UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

ESCUELA DE ZOOTECNIA.

EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGURT ELABORADO A BASE DE LECHE PROVENIENTE DE VACAS SUPLEMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE BANANO VERDE DE DESECHO (*Musa sp.*)

CAROLINA DEL ROSARIO ZEA ORDOÑEZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

ESCUELA DE ZOOTECNIA.

EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGURT ELABORADO A BASE DE LECHE PROVENIENTE DE VACAS SUPLEMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE BANANO VERDE DE DESECHO (*Musa sp.*)

CAROLINA DEL ROSARIO ZEA ORDOÑEZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

ESCUELA DE ZOOTECNIA.

EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGURT ELABORADO A BASE DE LECHE PROVENIENTE DE VACAS SUPLEMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE BANANO VERDE DE DESECHO (*Musa sp.*)

TESIS

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

POR

CAROLINA DEL ROSARIO ZEA ORDOÑEZ

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2005

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

CUMPLIENDO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS TITULADO

EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGURT ELABORADO A BASE DE LECHE PROVENIENTE DE VACAS SUPLEMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE BANANO VERDE DE DESECHO (*Musa sp.*)

QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	Lic. Zoot. MARCO VINICIO DE LA ROSA
SECRETARIO	Lic. Zoot. GABRIEL MENDIZABAL
VOCAL PRIMERO	Dr. M.V. YERI VELIZ
VOCAL SEGUNDO	Dr. M.V. FREDY GONZÁLEZ
VOCAL TERCERO	Dr. M.V. EDGAR BAILEY
VOCAL CUARTO	Br. ROCÍO YADYRA PÉREZ
VOCAL QUINTO	Br. JOSE ABRAHAM RODRÍGUEZ

ASESORES:

Lic. Zoot. MSc. CARLOS SAAVEDRA

Lic. Zoot. HUGO PEÑATE

Lic. Zoot. ENRIQUE CORZANTES

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Por la oportunidad de vivir y guiarme siempre por el buen camino.
A MIS PADRES	Pino y Lotia, por su amor y apoyo incondicional; y sobre todo por el extraordinario ejemplo de honestidad, lealtad, esfuerzo y tenacidad recibido a lo largo de mi vida.
A MIS HERMANOS	Vivi, Canche y Juan Fernando, por su amistad y cariño.
A MIS SOBRINOS	Andrés, Pelusita y Andrea, por su cariño. En especial a Andrés, mi ángel por ser tan especial conmigo.
A MI NOVIO	Alfredo, por su amor, apoyo y comprensión.
A MIS AMIGAS	Pinky, Vania, Claudia y Vanessa por su amistad incondicional.
A PERSONAS ESPECIALES	Tia Hilda, Helen, Sheny, Pepe, Beto y sus familias.

A toda mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A MI FAMILIA

A MIS ASESORES

A MIS CATEDRÁTICOS

A LA COOPERACION ESPAÑOLA

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION, Y PERSONAL EN GENERAL.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN		1
II.	HIPÓTESIS		3
III.	OBJETIVOS		4
	3.1.	Generales	4
	3.2.	Específico	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA		5
	4.1.	Producción de leche y yogurt	5
	4.2.	Breve reseña histórica del yogurt	6
	4.3.	Definición de Yogurt	6
	4.3.1	Contenido nutricional del yogurt	7
	4.4.	Estudios realizados en la alimentación de las vacas lecheras	7
	4.5.	Importancia de los carbohidratos para la producción de leche	8
	4.6.	Estudios realizados	8
	4.7.	Valores nutritivos del banano	10
	4.8.	Factores que afectan el sabor y olor de la leche y los productos lácteos.	11
V.	MATERIALES Y MÉTODOS		14
	5.1.	Localización	14
	5.2.	Materiales y equipo	14
	5.3.	Manejo del experimento	15
	5.3.1	Obtención de la leche	15
	5.3.2	Elaboración del yogurt	15
	5.3.3	Prueba organoléptica	16
	5.4.	Diseño del experimento	18
	5.5.	Análisis Estadístico	18
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN		20
	6.1.	Composición de la leche	21
	6.2.	Características organolépticas	21
	6.2.1	Olor	22
	6.2.2	Color	22
	6.2.3	Consistencia	23
	6.2.4	Sabor	24

6.3. Composición del yogurt 24
6.3.1 Agua 25
6.3.2 Materia Seca 25
6.3.3 Materia Grasa 25
6.3.4 Proteína 26

VII. CONCLUSIONES 27

VIII. RECOMENDACIONES 28

IX. RESUMEN 29

X. BIBLIOGRAFÍA 30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		
1	Valores nutritivos del fruto, hojas y tallo del banano	10
2	Variación en la composición del banano verde y maduro	11
3	Composición de la leche utilizada para elaborar el yogurt	20
4	Características organolépticas del yogurt elaborado con leche proveniente de vacas con diferentes niveles de suplementación de banano verde de desecho (Musa sp.)	21
5	Composición del yogurt	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1	Descripción de tratamientos a evaluar	14

I. **INTRODUCCIÓN.**

El consumo de yogurt a nivel mundial se ha incrementado en los últimos años, debido a sus cualidades nutritivas y a su fácil digestión aún por las personas que no toleran la leche, siendo esta una característica muy deseable en un producto lácteo. En Guatemala se ha observado esta misma tendencia ya que el consumo anual ha alcanzado un 0.5% de crecimiento anual. (Banco de Guatemala, 2003).

