

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



**EVALUACIÓN DEL EFECTO SONORO DEL LLAMADO
DEL TERNERO A LA HORA DEL ORDEÑO, PARA
ESTIMULAR LA PRODUCCIÓN LÁCTEA DE UN HATO
LECHERO DE VACAS RAZA JERSEY ESTABULADAS**

CARLOS ERNESTO MORALES REYNOSO

MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, MAYO DE 2015

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



**EVALUACIÓN DEL EFECTO SONORO DEL LLAMADO DEL
TERNERO A LA HORA DEL ORDEÑO, PARA ESTIMULAR LA
PRODUCCIÓN LACTEA DE UN HATO LECHERO DE VACAS
RAZA JERSEY ESTABULADAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

CARLOS ERNESTO MORALES REYNOSO

Al conferírsele el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, MAYO DE 2015

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

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIO:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	Lic. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.Sc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Juan René Fuentes López
VOCAL V:	Br. Andrea Analy López García

ASESORES

M.A. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA

M.SC. FREDY ROLANDO GONZÁLES GUERRERO

M.A. REMBER RAFAEL ARRIOLA MOLINA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DEL EFECTO SONORO DEL LLAMADO DEL TERNERO A LA HORA DEL ORDEÑO, PARA ESTIMULAR LA PRODUCCIÓN LACTEA DE UN HATO LECHERO DE VACAS RAZA JERSEY ESTABULADAS

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

Como requisito previo a optar al título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por el regalo de la vida, la inteligencia, la comprensión, la sabiduría y la fuerza con la que vivo, y conforme crecí, me has guiado en el camino que me llevo a este momento.
- A MIS PADRES:** Por ser dos ejemplos de lucha y sacrificio, por el amor que siempre me demostraron, las ganas de seguir adelante, el apoyo incondicional a mis decisiones, por siempre preocuparse de mi salud tanto emocional como física y por estar a mi lado.
- A MI ESPOSA
E HIJOS:** Por la fuerza para seguir adelante, por el apoyo en las buenas y en las malas. A Vary por tanto amor que me has demostrado y haberme regalado dos bellísimos hijos, llenos de vida, salud e inteligencia.
- A MIS HERMANOS:** Roberto, Fernando y Adrián, porque siempre hemos estado juntos y más ahora tenemos la fuerza para salir adelante como nuestros padres nos demostraron antes.
- A MI ABUELO NETO:** Primero lo prometido es deuda y ya te cumplí, por siempre estar a mi lado, por los mejores consejos que alguien me haya dado, por las sonrisas, por haberme regalado tanto tiempo de tus últimos años, por siempre acompañarme a donde fuera, por ser un ejemplo de vida a seguir y ahora por cuidarme desde el cielo.
- A MIS TIOS
FERNANDO
REYNOSO
Y FERNANDO
MORALES:** Por estar conmigo, en una etapa de cambios y dificultades y siempre sacarle algo gracioso a la vida, por demostrarme que se debe vivir el día a día y siempre ser positivos, sin importar lo difícil del momento.

AGRADECIMIENTOS

- A MI ESPOSA:** Vary has sido un pilar de comprensión y amor, tu ayuda y apoyo han sido muy importantes para lograr esto, te amo.
- A MIS HIJOS:** Carlos y Liz, por ustedes hago todo y por ustedes me esfuerzo tanto, me llenan de fuerza y alegría cada vez que los veo, los amo desde el momento que lloraron por primera vez.
- A MI MADRE:** Sin duda alguna no alcanzan todas las palabras para expresar mi eterno agradecimiento, desde el simple hecho de darme la vida, cuidarme y apoyarme. Eres la mejor madre que pude haber deseado.
- A MI PADRE:** Me enseñaste a ser una persona trabajadora y que lucha por sus metas, tu apoyo y ayuda siempre estuvieron para mí y mis decisiones. Siempre me he sentido orgulloso de ser tu hijo.
- A LOS TRES ANGELES QUE ME CUIDAN:** Gracias Abuelito Neto, Tío Fernando Morales y Tío Fernando Reynoso, los extraño mucho, pero sé que ahora están mejor, solo les pido que me preparen un buen trago para cuando sea mi turno de acompañarlos.
- A MI FAMILIA:** Siempre he encontrado en cada uno de ustedes, apoyo y palabras de aliento para seguir adelante, los quiero a todos.
- A MIS AMIGOS:** Cada uno de ustedes ocupa un lugar en mi corazón, me han ayudado y apoyado en algún punto de mi carrera,

estaré eternamente agradecido por brindarme su amistad. André Depaz (pupi), Armando Santa Cruz, Javier Sandoval, Luis Mejía, Fernando Ríos, Diego Bobadilla, Pablo Lucero, Juan estrada, Mariano Gonzales, David Granados, Fernando Castillo, Brian Morales, Carlos Quiñones, Miguel Regil, Emilio Gonzales, Antonio Palacios, Rudy Castañeda, Enrique Cano, Gabriel, Calin, Rudy y Estuardo Cano, Erika, Raiza, Mane, Lisbeth, Juanma, Alejandra Ortiz, Guni y Leo Matamoros, André y Fernanda Onofre, Astrid Anzueto, los amigos de Asociación VIDA Guatemala, mi suegra Vilma Cano y muchos más que no colocale por espacio, a todos ustedes solo puedo expresarles mi eterno agradecimiento.

