimento balanceado.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en la que se desarrolló el presente trabajo se concluye lo siguiente:

1. Para las variables de producción de leche, no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.5$) para los diferentes tratamientos, sin embargo se observó un incremento de 0.14 Kg / animal / día en la producción con la adición de 30 g de *Bacillus subtilis*.
2. Para las variables calidad de leche, no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.5$) entre tratamientos, aunque con la adición de 30 g de *Bacillus subtilis* se observó un incremento en el porcentaje de grasa de 0.24 % y 0.12 % para proteína.
3. Según el análisis económico, el tratamiento testigo para la variable producción de leche, obtuvo mayores beneficios netos.
4. Para la variable calidad de leche, kilogramos de grasa y proteína se demostró que el tratamiento con 30gr. de inclusión de *Bacillus subtilis* obtuvo una tasa marginal de retorno de 53.7 % 86.02 % respectivamente en relación con el testigo.
5. Los beneficios netos para la variable sólidos totales fueron mayores para el tratamiento testigo.

VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo se recomienda:

1. Desde el punto de vista económico por calidad de leche (porcentaje de grasa y proteína) se recomienda el uso de 30 gr de *Bacillus subtilis*.

IX. RESUMEN

Sierra Ortiz, Edna Elizabeth. 2008. Evaluación de dos niveles de *Bacillus subtilis* adicionados a la alimentación en la producción y calidad de leche bovina en Finca San Julián, Patulul, Suchitepéquez. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT., USAC/FMVZ. 35p.

Palabras claves: *Bacillus subtilis*, producción, calidad de leche.

La presente investigación se realizó en Finca San Julián, la cual se encuentra a 425 msnm y en una Zona de Vida Bosque Húmedo Subtropical Cálido.

Con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de *Bacillus subtilis* sobre la producción y calidad de leche en términos de porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y sólidos totales en ganadería tropical en la cual el manejo consiste en pastoreo y suplementación del alimento balanceado al momento del ordeño.

El diseño estadístico utilizado fue de ensayo rotativo con tres tratamientos, tres periodos de evaluación y seis vacas con cruces de Brahman y Holstein, con dos partos y un largo de lactancia de 60 a 70 días, el experimento tuvo una duración de 69 días entre los meses de febrero a abril. Los tratamientos evaluados fueron la adición de 15 y 30 gr. de *Bacillus subtilis* y el testigo.

Según análisis de varianza para las variables de producción de leche, no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) para los diferentes tratamientos, sin embargo se observó un ligero incremento de 0.14 Kg. /animal /día en la producción con la adición de 30 g de *Bacillus subtilis*.

Así mismo para las variables calidad de leche, no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos, aunque con la adición de 30 g de *Bacillus subtilis* se observó un ligero incremento en el porcentaje de grasa de 0.24 % y 0.12 % para proteína; además de una tasa marginal de retorno de 53.7 % y 86.02 % para las variables mencionadas anteriormente.

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo podemos decir que desde el punto de vista económico por calidad de leche (porcentaje de grasa y proteína) es aconsejable el uso de 30 gr. de *Bacillus subtilis*.

SUMMARY

Sierra Ortiz, Edna Elizabeth. 2008. Evaluation of two levels of *Bacillus subtilis* added to the feeding in the production and quality of bovine milk at San Julian Farm, Patulul, Suchitepéquez. Thesis Lic. Zoot. Guatemala, GT., USAC/FMVZ. 35p.

Keywords: *Bacillus subtilis*, production, quality of milk.

This trial was conducted at San Julian Farm, which is to 425 msnm and in a Zone of Life Warm Subtropical Humid Forest.

The objective was to evaluate the effect of the addition of *Bacillus subtilis* on the production and quality of milk in terms of percentage of fat, percentage of protein and total solids in tropical cattle ranch of which the animal were held in pasture and supplemented with concentrate at the milking.

The statistical design was a criss cross test with three treatments, three periods of evaluation and six cows with crossings of Brahman and Holstein, with two farrowings and lactation length of 60 to 70 days, the experiment lasted 69 days between the months of February to April. The evaluated treatments were the control group and the addition of 30 and 15 gr. of *Bacillus subtilis*.

According to analysis of variance for the variables of milk production, showed no statistical difference ($P > 0.05$) for the different treatments, nevertheless a slight increase of 0.14 Kg / animal / day, was seen in the production with the addition of 30 g of *Bacillus subtilis*.

Also on the variables quality of milk, showed no statistical difference ($P > 0.05$) between treatments, although with the addition of 30 g of *Bacillus subtilis* showed a slight increase in the percentage of fat of 0.24% and 0.12% for protein; furthermore the terms of marginal rate of gaining of 53,7% and 86,02% for the mentioned variables previously.

Under the conditions in which the present work was realised, we conclude that from the economic point of view by quality of milk (percentage of fat and protein) it is advisable the use of 30 gr. of *Bacillus subtilis*.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarado, E. 2000. Efecto de diferentes levaduras sobre la producción lechera en vacas bajo condiciones de pastoreo. Tercer Seminario "Microbiology applied to animal nutrition. Ed. Saf Mex.
2. Apligen, B. 1994. Uso de probióticos en rumiantes; programa completo. México. 14 p.
3. Bateman, JV. 1970. nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México .D.F. 478 p.
4. Biberstein, E. 1989. Tratado de microbiología veterinaria, España, Editorial Acribia S.A. 1000 p.
5. Carrillo, LM. et al. 1992. Aditivos. In Administración de engorde de ganado bovino. Monterrey, Méx., Agribodegas. P 63-68.
6. Castro Inostroza, I. 2004. Lactobacilos que son y para que se usan, Programa EXPLORA-CONYCIT y fundación para la innovación agraria (en línea) FIA, Universidad Concepción de Chile; consultado 14, mayo, 2008: [http:// www. Explora.cl/otros/biotec/index.html](http://www.Explora.cl/otros/biotec/index.html)
7. Cruz, JR De La. 1992. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 42 p.
8. Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Bacteriology (USA) 66:365-378. In Biotechnology in animal feeds and animal feeding.s.f. Ed. By. John Wallace and Andrew Chesson. New York, VCH.

9. Guarner F; Malagelada, Jr. 2002. Ecología intestinal: modulación mediante probióticos. En alimentos funcionales. Probióticos. Editorial Medica Panamericana
10. Huber, T. 1998. Yeast products help cows handle heat. *Horad`s Dairyman*. May.
11. Maynard, LA. et al. 1983. Nutrición animal. México, Mc Graw-Hill. 64 p.
12. McGilliard, ML. 1997. Linear trend in lantation past 60 days to evaluate response to feed supplementation in a multi-herd field trial. *J. Dairy Sci* Vol 80. (No 23): 28-34 p.
13. Pérez López L.N. 1999. La inclusión de cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) como aditivo en la alimentación de bovinos de leche. (Tesis Lic. Zoot.). USAC/FMVZ. 36 P.
14. Revilla, A. 1985. Tecnología de la leche. San José, C.R. IICA. 250 p
15. Schrezenmeir, J; Vrese, M. 2001. Probiotics, prebiotics, and symbiotic-approaching a definition. *Am J Clin Nut* 73 (suppl).