Con el crecimiento de la agricultura la disponibilidad de subproductos que pueden ser utilizados en la alimentación animal se a incrementado; entre los subproductos agrícolas disponibles en nuestro país durante todo el año podemos mencionar el banano verde de desecho, ya que anualmente entre el 15 y 20% de la producción es rechazada por el mercado internacional, debido a que no llena los requerimientos de los estándares de calidad para la exportación. (Ruiz, 1981).

Desde el punto de vista nutricional este fruto presenta una elevada concentración de almidón, mayor del 65%, esta característica permite una captura más eficiente de energía durante la fermentación ruminal; al mismo tiempo la concentración de ácido propiónico se ve aumentada y la producción de metano disminuye. (San Martín, 1980).

En el presente estudio se elaboró yogurt con leche proveniente de 6 vacas Jersey sometidas al estudio “Suplementacion de banano verde de desecho (Musa sp.) su efecto en la producción y calidad de la leche de vacas Jersey, en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia”, del proyecto AGROCYT. En el cual se suplemento a las vacas con diferentes niveles de banano verde de desecho. Del yogurt elaborado se evaluaron las características organolépticas: olor, color, sabor y consistencia, para determinar si dicha suplementación tuvo algún efecto sobre las mencionadas características.

I. HIPOTESIS

Las características organolépticas del yogurt no son afectadas al utilizar leche proveniente de vacas suplementadas con diferentes niveles de banano verde (*Musa sp*) de desecho (0, 4, 8 Kg./vaca/día).

II. OBJETIVOS

3.1. General:

- Contribuir con la elaboración de estudios sobre la utilización de subproductos agrícolas como suplemento en la alimentación de vacas lecheras.

3.2. Específico:

- Evaluar las características organolépticas (color, olor, sabor y consistencia) del yogurt elaborado a base de leche proveniente de vacas suplementadas con tres diferentes niveles de banano verde de desecho, (*Musa sp*).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Producción de leche y yogurt

La producción de leche a nivel centroamericano reportó un incremento promedio anual del 4.83 por ciento entre 1990-1998, según estimaciones de la Federación Centroamericana y del Caribe del Sector Lácteo. Estos datos reportan que la producción regional de leche alcanzó 2,144 millones de litros anuales, siendo Honduras el mayor productor de leche con 605 millones de litros, representando el 28.21 por ciento de la producción regional. El segundo productor centroamericano es Costa Rica con 600 millones de litros anuales, que presentan el 27,98 por ciento del total regional. Le siguen El Salvador con 404 millones de litros que equivale al 18.86 por ciento de la producción regional; Guatemala con 320 millones de litros (14.92 por ciento) y Nicaragua con 215 millones de litros que equivalen al 10.03 por ciento de la producción total. En general, la producción centroamericana de leche ha aumentado, siendo la de Nicaragua la que ha aumentado más, le sigue Honduras. En El Salvador ha aumentado poco, en Costa Rica ha estado estática y en Guatemala ha caído por los aranceles y la competencia desleal que provoca la importación de leche en

polvo; además, Guatemala es el país que menos exporta y el que más importa productos lácteos, seguido de El Salvador y Honduras.

La producción láctea en Guatemala reportada para el año 2000 fue de 320,000 toneladas métricas anuales de leche fluída, con una participación mundial de únicamente 0.07%. (FAO, 2000) (MAGA, 2001) La producción total de yogurt en Guatemala estimada para el año de 1995 es alrededor de 432,893 litros por año. (Banco de Guatemala, 2003)

4.2 Breve reseña Histórica del Yogurt

El yogurt, de acuerdo con algunas fuentes, es originario de Asia, aunque algunos autores atribuyen su nacimiento a la zona de los Balcanes. Originalmente, era fabricado con leche de oveja y búfala, y en menor medida, con leche de cabra y de vaca. En la primera parte del siglo XX, Metschnikoff hizo notar los efectos beneficiosos del yogurt mediante su “teoría de la longevidad”. Una de las primeras producciones industriales de yogurt en Europa fue llevada a cabo por Danone en los años 30. Desde 1950 la tecnología del yogurt y el conocimiento de los factores que afectaban sus propiedades organolépticas avanzaron rápidamente. La introducción de frutas en la manufactura seguida por una amplia variedad de yogures saborizados promovieron de gran manera el crecimiento del consumo del producto. En Latinoamérica el consumo del yogurt y sus beneficios se encuentran ampliamente difundidos y es desde la década de los 70s cuando se inicia un

amplio mundo sobre variedades y propiedades del yogurt en el área. (Danone in Italia, 2003)

4.3 Definición de Yogurt

Según FAO, “Yogurt” es el producto obtenido por fermentaciones ácido lácteas a través de la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* , de leche (pasteurizada o concentrada), con o sin agregados opcionales (leche entera o descremada, en polvo, suero en polvo, etc.). La FAO establece que para obtener un producto de óptimas cualidades, la leche debe contener un mínimo de 8.5% de sólidos totales no grasos (SNG) y el ideal de sólidos totales en el yogurt es de 15%, con un pH entre 4.3 y 4.4 y con una acidez de 110-120 grados thurner. (FAO, 2000)