**A MIS
CATEDRATICOS:**

Les agradezco la oportunidad de aprender con cada uno de ustedes, la paciencia de enseñarme y el don de transmitir conocimiento. Dr. Rodríguez Zea, Dr. Wilson Valdés, Dr. Morales, Dr. Rafita, Dr. Chejo, Dr. Freddy, Lic. Amílcar, Dr. Orellana, Dra. Arizandieta, Dra. Santizo, Dra. Zea, Lic., Chinchilla, Dr. Jaime, Dr. Ludwin, Dr. Meoño, Dr. Alfaro. Muchas gracias a cada uno de ustedes.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Reflejo de expulsión de leche.....	5
4.2 Fisiología de la lactancia.....	6
4.3 Estructura del tiempo en el amamantamiento.....	8
4.4 Estructura de actividades en el tiempo del amamantamiento.....	8
4.5 La comunicación durante la lactancia.....	9
4.6 Audición del animal.....	9
4.7 Glándula mamaria.....	11
4.8 Visión esquemática de la anatomía de la glándula mamaria.....	13
4.9 Sistema secretor de leche y conductos.....	13
4.10 Cisterna glandular.....	15
4.11 Conductos mamaros.....	16
4.12 Intervención de la ubre.....	16
4.13 Sistema circulatorio.....	16
4.14 Desarrollo y crecimiento mamario normal.....	17
4.15 Desarrollo glandular en la preñez.....	17
4.16 Durante la lactancia y preñez simultáneas.....	17
4.17 Durante el período seco.....	18
4.18 Mantenimiento de la lactancia.....	18
4.19 Curva de lactancia.....	19
4.20 Tasa de secreción de leche.....	21
4.21 Hormonas involucradas en el desarrollo de la glándula mamaria...	22
4.22 Hormonas y la iniciación de lactógenisis.....	23

4.23	Mantenimiento de la lactancia (Galactopoyesis).....	25
4.23.1	Efectos producidos por la hormonas.....	25
4.24	Etología y su relación con la producción.....	26
4.24.1	Etología.....	26
4.24.2	Bioestimulación.....	26
4.24.3	Ontogenia.....	27
4.24.4	Desarrollo de la conducta en los rumiantes.....	28
4.24.5	Experiencia.....	29
4.24.6	Aprendizaje.....	30
4.24.7	Predisposición a aprender.....	31
4.24.8	Mecanismos de aprendizaje.....	32
4.24.9	Habitación y sensibilización.....	32
4.24.10	El condicionamiento clásico.....	34
4.24.11	Condicionamiento operante.....	34
4.25	Hormonas relacionadas con el comportamiento y aprendizaje.....	36
4.25.1	Acetilcolina.....	36
4.25.2	Catecolaminas.....	36
4.25.3	Prolactina.....	37
4.25.4	Factor inhibidor de la prolactina (PIF siglas en inglés).....	37
4.25.5	Factor liberador de prolactina (PRF siglas en inglés).....	38
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
5.1	Materiales.....	39
5.2	Metodología.....	39
5.2.1	Descripción de lugar del estudio.....	39
5.2.2	Manejo del experimento.....	40
5.2.2.1	Descripción del manejo actual dentro de la granja.....	40
5.2.3	Examen previo al inicio del estudio.....	40
5.2.4	Manejo del estudio.....	41
5.2.5	Diseño del estudio.....	41

5.2.6	Análisis estadístico.....	42
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
VII.	CONCLUSIONES.....	46
VIII.	RECOMENDACIONES.....	47
IX.	RESUMEN.....	48
	SUMMARY.....	49
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
X.	ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1

Producción acumulada por vaca y tratamiento.....53

Cuadro No. 2

Producción diaria por vaca, tratamiento "A"54

Cuadro No. 3

Producción diaria por vaca, tratamiento "B"55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1

Curva de lactancia.....21

Figura No. 2

Producción diaria por vaca.....56

Figura No. 3

Totales acumulados y medias.....56

I. INTRODUCCIÓN

La leche se ha establecido como el alimento universal tanto para humanos como animales y es el producto básico de la industria lechera; la secreción de grandes cantidades de leche de alta calidad es el objetivo primordial de la vaca lechera moderna. La industria lechera existe porque los consumidores demandan leche y subproductos lácteos. Para que esta industria sea rentable debe utilizar de forma eficaz y eficiente todos los recursos a su alcance.

La leche se produce naturalmente con el objetivo de alimentar al recién nacido, es por eso que el mugido o balido del ternero juega un papel importante en la producción de la misma.

En Guatemala, la industria lechera se ha visto afectada de manera negativa por distintos factores, como son las importaciones de leche en polvo y líquida, otra situación que ha influido son los sistemas extensivos, problemas de manejo, falta de especialización del ganado y la poca búsqueda de soluciones. Tecnologías como la que se intento demostrar en este estudio, son las necesarias para ayudar a la industria.

En este estudio se trato de establecer si el estímulo sonoro lograba aumentar la eyección de leche a la hora del ordeño. A pesar de contar con vacas supuestamente 100% puras de la raza jersey; la alimentación fue un factor que varia durante todo el ciclo productivo del animal. Esto frena el potencial productivo de la vaca en nuestro medio.

Si lográramos producir mayor cantidad de leche por vaca por ordeño, estaremos alcanzando un beneficio barato y fácil de implementar en la producción láctea nacional. También es muy importante el hecho de no someter a los

animales a situaciones estresantes, otro beneficio adicional es que podremos de algún modo contribuir con el bienestar animal en esta explotación. El uso de esta tecnología no es caro, lo único que se necesita son bocinas y radio, los cuales se pueden conseguir a bajo costo y las grabaciones de los terneros también.

II. HIPÓTESIS

No hay diferencia significativa al utilizar el llamado del ternero, para estimular la eyección de leche a la hora del ordeño.

III. OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar el efecto de terapias alternativas de tipo sonoro sobre la producción láctea diaria en las vacas lecheras.

3.2 Específico

Determinar si el llamado del ternero influye en la eyección de leche a la hora del ordeño.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Reflejo de expulsión de leche

La pequeña cantidad de leche presente en las cisternas y los conductos grandes de la ubre se pueden retirar simplemente al superar la resistencia del músculo esfinteriano que rodea al canal estriado del pezón; sin embargo, la mayor parte de la leche presente en la ubre debe forzarse a que salga de los alvéolos y los pequeños conductos de la leche, mediante la activación de un reflejo neuro hormonal denominado “descenso” o expulsión de la leche. (2)

El reflejo de expulsión de la leche implica la activación de nervios en la piel de los pezones que son sensibles al tacto o a la temperatura. Los impulsos neurales ascienden por la médula espinal a los núcleos para ventriculares del hipotálamo y, luego, se desplazan a la hipófisis posterior, en donde provocan la descarga de oxitocina al torrente sanguíneo. La oxitocina se difunde hacia afuera de los capilares en la ubre y provoca la contracción de las células mioepiteliales que rodean a los alvéolos y los conductos menores. Esta acción de compresión incrementa la presión intramamaria y hace que la leche pase por los conductos a la cisterna glandular de los pezones. (2)

La contracción de las células mioepiteliales se produce dentro de 20 a 60 segundos después de la estimulación de los pezones. Se puede lograr una segunda descarga de oxitocina, pero es más difícil de lograr que la primera y, por lo común, no produce una respuesta totalmente eficaz. Después de la descarga de oxitocina, el flujo de leche disminuye con el tiempo, sea cual sea la cantidad de leche que exista en la ubre. Esto se puede deber a la fatiga de las células mioepiteliales o la desactivación de la oxitocina. De hecho el tiempo necesario para que desaparezca la mitad de la actividad de la oxitocina en la sangre de la

vaca es de solo 1 ó 2 minutos, y los niveles eficaces duran solo de 6 a 8 minutos. (2)

Estímulos externos, distintos del lavado de las ubres, iniciaran el reflejo de expulsión de leche. Un estímulo poderoso para la liberación de oxitocina es la presentación del ternero a su madre. Otros estímulos incluyen ruidos asociados a la ordeña, la alimentación de las vacas, la presencia del ordeñador y el coito. (2)

4.2 Fisiología de la lactancia

Un estado hormonal específico es necesario en el mamífero hembra para iniciar la lactancia y el comportamiento materno. La prolactina es la hormona necesaria para la iniciación y mantenimiento de la lactancia, en muchas especies de mamíferos. Sin embargo, una vez se inicia el comportamiento de amamantamiento, no parece depender directamente del estado hormonal de la hembra, sino que parece ser regulado por cronobiología, motivación reflexiva y los procesos cognitivos. (9)

La cadena causal, de la liberación de leche, implica varios pasos. En primer lugar, los estímulos incondicionales (como estímulos táctiles del masaje del pezón pre eyección) o estímulos condicionados (por ejemplo, ver a la cría o escuchar su voz o sonido), luego el estímulo se transmite a través de las conexiones nerviosas simpáticas en el hipotálamo. En reacción a esta estimulación, la oxitocina se secreta de las células hipotalámicas y liberados al torrente sanguíneo desde la parte posterior de la glándula pituitaria, llamada la neurohipófisis.(9)

Algunas especies como el cerdo tienen un período refractario después de cada eyección de leche, es decir, otra eyección de leche no puede ocurrir antes de que transcurra cierto intervalo desde la eyección anterior (alrededor de 15 min en el cerdo). El mecanismo de este bloque reside en algún lugar de la transmisión de

los estímulos ascendentes al comando hipotalámico descendente debido a que, durante el periodo refractario, la liberación de oxitocina y la eyección de leche pueden ser inducida por la estimulación hipotalámica directa, pero no por la estimulación táctil de las glándulas. (9)

A medida que la glándula mamaria se llena después del ordeño, la tasa de secreción láctea disminuye gradualmente. Esto tiene consecuencias negativas, ya que si los intervalos entre ordeños son prolongados, la producción diaria de leche disminuye. (9)

El amamantamiento o lactación está acompañada de una liberación hormonal dinámica. El conjunto de oxitocina, prolactina, insulina y somatostatina aumenta sus concentraciones al máximo y luego disminuyen en la sangre durante o dentro de los 60 min de la lactación. Cuando la cría inicia el amamantamiento, se liberan, los glucocorticoides, endorfinas, colecistoquinina, la oxitocina y la insulina, entre otras. A menudo el aumento en las hormonas, no solo se observa en la liberación y/o ingestión de leche, sino también en la succión o amamantamiento.