4.3.1 Contenido nutricional

El contenido nutricional del yogurt varía de acuerdo al tipo de leche utilizada (entera, semidescremada o descremada) así como el edulcorante y los elementos con que se encuentre adicionado el producto (frutas y saborizantes). En términos generales, se puede decir que el yogurt tiene un 80.35% de humedad, con un contenido de 3.5% de proteína bruta y un aporte energético de 87.1 kcal por una poción de 100 gr. (Mclean, 1993)

4.4 Carbohidratos en la alimentación de las vacas lecheras

Los carbohidratos conforman aproximadamente el 70% de la materia seca de la dieta, aportando la mayor parte de la energía. Los carbohidratos no fibrosos (CNF) aportan cerca de la mitad del total de los carbohidratos y el resto proviene

de la fibra neutro detergente (FDN). Los CNF son excelentes fuentes de energía y en general son más digestibles que la FDN; son carbohidratos solubles en detergente neutro (CSDN) y se componen de ácidos orgánicos y oligosacáridos (azúcares), almidón, fructosanos, sustancias pécticas (pectinas) y glucanos. Las características digestivas varían entre ellos según sean digeridos directamente por el animal o por los microorganismos del rumen. Los CSDN tampoco poseen las mismas características fermentativas, cuanto más rápida sea la tasa de fermentación, se producirá más cantidad de proteína microbiana por unidad de CHO' fermentado. Un riesgo latente al alimentar rumiantes con CSDN de rápida degradabilidad es el de producir acidosis láctica, por lo tanto es fundamental tener en cuenta el equilibrio en la formulación de raciones entre el aporte de CHO's rápidamente digestibles para maximizar la síntesis de proteína microbiana y el evitar un exceso que acidificaría el rumen. (Danelon, 2001)

Las dietas con un alto contenido de almidón son probadamente un mejor recurso energético para las bacterias del rumen ya que es fermentado más lentamente que los azúcares solubles y por lo tanto más indicado para el crecimiento bacteriano. (Rearte, 1998)

4.5 Importancia de los carbohidratos para la producción de leche

La fuente de carbohidrato en la dieta influye la cantidad y la relación de AGV producidos en el rumen. La población de microbios convierte los carbohidratos fermentados a aproximada mente 65% ácido acético, 20% ácido propiónico y 15% ácido butírico cuando la ración contiene una alta proporción de

forrajes. En este caso, el suministro de acetato puede ser adecuado para maximizar la producción de leche, pero la cantidad de propionato producido en el rumen puede limitar la cantidad de leche producida porque el suministro de glucosa es limitado. Un exceso de propionato relativo a acetato causa la vaca a utilizar la energía disponible para depositar tejido adiposo (aumenta de peso corporal) en lugar de síntesis de leche. (Wittiaux, 2003)

4.6 Estudios realizados

4.6.1 Efecto de la fuente de los carbohidratos sobre la calidad de la leche

Danelón (2001) reporta un estudio con 271 vacas lactantes alimentadas con dietas a las que se les reemplazó un 10% o un 20% de la MS de un subproducto de maíz por pulpa de cítricos deshidratada. Los carbohidratos solubles en detergente neutro del subproducto de maíz son básicamente almidones, en tanto que los de la pulpa de cítricos son fundamentalmente fibra soluble (pectinas y azúcares). Los animales que consumieron el subproducto de maíz produjeron 0.7 l/vaca/día más de leche (34.7 vs. 34), pero los que consumieron la pulpa de cítricos produjeron más grasa láctea (3.76% vs. 3.56%), sin que se registrasen diferencias en el contenido proteico.

4.6.2 Efecto de la utilización de remolacha azucarera sobre la calidad de la leche de 19 vacas lecheras

En la universidad de Graz en Austria, se llevo a cabo un estudio utilizando 19 vacas en producción alimentadas con un subproducto obtenido de la remolacha azucarera después de extraerle un 20% del contenido de azucares. La leche obtenida presentó un contenido de grasa promedio de 3.99%, con un mínimo de 3.18% y un máximo de 4.6%. Los resultados fueron satisfactorios, debido a que el contenido de grasa se mantuvo y los costos de alimentación se vieron disminuidos. (GINZINGER, KUPFNER y ZANGERL, 1995)

4.6.3 Utilización de hortalizas como suplemento para vacas lecheras

En México se llevo a cabo un estudio alimentando vacas Holstein con dietas a base de alfalfa y concentrado exclusivamente o con la inclusión de mazorca de maíz verde, zanahoria y brócoli (hojas e inflorescencia). El consumo de hortalizas tuvo un claro efecto depresivo sobre el porcentaje de grasa de la leche e incremento la proteína, mientras que en las vacas alimentadas con alfalfa y concentrado exclusivamente fueron ascendentes para los dos parámetros. (Losada, 1992)