Las hormonas que se liberan durante y después del amamantamiento, modifican el balance anabólico y catabólico de la madre, afectando la producción láctea futura, en la cría las hormonas mejoran la absorción de la leche, y en ambos casos esto contribuye, a una recompensa interna y que estimula a continuar con la lactancia. (9)

Durante la lactancia, la madre se puede presentar alerta y despierta, en algunas especies como los cerdos, en las vacas a finales de la lactación, estas se pueden encontrar pastando y dando de mamar a su cría, o como la rata, que se puede encontrar somnolienta durante el amamantamiento. (9)

4.3 Estructura del tiempo en el amamantamiento

Se pueden distinguir tres niveles jerárquicos en la estructura del tiempo en el amamantamiento. El primer nivel jerárquico, tiene un sistema interno propio relacionado con el tiempo en el flujo de la producción de leche. En segundo lugar, el flujo lácteo puede ser predecible, creando así un ritmo típico en el amamantamiento de la cría. Y el tercer nivel, indica el cambio en el comportamiento del amamantamiento durante el periodo de la lactación. (9)

4.4 Estructura de actividades en el tiempo del amamantamiento

La estructura típica del amamantamiento consiste en; la fase introductoria de pre eyección de leche, el periodo de flujo de leche, fase no nutritiva post eyección y la terminación de amamantamiento. El amamantamiento puede ser iniciado por la cría, cuando se acerca a la madre y lo solicita por medio de vocalización o intentando alcanzar las tetas. Alternativamente, la madre puede iniciar el bajado de la leche llamando a la cría (ej: gruñido de la cerda, mugido de la vaca o asumiendo una posición para dar de mamar). Después de haber hecho contacto con los pezones, la cría inicia la estimulación por medio de golpeteos con la nariz y succión, esta estimulación generalmente tarda varios segundos hasta varios minutos antes de iniciar la eyección de leche. La cría luego, pasa a una succión más intensa y a tragar la leche. Esta fase nutritiva, puede durar desde varios segundos, como en la rata, hasta 5 minutos o más en el ganado. El amamantamiento en algunas especies cuenta con todas las fases, y en otras como en las ratas y humanos cuenta con más de una fase de fluidez o descarga de la leche. El cambio de una fase a otra es usualmente ocasionado por un estímulo específico; por ejemplo la liberación de oxitocina se da por la constante estimulación de la cría o por el poder de succión inicial en la lactación. En algunos casos la duración de cada fase puede estar fijada con anterioridad; por ejemplo en

el ternero la motivación muy fuerte y la succión muy intensa pueden durar por un tiempo determinado de 5 a 10 minutos. (9)

4.5 La comunicación durante la lactancia

Dado que el proceso de la lactancia es un proceso interactivo, la comunicación de la madre y la cría es de suma importancia. Todos los canales sensoriales pueden ser utilizados durante la lactancia, pero prevalecen la comunicación acústica, táctil y olfatoria. En las señales acústicas de la madre, se establece información como la identidad, la ubicación y en qué momento de las fases de amamantamiento se encuentra. Por ejemplo la cerda, inicia con los gruñidos, dando información de identidad y su localización, a medida que la bajada leche está más próxima, los gruñidos aumentan en intensidad y velocidad. Los jóvenes con mayor frecuencia vocal señalizan su identidad (a través de frecuencias moduladas, llamadas “firmas”) o de una interrupción en el proceso de toma de leche (gruñidos de protesta, en el caso de ser arrebatados de la teta donde mamaban). Los estímulos táctiles se usan generalmente para expresar alguna necesidad y los olfatorios para detectar progenie o familiares. (9)

Hay comportamientos que permiten identificar a la cría por la madre, generalmente estos son parte de la fase introductoria e ingestión de leche. Por ejemplo los terneros suelen pasar por debajo de la barbilla de la madre antes de dirigirse a la ubre, los cerdos pasan frente a la cabeza y tocan el hocico de la madre, en la fase introductoria y después de la eyección de la leche. (9)

4.6 Audición del animal

La presión en la selección ha dado lugar a diferentes especies animales que tienen distintas capacidades para percibir el sonido.

Hay tres principales presiones selectivas que determinan el rango de audición de cada especie. En primer lugar, el animal debe ser capaz de detectar un sonido. Esta capacidad permite que un animal determine la presencia de objetos que producen sonido en su entorno. En segundo lugar, el animal debe tener la capacidad de localizar la fuente del sonido, lo que le permite reaccionar conductualmente y a cualquiera de los enfoques o evitar la fuente de sonido.

Finalmente, el animal debe ser capaz de identificar el sonido y responder en consecuencia. (9)

En un estudio realizado por la Universidad Sueca de ciencias agrícolas, en el año 1989, denominado; La relación entre la estimulación de las tetas, la liberación de oxitocina y el ritmo del gruñido durante la lactación de la cerda; se demostró lo siguiente; antes de la bajada de la leche, los pezones de la cerda son estimulados por los lechones. A partir de esto la oxitocina se libera, causando una contracción del mioepitelio alvéolar y la eyección de la leche. Los típicos gruñidos de la cerda comienzan a una tasa baja, luego se aumenta de repente y alcanza su máxima velocidad durante la bajada de leche. Este experimento se llevó a cabo para estudiar las relaciones entre la cantidad de estimulación del pezón dado por los lechones, los niveles plasmáticos de oxitocina y la tasa gruñido de la cerda.

También se demostró que mientras más lechones estimulen las tetas antes del gruñido de bajada de leche, menos intensidad tendrá el gruñido de la cerda; del mismo modo, si hay menos lechones estimulando la teta, la intensidad del gruñido será mayor. En contraste, la cantidad acumulada de gruñidos no estaba relacionada con el tiempo de estimulación antes de la bajada de leche. Los niveles máximos de oxitocina y pico en la tasa de gruñido, se alcanzaron al mismo tiempo. La cantidad de oxitocina liberada durante los amamantamientos no era dependiente de; el tiempo de masaje o el número de lechones dando el masaje. La cantidad acumulada de gruñidos, pero no el máximo pico en la tasa de los

gruñidos, se correlacionó positivamente con el tamaño del pico de oxitocina y la cantidad acumulada de oxitocina liberada.

Los datos actuales indican que una cierta cantidad de estimulación de la ubre es necesaria para desencadenar la liberación de oxitocina y que la liberación de oxitocina y gruñido de la cerda pueden ser controlados por un mecanismo central en común. (5)

4.7 Glándula mamaria

En la vaca se encuentra suspendida por fuera de la pared abdominal posterior y es una glándula cutánea exocrina, cuyo producto es la leche. (6)

La ubre está constituida por cuatro glándulas mamarias, conocidas como cuartos. Cada cuarto es una unidad funcional y opera por sí misma y drena la leche por medio de su propio canal. (6)

En vacas el lado derecho e izquierdo de la ubre está completamente separado, la irrigación es también separada. Así mismo no hay paso de leche de un lado hacia el otro, entonces cualquier sustancia o químico inyectado vía el pezón en un lado, no se encontrara en otro lado. (12)

Por lo general, los cuartos posteriores son ligeramente más grandes y producen en promedio el 60% de la leche, los cuartos anteriores producen el 40% restante. (6)

La ubre de la vaca pesa entre 25 y 60 libras o más excluyendo la leche. Las ubres deben tener un tamaño suficiente para producir grandes cantidades de leche, pero no ser tan grandes que debiliten la fijación al cuerpo de la vaca. (2)

Los principales componentes estructurales de la ubre son:

- Sistema de ligamentos suspensorios
 - Sistema secretor y conductos receptáculos
 - Ligamentos suspensorios
-
- Un grupo de ligamentos y tejido conectivo mantienen a la ubre prácticamente adosada a la pared abdominal. La fortaleza de los ligamentos es deseable debido a que ayudan a prevenir la formación de una ubre colgante; minimiza el riesgo de lesiones; y evitan dificultades cuando se utiliza el equipo de ordeño. La mitades derecha e izquierda de la ubre están separadas claramente, mientras que el cuarto frontal y el trasero rara vez muestran alguna clara división externa. (6)
-
- Cuando se observa de lado, la parte inferior de la ubre debe estar nivelada, extenderse anteriormente y fijarse con fuerza a la pared abdominal del cuerpo. La fijación en la parte posterior tiene que ser alta y amplia, y los cuartos individuales deben mostrar simetría. Esas características externas contribuyen a la productividad durante la vida y constituyen criterios importantes utilizados para valorar el tipo del ganado lechero en las exposiciones y para la calificación de razas. Las ubres deben de tener un tamaño suficiente para producir grandes cantidades de leche, pero no ser tan grandes que debiliten su fijación al cuerpo de la vaca. En las vacas lecheras actuales, la ubre puede pesar entre 35 y 50 kg, debido a la gran cantidad de tejido secretor y de leche que se acumula entre ordeños. Las principales estructuras que soportan a la ubre son (6):
-
- Ligamento suspensorio medio.
 - Ligamento suspensorio lateral.

4.8 Visión esquemática de la anatomía de la glándula mamaria

El ligamento suspensorio medio es un tejido elástico que fija la ubre a la pared abdominal. Cuando la vaca se observa desde atrás, un surco medial marca la posición del ligamento suspensorio medio. La elasticidad del ligamento medio le permite actuar como un amortiguador cuando la vaca se mueve y también adaptarse a los cambios de tamaño y peso de la ubre con la producción de leche y la edad. Los daños o debilidad del ligamento suspensorio pueden ocasionar el relajamiento o descenso de la ubre, dificultándose el ordeño y exponiendo a los pezones a lesiones. Es efectiva la selección genética para un ligamento suspensorio fuerte para minimizar estos problemas en la progenie. En contraste con el ligamento suspensorio medio, el ligamento suspensorio lateral es un tejido fibroso poco flexible. Alcanza los lados de la ubre desde los tendones, alrededor de los huesos púbicos, para formar una estructura de soporte. (6)

4.9 Sistema secretor de leche y conductos

Como ya se mencionó, la ubre es una glándula exocrina, debido a que la leche es sintetizada en células especializadas agrupadas en alvéolos, y luego excretada fuera del cuerpo por medio de un sistema de conductos que funciona de la misma forma que los afluentes de un río. El alvéolo es la unidad funcional de producción. Este es una esfera hueca cuya pared es una sola capa de células secretoras de leche agrupadas. Los capilares sanguíneos y células mioepiteliales (células similares a las musculares) rodean el alvéolo, y la leche secretada se encuentra en la cavidad interna (lumen).