4.7 Valores Nutritivos del banano

La utilización de los frutos de bananos en la alimentación animal ha estado relacionado con las pérdidas poscosecha y las frutas de rechazo que se generan en los países productores de bananos para exportación. Los bananos están compuestos predominantemente por la fracción extracto libre de nitrógeno,

es también un alimento de relativa pureza química y con bajos niveles de proteína, extracto etéreo, fibra y cenizas (Cuadro 1). La cáscara de los frutos por el contrario, presenta alto contenido de fibra, cenizas, grasa y mayores niveles de proteína bruta. (Figueroa,1992)

Tabla 1. Valor Nutritivo del fruto, hojas y tallo de la planta de banano

Banano	MS	P	FB	IVDMS	EL	EE	Ca	P
Fruto	21.2	5.25	1.3	96.0	88.2	1.1	0.23	0.09
Cáscara	18	9.5	38.7	77.4	33.5	8.3	0.18	0.14
Hojas	21.8	12.1	25	45.9	-	-	0.51	0.19

MS= Materia Seca

P= Nitrógeno X 6.25

FB= Fibra bruta

IVDMS= digestibilidad de materia seca in vitro

EL= Extracto libre

EE= Extracto Etéreo

Ca= Calcio

P= Fosforo (Ruiz, 1981)

El estado de madurez de la fruta no cambia la magnitud de las fracciones esenciales, pero produce una inversión en la relación almidones: azúcares. En el banano verde predominan los almidones y en el maduro, los azúcares: sacarosa, glucosa y fructosa. (Tabla 2)

Tabla 2. Variación en la composición del banano verde y maduro

Indice (% MS)	Verde	Maduro
Materia Seca	21.2	21.7
Azúcares solubles en alcohol	1.8	73.6
Almidón	72.3	3.4

Fuente: Canope et al (1975)

Otro cambio importante que se produce con la madurez de los frutos es una disminución significativa en el contenido de taninos libres. Estos cambios en la composición química de bananos al madurar, tienen consecuencias, ya que producen un aumento en el consumo voluntario. (Figueroa, 1992)

4.8 Factores que afectan el sabor y olor de la leche y de los productos lácteos.

Existen varios factores que pueden afectar el olor y sabor de la leche. Los sabores en leche se relacionan a menudo con lo que come la vaca durante la lactancia. Sin embargo, la importancia de la higiene del corral y del ordeño, el apropiado mantenimiento de equipo de ordeño, el control de la mastitis y de los residuos de los antibióticos, pueden afectar el sabor y calidad del la leche. Los malos gustos en leche son generalmente el 80% relacionado con la alimentación, 5% debido a la oxidación y 5% por rancidez , 3% de residuos químicos, 3% relacionado con la higiene, y 4% por otra causas. (Haenlein,2002) (Shultz,2001)

Haenlein (2002) menciona los siguientes factores que pueden afectar el sabor y el olor de la leche

1. Entre los factores que pueden afectar el sabor en la leche se encuentran ciertos alimentos que dependiendo de la cantidad consumida y del tiempo que transcurre desde la alimentación hasta el ordeño pueden o no afectar; dentro de los más comunes podemos mencionar: melaza, pulpa de cítricos, cebolla, ajo, berro, col, nabo, alfalfa. Los alimentos mohosos también afectan el sabor de la leche.

2. Los olores en el ambiente, es otro factor que puede afectar al sabor de la leche, como los vapores de los derivados del petróleo, gases, desagües y desechos industriales.
3. La etapa de la lactación también puede afectar el sabor de la leche.
4. Enfermedades como la mastitis.
5. Mala higiene durante y después del ordeño. (Haenlein,2002)

4.9 Métodos de transmisión de los sabores a la leche:

1. Pulmones. Aire que contiene olores, es respirado por el animal, pasando de los pulmones vía torrente sanguíneo a la ubre y a la leche. Gases eructados como cetonas, aldehídos y sulfuros de los ácidos grasos volátiles; los compuestos se incorporan a la sangre vía pulmones y son transportados a la ubre, transmitidos rápidamente (entre 15-30 minutos).

2. Digestión. Absorción de compuestos provenientes del tracto gastrointestinal(TGI) ; sabores de los alimentos y compuestos producidos en el rumen, entran a la sangre desde el TGI y son transportados a la ubre, son de transportación lenta, se requieren de 1 hasta 8 horas para alcanzar la leche después de la alimentación.

3. Metabolismo. Compuestos producidos por acción microbiana en el rumen, entran en la sangre vía pulmones o TGI. Compuestos producidos en el hígado, entran a la sangre vía TGI. Compuestos producidos en la ubre, entran a la leche directamente. Estos son de transmisión lenta, se requieren de 4 a 12 horas para que lleguen a la leche, después de la alimentación. (Adams, Hlubik y Bernard 2003)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Localización.

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Bovinos de Leche, Laboratorio de Bromatología, Laboratorio de Salud Pública y Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.2. Materiales y Equipo

Para la elaborar el yogurt

- Leche entera de vaca.
- Leche en polvo descremada.
- Cultivo láctico.
- Estabilizador.
- Termómetro.
- Potenciometro.
- Estufa de gas.
- Ollas de aluminio
- Colador.
- Baño de María a 44^{o} C.
- Refrigeradora.
- Balanza electrónica.
- Recipientes de vidrio.
- Paleta.