Las funciones del alvéolo son:

- Recepción de los nutrientes o precursores circulantes en la sangre.
- Transformación de estos precursores en nutrientes de la leche.

- Descarga de la leche dentro del lumen.

Tanto los conductos terminales como los alvéolos son microscópicos, y se componen de una capa simple de células epiteliales. La función de las células que forman estas estructuras es la de retirar nutrientes de la sangre, transformarlos en leche y descargar esta última en el lumen de cada alvéolo. La estructura de los túbulos terminales y alvéolos varía con las etapas de la preñez, la lactancia y la involución mamaria. En la condición de desarrollo completo durante la lactancia, varios alvéolos se agrupan en lobulillos, y varios lobulillos se reúnen en lóbulos, que son visibles a simple vista, siendo éste un patrón de desarrollo lóbulo alveolar. Hay bandas de tejido conectivo que envuelven a los lobulillos y los lóbulos. Los alvéolos se fijan en fibrillas delicadas de tejido conectivo que se hacen más evidentes bajo el microscopio conforme las células secretoras se pierden durante la lactancia avanzada.

En torno a cada alvéolo hay una red capilar que suministra sangre que contiene nutrientes y hormonas para la síntesis de la leche, y retira productos de desecho de las células alveolares. De igual forma, hay una red de células musculares especializadas, las mioepiteliales, que son las que envuelven a cada alvéolo. Estas se contraen en respuesta a la hormona oxitocina, obligando a la leche del lumen del alveolo a entrar a los conductos y a la cisterna glandular de los pezones. (6)

El ordeño no puede ser completo en ausencia de oxitocina en la sangre; el vaciado puramente mecánico no extrae más que la leche de la cisterna y de los canales gruesos. En el caso de la leche de vaca, está no representa más que el 30 o el 40 % del total. (1)

La leche deja el lumen por medio de un tubo colector. Un lóbulo es un grupo de entre 10 a 100 alvéolos que drenan por medio de un conducto en común. Los

lóbulos en sí se encuentran organizados en unidades de mayor tamaño, que descargan la leche dentro de un conducto colector de mayor tamaño que conduce a la cisterna de la glándula, que descansa directamente encima del pezón de la glándula. Concretando, la ubre está compuesta de millones de alvéolos donde se secreta la leche. Los conductos forman canales de drenaje en los que la leche se acumula entre los ordeñas, aún así, sólo cuando las células mioepiteliales que recubren el alvéolo y que los pequeños conductos se contraen en respuesta a la hormona oxitocina (reflejo de bajada de leche) es que la leche fluye dentro de los tubos galactóforos y hacia la cisterna de la glándula. El pezón forma una especie de ducto ensanchado proyectado a la superficie de cada glándula y por medio del cual la leche puede ser extraída de la misma. Posee una piel suave que lo recubre y un vasto sistema de inervación e irrigación sanguínea. La punta de la teta se cierra con un anillo de músculo liso o esfínter llamado canal del pezón. (6)

La expulsión de la leche es iniciada por un estímulo como el de lavar la ubre, manipular los pezones, la lactación de un ternero u otros factores que la vaca relaciona con el ordeño. Estos estímulos hacen que un impulso nervioso se transmita por los nervios sensoriales aferentes a la médula espinal y el cerebro. (4)

4.10 Cisterna glandular

La cisterna de los pezones se une a la glándula en la base de la ubre y en muchas vacas hay un pliegue circular de tejido entre las dos cisternas. En casos raros, cuando pare una vaquilla, ese pliegue puede separar completamente las dos cisternas y no es posible retirar la leche de la glándula. Esa condición da como resultado un cuarto no funcional, a menos que se retire quirúrgicamente la obstrucción. La cisterna glandular sirve como espacio limitado de almacenamiento para la leche conforme desciende del tejido secretor. En promedio, la cisterna glandular contiene cerca de 0.5 litros de leche; pero su capacidad real varía

considerablemente entre las vacas. Sin embargo, el tamaño de la cisterna glandular no afecta de modo importante la producción de leche. (6)

4.11 Conductos mamarios

Hay de 12 a 50 túbulos o más que se bifurcan de la cisterna glandular, muchas veces se dividen y, finalmente, forman un conducto en cada alvéolo. Hay dos capas de células que no secretan leche. Los conductos grandes sólo sirven de almacenamiento y canal de drenaje para la leche. (6)