Para la prueba organoléptica:

- Recipientes plásticos de 50 gr.
- Cucharas plásticas.
- Vasos desechables.
- Agua pura.
- Galletas de soda.
- Boletas para recolectar la información.
- Servilletas.
- Lapiceros

5.3. Manejo del experimento

5.3.1. Obtención de la leche:

La leche con que se elaboró el yogurt, fue obtenida en la unidad de bovinos de leche de la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, proveniente de 6 vacas de la raza Jersey, sometidas al estudio “Suplementacion de banano verde de desecho (*Musa sp.*) su efecto en la producción y calidad de la leche en vacas Jersey”. Se clasificó la leche de acuerdo a cada tratamiento (0, 4,8 kg/vaca/dia).

5.3.2. Elaboración del yogurt:

El proceso de manufactura del yogurt, fue el mismo para los tres tratamientos, y se llevo a cabo de la siguiente manera:

- *Pasteurización de la leche:* Aumento de temperatura a 80 ^{o}C, por 25 minutos.
- *Incorporación de la leche en polvo y el estabilizador*: Se agregaron los ingredientes mencionados en una proporción de 1.5% y 1.8% respectivamente; la leche debe estar a 50 ^{o}C para facilitar la disolución de los mismos.
- *Inoculación del cultivo:* Se llevó la leche a 44 ^{o}C; ya a esta temperatura se inoculó el cultivo, agitándose por 15 minutos para asegurar la activación de los lactobacilos en la leche.
- *Incubación:* Luego de haber llenado los recipientes con la mezcla, éstos se colocaron en baño de maría durante tres horas y media, tiempo en el cual se alcanzo el pH deseado.
- *Refrigeración:* Pasado el tiempo de incubación, el yogurt fue refrigerado a una temperatura de 8 ^{o}C por 12 horas.
- *Preparación de las muestras para la prueba organoléptica:* Pasado el tiempo de refrigeración, se llenaron 30 recipientes de cada uno de los tres tratamientos con el yogurt elaborado, haciendo un total de 90 muestras; cada recipiente contenía 50 gramos de muestra.

5.3.3. Prueba organoléptica:

La prueba se llevó a cabo en la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; se realizó con un panel no especializado de 30 personas, quienes consumen yogurt regularmente; las variables evaluadas fueron olor, color, consistencia y sabor. La edad de los panelistas estuvo comprendida entre los 14 y los 73 años de edad.

Previo a la realización de la prueba, los panelistas fueron instruidos sobre la metodología, objetivos y normas de la prueba que iban a realizar, de acuerdo a la metodología descrita en el manual de evaluación sensorial e investigación de mercados (Reyes, 1998).

- A cada persona se le entregó una boleta, luego se procedió a leerla. En la boleta se les solicitaba que calificaran cada muestra de la siguiente manera: 1= muy malo, 2= malo, 3= normal, 4= bueno, 5= muy bueno. Valores correspondientes a la escala hedónica de 5 puntos del análisis sensorial utilizado por INCAP.

- Cada uno de los panelistas tenía 1 vaso con 225 ml de agua pura y 1 paquete de galletas de soda.

- Seguidamente se les entregaron las muestras en el mismo orden a todos los participantes.

- Se les pidió que procedieran a evaluar las características de cada muestra según el orden de la boleta, que era: primero, olor; segundo, color; tercero, consistencia y cuarto, sabor.

- Al finalizar la prueba, se recogieron las boletas y se desecharon los residuos de las muestras.

5.4. Diseño del experimento.

La distribución de los tratamientos se realizó mediante el diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y 30 repeticiones, para el cual se utilizó un panel de 30 consumidores donde la unidad experimental fue una muestra de yogurt, y cada panelista de las pruebas sensoriales un bloque.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos a evaluar.

Tratamiento	Descripción
Tratamiento 1	Yogurt elaborado con leche proveniente de vaca sin suplementación de banano verde (Musa sp.) de desecho
Tratamiento 2	Yogurt elaborado con leche proveniente de vaca suplementada con 4 kg/vaca/día de banano verde (Musa sp.) de desecho
Tratamiento 3	Yogurt elaborado con leche proveniente de vaca suplementada con 8 kg/vaca/día de banano verde (Musa sp.)

	de desecho

5.5. Análisis Estadístico.

En este estudio se utilizó la prueba de Friedman por rangos, que consiste en asignar rangos a las observaciones dentro de cada bloque completo.

Martínez (s.f.), recomienda que cuando el experimento es “razonablemente” grande, la prueba de Friedman se aproxima mejor por la prueba de F que resulta al hacer el análisis de varianza usual seguido de la prueba de medias de Tukey, pero sobre las observaciones transformadas a rangos dentro de bloques.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Composición de la leche:

Los resultados de las pruebas realizadas a la leche con que se elaboró el yogurt, se llevaron a cabo en el laboratorio de Salud Publica y se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3. Composición de la leche que se utilizó para elaborar el yogurt.