4.12 Inervación de la ubre

La ubre se compone de fibras nerviosas sensoriales aferentes y simpáticas eferentes. Los nervios eferentes (motores) que van a la ubre regulan automáticamente el flujo de sangre e inervan los músculos blandos que rodean a los conductos recolectores de leche y el músculo esfinteriano que rodea la teta. (2) Durante la preparación de la ubre para el ordeño, los receptores son estimulados y se inicia la "bajada de la leche", reflejo que permite su excreción. Las hormonas y el sistema nervioso se encuentran también involucrados en la regulación del flujo sanguíneo a la ubre. Por ejemplo, cuando una vaca se encuentra asustada o siente dolor físico, la acción de la adrenalina y del sistema nervioso reduce el flujo de sangre a la ubre, lo que inhibe el reflejo de bajada de la leche disminuyendo la producción láctea. (6)

4.13 Sistema circulatorio

Las principales arterias de la ubre son las arterias púbicas externas, cada una de las cuales riega con sangre una mitad de la ubre. Son ramas de las arterias ilíacas externas y penetran en la ubre por el canal inguinal. Inmediatamente dentro de la ubre se dividen en rama caudal y craneal y de allí se

dividen varias veces más. Las venas que drenan la ubre son las dos venas púbicas externas y las dos venas mamarias subcutáneas. (4)

4.14 Desarrollo y crecimiento mamario normal

La cantidad de células sintetizadoras de leche es un factor importante que determina su nivel de producción:

Las estimaciones actuales de la correlación entre el rendimiento de leche y la cantidad de células mamarias van de 0.5 a 0.85. (6)

4.15 Desarrollo glandular en la preñez

Los alvéolos no se desarrollan en las novillas hasta que se establece la preñez; después de ésta, los alvéolos comienzan a reemplazar los tejidos grasos de la ubre.

Los índices externos para el crecimiento mamario son rápidos durante la preñez, sin embargo, debido al tamaño relativamente pequeño de las glándulas en las novillas en el momento de la concepción, el crecimiento de la ubre no es continuo, hasta después de tres o cuatro meses de preñez, cuando comienzan a acumularse cantidades importantes de secreciones en los alvéolos, lo que acontece entre el séptimo y noveno mes de la gestación. La mayor parte del crecimiento visible de la ubre, que se produce durante el último mes de la gestación, se debe a la acumulación de esas secreciones. (6)

4.16 Durante la lactancia y preñez simultáneas

Puesto que la mayoría de las vacas se cruzan dentro de los 70 o 90 días después del parto, una parte importante de la lactancia transcurre paralela a la

preñez. Las etapas iniciales de la preñez tienen relativamente pocos efectos sobre la producción de leche o la cantidad de células mamarias, sin embargo, cuando la preñez avanza más allá de los cinco meses, el rendimiento de la leche y la cantidad de células mamarias disminuyen, en comparación con los animales lactantes que no están en etapa de preñez. (6)

4.17 Durante el periodo seco

El ordeño diario suele detenerse después de que la vaca lechera ha estado produciendo leche durante 10 a 12 meses. Si la vaca está preñada, este periodo sin leche (periodo seco) se inicia habitualmente unos 60 días antes de la fecha señalada del parto.

Después del cese del ordeño diario, la ubre de la vaca no preñada se satura de leche durante unos cuantos días, pero la actividad metabólica de las células se reduce con rapidez. Posteriormente, hay una degeneración marcada y una pérdida de células epiteliales alvéolares, aunque se pierden alvéolos, permanecen las células mioepiteliales y el tejido conectivo. Histológicamente, las células grasas y de tejido conectivo se hacen más predominantes durante este periodo. Después de la involución completa de la ubre, el sistema de conductos no se altera. Sin embargo, este último es más amplio en las vacas multíparas que en las novillas vírgenes. (6)

Poco antes del parto, disminuyen las cantidades de progesterona, lo que elimina el bloqueo y esto aumentan los niveles de estrógenos y ACTH, que estimulan la secreción de corticoides adrenales y la prolactina. (6)

4.18 Mantenimiento de la lactancia

Después del parto hay un aumento rápido de rendimiento de leche en las

vacas; que alcanza su máximo a las dos a seis semanas, luego disminuye gradualmente. El grado de mantenimiento de la producción de leche se denomina persistencia. Así, después de llegar al máximo, se puede calcular la disminución mensual de la producción de leche como porcentaje de la producción del mes anterior, este porcentaje es una medida de la persistencia que, por lo general, fluctúa entre 94 y 96%. Por lo común, las vacas lecheras dan leche 10 a 12 meses, no faltando casos de lactaciones que se prolongan hasta años sin interrupción. (6)

4.19 Curva de lactancia

En el parto la producción de leche se inicia a un índice relativamente alto y la cantidad secretada sigue aumentando durante tres a seis semanas. Las vacas de alta producción necesitan por lo común más tiempo que las de baja producción para llegar a la producción máxima. Después de llegar al punto máxima la producción decrece de forma gradual. Muchas vacas no preñadas siguen produciendo leche por tiempo indefinido pero a un índice muy reducido. Durante las primeras etapas de lactancia, los estímulos para secretar leche pueden superar muchos problemas ambientales o de manejo (por ejemplo la alimentación deficiente y las malas prácticas de ordeño) sin embargo, durante la lactancia cualquier adversidad reducirá la secreción de leche en mayor grado que el que pudiera esperarse en las vacas a comienzas de la lactancia. (2)

La cantidad de leche producida y su composición, presenta variaciones importantes en función de numerosos factores. Estas variaciones deben conocerse, pues interesan tanto a los técnicos como a los nutriólogos. Los principales factores de variación son:

- Factores fisiológicos; evolución durante el ciclo de la lactación.