Tratamiento	%Proteína	% Sólidos Totales	% Materia Grasa
0 kg/vaca/día de banano	3.650	12.705	3.86
4 kg/vaca/día de banano	3.145	13.91	3.86
8 kg/vaca/día de banano	3.970	13.66	4.49

Fuente: Laboratorio de Bromatología, 2003

En el tratamiento 2 los porcentajes de proteína cruda variaron entre un rango de 3.145 y 3.970 para el tratamiento 3. El promedio encontrado fue 3.39%

y una desviación estándar de 0.25, con un coeficiente de variación de 7.37%. Al analizar los tres tratamientos, se encontró una distribución homogénea de los resultados, es decir que no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Los valores de sólidos totales varían entre 13.91% para el tratamiento 2 y 13.66% para el tratamiento 3, con un valor promedio de 13.425 y una desviación estándar de 0.51. La variabilidad de 3.86% demuestra que la distribución de los resultados es homogénea, no habiendo así diferencia significativa.

En el análisis presentado de porcentaje de materia grasa, los resultados fueron de 4.49% para el tratamiento 3 y 3.86 para los tratamientos 1 y 2. Con una variabilidad de 7.12%, lo que demuestra una distribución homogénea. Se observo la tendencia de un ligero incremento en el porcentaje del contenido de grasa al aumentar el nivel de banano en la dieta.

La tendencia de aumento que se observo en los contenidos de proteína y de materia grasa, coincide con las tendencias reportadas en estudios realizados en la alimentación con fuentes de carbohidratos. Como los reportados por Ginzinger (1995), en donde se suministraron diferentes niveles de remolacha azucarera a 60 vacas lecheras, obteniendo mayores contenidos de grasa y proteína en la leche los tratamientos con mayor proporción de remolacha en la dieta.

6.2 Características organolépticas.

Los resultados de las variables olor, color, consistencia y sabor del yogurt elaborado con leche proveniente de vacas suplementadas con tres diferentes niveles de banano verde de desecho se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Características organolépticas de yogurt elaborado con leche proveniente de vacas con diferentes niveles de suplementación de banano verde (Musa sp.) de desecho

Tratamiento	Nivel de banano en la dieta (kg/vaca/dia)	Olor	Color	Consistencia	Sabor
1	0	1.69 b	1.73 b	1.64 b	1.80 b
2	4	1.95 b	1.80 b	1.89 b	2.83 a
3	8	1.73 b	1.93 b	1. 25 c	1.31 c

*Tratamientos con igual letra dentro de la misma columna, no presentan diferencia estadística significativa. (P>0.05)

Para el cuadro anterior se utilizaron las observaciones transformadas a rangos dentro de bloques de una escala original de valores de 1 a 5 (1 =muy malo, 2 = malo, 3 = regular, 4 = bueno, 5 = muy bueno).

6.2.1 Olor

El Análisis de varianza de Friedmann para esta característica indicó que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, debido a que el olor característico del yogurt es producido por varios compuestos tales como los ácidos grasos volátiles como acético, fórmico, caproico, caprílico, butírico y propiónico, que aumentan en el yogurt durante la fermentación y son

responsables de una pequeña parte del aroma del mismo, pero así como en el sabor el principal responsable del aroma característico del yogurt es el acetaldehído. (Forti, 2001)

6.2.2 Color

No se observó diferencia en esta variable entre ninguno de los tres tratamientos, los panelistas coincidieron en que el color no variaba entre tratamientos, atribuible a que se trataba de un yogurt natural, sin frutas, siendo este un color blanco opaco, característico del yogurt natural entero. El color del yogurt varía de acuerdo a los agregados como frutas y colorantes, dependiendo del mercado para el cual esté destinado. (Danone in Italia, 2003)

6.2.3 Consistencia

El Análisis de varianza de Friedmann para esta variable permitió establecer diferencias estadísticas entre tratamientos. Se observó diferencia en la consistencia del yogurt en el tratamiento 3 con respecto a los tratamientos 1 y 2, siendo el tratamiento 3 el menos aceptado por los panelistas, debido a que este era demasiado firme y muy grasoso al paladar, comparado con los tratamientos 1 y 2, siendo estos dos tratamientos superiores al tratamiento 3.

La firmeza del yogurt depende de los siguientes factores:

- Contenido de proteína.
- Contenido de grasa.
- Desarrollo de acidez.

- Manejo mecánico de la cuajada.
- Tratamiento térmico. (Forti, 2001)

Según lo reportado por Forti (2001) el yogurt elaborado a partir de leche con altos contenidos de proteína y grasa, junto con un tratamiento térmico presenta un cuerpo firme. Esto es debido a que a mayor contenido de sólidos de leche, las micelas formadas por la caseína tienden a ser de menor tamaño, formando aglomerados y cadenas suspendidas, que componen un substrato más eficiente para la formación de un gel firme. (Wattiaux, 2003) (Garcia, 1993).

El tratamiento térmico (pasteurización) provoca asociación de la kapa caseína con la beta lacto globulina y la alfa lacto albúmina, lo que por la desnaturalización de las proteínas aumenta la firmeza y viscosidad del yogurt, y disminuye la sinéresis. (García 1993).

6.2.4 Sabor

El Análisis de varianza de Friedmann para esta característica permitió establecer diferencias estadísticas entre tratamientos, estableciendo que el tratamiento 2 fue el mejor aceptado por los panelistas quienes argumentaron que el sabor era el característico del yogurt. El sabor del yogurt se desarrolla a través de una relación simbiótica entre los *Lactobacillus bulgaricus* y los *Streptoccoccus thermophillus* influenciados por factores importantes como la producción de acidez. El sabor característico del yogurt es debido a la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido láctico, diacetilo y acetaldehído. (Garcia, 1993). El acetaldehído es el producto metabólico de ambos microorganismos, que es reconocido como el principal componente del sabor

característico del yogurt; el ácido láctico contribuye al sabor fresco del yogurt. (Ibáñez, 1999)

6.3. Composición del Yogurt.

Los resultados de las pruebas físico químicas realizadas al yogurt se resumen en la tabla 5.

Tabla 5. Composición del yogurt.

Tratamiento	Agua (%)	Materia seca (%)	Grasa (%)	Proteína cruda (%)
0	85.09	14.91	3.90	3.50
4	85.92	15.08	3.89	3.25
8	85.25	14.75	4.32	3.99

Fuente: Laboratorio de Bromatología 2003

6.3.1 Agua

En el análisis del contenido de humedad de los tres tratamientos evaluados se determinó un valor promedio de 85.42% de contenido de agua, el cual se encuentra entre los rangos aceptados para un yogurt natural entero según INCAP (2000).

6.3.2 Materia Seca

El promedio del contenido de materia seca de los tres tratamientos es de 14%, que se encuentra entre los rangos establecidos para un yogurt entero natural, según INCAP (2000).

6.3.3 Materia grasa

El tratamiento 3 presentó mayor contenido de grasa, que los tratamientos 1 y 2, lo cual tiene estricta relación con el contenido de grasa de la leche con la cual se elaboró el producto, descrito en la tabla 3. Esto es atribuible a lo que describe Danelón (2001) quien resume que la inclusión de una fuente rica en almidón en la dieta de las vacas lecheras, resulta en un aumento en el porcentaje de grasa presente en la leche. Según la tabla de composición de alimentos de INCAP el contenido promedio de grasa de un yogurt entero natural es de 3.25%, encontrándose los tratamientos 1 y 2 dentro de los rangos descritos por dicha institución. El tratamiento 3 presentó un valor de 4.32% de materia grasa, siendo este valor superior a los descritos por INCAP (2000).

6.3.4Proteína

El contenido de proteína del yogurt depende del contenido de ésta en la leche; coincidiendo con los datos de contenido proteico de la leche presentados en la tabla 3, el yogurt del tratamiento 3 presentó mayor contenido de proteína, con respecto a los tratamientos 1 y 2. Igualmente los valores de los tratamientos 1 y 2 se encuentran dentro de los rangos de porcentaje de proteína

descritos por INCAP (2000) para un yogurt natural entero, mientras que el tratamiento 3, presenta un valor ligeramente superior.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevo a cabo este estudio se concluye lo siguiente:

1. De acuerdo con la hipótesis planteada en este trabajo, se infiere que las características organolépticas del yogurt no son afectadas para las siguientes variables: olor y color; y son afectadas las variables consistencia y sabor.

2. El yogurt elaborado con leche proveniente de vacas suplementadas con 4 kilogramos de banano verde de desecho al día, fue el más aceptado por el panel de consumidores en cuanto a la variable sabor.

3. El yogurt elaborado con la leche obtenida de las vacas que fueron suplementadas con 8 kilogramos de banano verde de desecho al día, fue el menos aceptado por el panel de consumidores, en cuanto a la variable consistencia.

4. En cuanto a las variables olor y color del yogurt, no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos.

5. Según los análisis de laboratorio, el yogurt elaborado con leche de vacas suplementadas con 8 kilogramos de banano verde de desecho al

día, presento valores mas altos de porcentaje materia grasa y de proteína, comparados con los valores reportados para un yogurt entero natural, según INCAP.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Para elaborar yogurt, utilizar leche de vacas suplementadas con 4 Kg./vaca/día de banano verde de desecho (*musa sp*.) ya que presenta mejor aceptación en cuanto a sabor y consistencia.

2. Utilizar edulcorantes o adicionar frutas al producto terminado, para mejorar la aceptación del mismo, ya que la mayoría de personas prefieren los yogures saborizados.

IX. RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el fin de evaluar organolépticamente el yogurt con leche proveniente de vacas suplementadas con diferentes niveles de banano verde de desecho (Musa sp.) (0, 4 y 8 kg/vaca/día). Se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y 30 repeticiones; siendo los tratamientos:

Tratamiento 1: Yogurt elaborado con leche proveniente de vaca sin suplementación de banano verde (Musa sp.) de desecho.

Tratamiento 2: Yogurt elaborado con leche proveniente de vaca suplementada con 4 kg/vaca/día de banano verde (Musa sp.) de desecho.

Tratamiento 3: Yogurt elaborado con leche proveniente de vaca suplementada con 8 kg/vaca/día de banano verde (Musa sp.) de desecho.

En este estudio se utilizó la prueba de Friedman por rangos, que consiste en asignar rangos a las observaciones dentro de cada bloque completo y por ser el experimento razonablemente grande, la prueba de Friedman se aproxima mejor por la prueba de F que resulta al hacer el análisis de varianza usual seguido de la prueba de medias de Tukey, pero sobre las observaciones transformadas a rangos dentro de bloques.

Se concluyó que entre los tres tratamientos (0,4 y 8 kg/vaca/día) no existió una diferencia significativa aunque en la variable sabor el tratamiento de 4 kg/vaca/día tuvo una mejor aceptación.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, RS; Hlubik, JG; Bernard, S. 2003. Nutritional effects on milk flavor. (en linea) Consultado 15 abr. 2003 Disponible en http://www.inform.umd.edu/EdRes/Tropic/AgrEnv/ndd/milking/NUTRITIONALEFFECTSONMILKFLAVOR.html

2. Banco de Guatemala. 2003. Estadísticas de productos agrícolas. Guatemala, Departamento de estadísticas económicas. 9 p.

3. Danelón, JL. 2001. Efecto de la alimentación sobre la calidad de la leche.
(en línea) Consultado 10 mar. 2003 Disponible en http://www.portalveterinaria. com/sections.php?op=search&af=1&query=hi atos+de+carbono%2C+nutrici%F3n%2C+bovinos&tipo=1&af=1

4. Danone in Italia. 2003. La Storia Italia (en línea) Consultado 15 mar. 2003 Disponible en http://www.danone.it/danone_italia.html

5. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, IT). 2001. Producción de leche equivalente en América Latina y el Caribe (en línea). s.n.t. 1p. Consultado 05 mar. 2004. Disponible enhttp://www.infoleche. com /ESTADISTICAS/produccion_leche_equivalente_americalatinaycariba.asp

6. Figueroa, V. 1992. Integración de la producción porcina con la agricultura a través de cultivos tropicales de alto rendimiento (en línea). Venezuela, Fundación POLAR. 11p. Consultado 03 feb. 2004. Disponible en www.fpolar.org. ve/ats/ats/ats_info/eventos/porcicultores/vilda_figueroa/Cap03.doc

7. Forti, L. 2001. Leites Fermentados. Vahlinos, BR, s.e. 63 p.

8. Garcia, M ; Quintero, R ; Lopez, A ; Canales, M. 1993. Procesamiento de yogurt natural y de sabores. (en línea) Consultado 10 mar. 2003 Disponible en http://www.dairy.products/yogur/studiespost.htm

9. Ginzinger, W; Tschager, E. 2000. Einfluss des Grundfutters auf die Milchqualitat technologische und ernährungsphysiologishe Eigenschaften. Austria, s.e. 5p.

10. Ginzinger, W; Kupfner, E; Zangerl, P. 1995. Trockenschnitte als Futtermittel für hartkasetaugliche Milch. Austria, Milchwirtschaftliche Berichte. 3p.

11. Haenlein, G. 2002. Producing Quality Goat Milk. (en linea) Consultado 25 abr. 2003 Disponible en http://goatconnection.com/articles/publish/printer_75.shtml

12. Losada, H. 1992. El uso de hortalizas en la producción de leche en sistemas sub-urbanos (en línea). México. 4(3). 4p. Consultado 15 jun. 2003. Disponible en http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd4/3/losada.htm

13. Mclean, V. 1993. Nutritional Value of Yogurt. The National Yogurt Association. (en línea) Consultado 10 mar. 2003 Disponoble en http://www.dannon.com/ nutritionFitness/whatIsYogurt.cfm

14. Menchú, Ma T; Méndez, H; Barrera, MA; Ortega, L. 2000. Tabla de composición de alimentos de Centro América primera y segunda sección. Guatemala, Oficina Panamericana de la Salud (OPS)/Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). 4p.

15. MAGA(Ministerio de Agricultura y Ganadería de Guatemala, GT). 2001. Situación de la lechería en varios países latinoamericanos (en línea). Guatemala, MAGA. 2p. Consultado 1 oct. 2003. Disponible en http://gacetaganadera.com/estadísticas/ lecherialat.htm

16. Rearte, DH ; Di Bernardino, J; Melani, G. 1990. Performance of dairy cows grazing pasture and supplement with corn silage. Journal of Dairy Science. (en línea) Consultado 23 mar. 2003 Disponible en http://www.ssdairy.org/Additional Res/CropResidues/chap8.htm

17. Ruiz, M E. 1981. The use of green bananas and tropical crop residues for itensive beef production. Intensive Animal Production in Developing Cuntries. Occasional Publication No. 4, British Society of Animal Production. (en línea) Consultado 25 mar. 2003 Disponible en http://www.ssdairy.org/Additional Res/Crop Residues/chap8.htm

18. San Martin, H. 1980. Digestibilidad, tasas de digestión y consumo de forraje en función de la suplementación con banano verde. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, IICA. 58p.

19. Tschager, E; Ginzinger, W; Dillinger, K. 2001. Fettsaurespektrum des Milchfettes in Abhangigkeit von Futterung und Haltung. Austria, Arbesitsgemeinscaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten. 3p.

20. Wattiaux, M. 2003. Nutrición y alimentación Capítulo 3: Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras. Departamento de Ciencia de Ganado lechero. Instituto Babcock para el Desarrollo y la Investigación Internacional de la Lechería. (en línea) Consultado 25 mar. 2003 Disponible en http://www. babcock.cals. wisc.edu/spanish/de/html/ch3/nutrition_spn_ch3.html