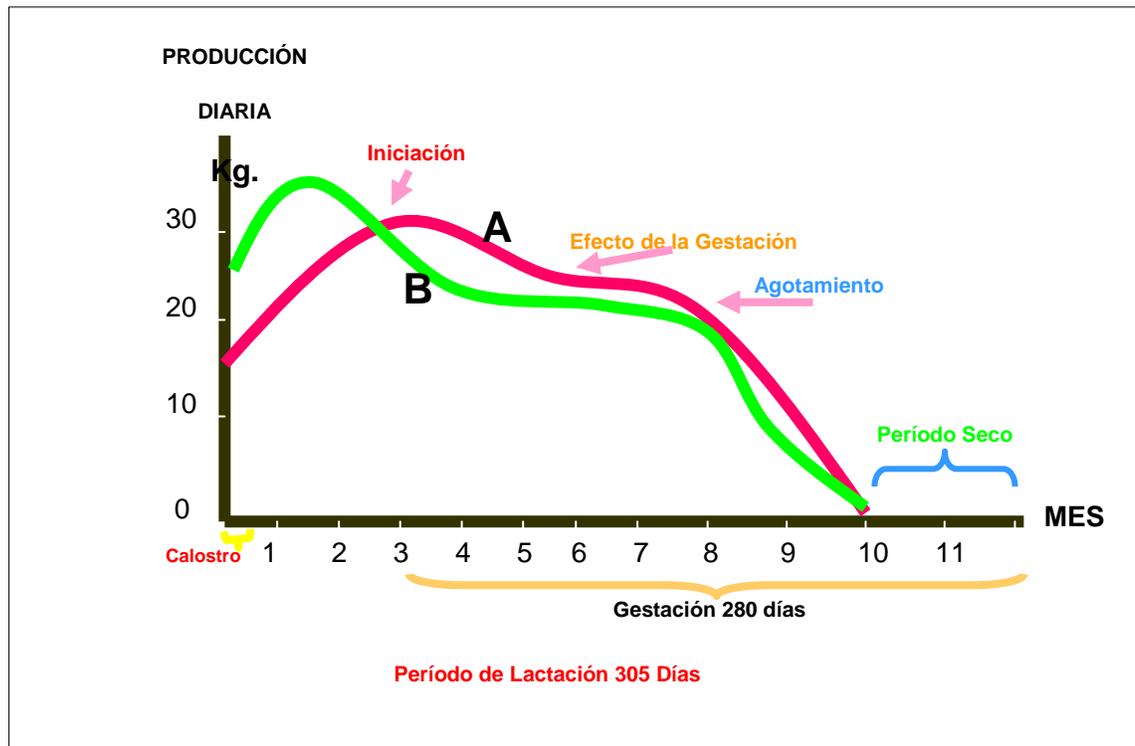
- Factores alimenticios; influencia del nivel energético y de la composición de la ración; acciones específicas de algunos alimentos.
- Factores climáticos; estación y temperatura entre otros.
- Factores genéticos; variaciones raciales e individuales; herencia de los componentes; efecto de la selección.
- Factores zootécnicos diversos; especialmente la forma y el momento de ordeño.

Uno de los aspectos más importantes en la producción lechera en la vaca está representado por las fluctuaciones diarias, que se manifiestan aún cuando todas las condiciones aparecen constantes. Las diferencias diarias son pequeñas del 5 al 6 % en promedio. (2)

A continuación se presenta una curva de producción de leche de una vaca joven (A); en las primeras lactancias la curva es plana. La curva B corresponde a la producción de una vaca en la 5ta. y 6ta. lactación; tras el máximo que se sitúa en el segundo mes después del parto, hay un decrecimiento acentuado de la producción (alrededor de un 10% por mes). La Nueva gestación tiene un efecto de reducción que se hace sentir netamente al 5to. mes siguiente a la fecundación, o sea al 8º mes después del parto para el ciclo anual regular. La fase de decrecimiento ha sido la mejor estudiada, y se han propuesto diversas expresiones matemáticas. (1,2)

Las características de las curvas de producción y composición de la leche (nivel, pendiente y posición de máximo y mínimo) siguen, en general, la marcha indicada; no obstante, algunos factores pueden modificarlas, como la edad, los individuos y las condiciones externas, principalmente la alimentación. (1,2)

FIGURA NO. 1 CURVA DE LACTANCIA



Fuente: Elaboración propia

Algunas vacas presentan una producción máxima entre el primer y el tercer mes, seguida de una caída rápida (curvas del tipo B). En cambio, otras mantienen uniformemente su producción a lo largo de la lactación (curvas del tipo A); se dice que estas vacas “sostiene la leche”. Este último tipo es el más interesante económicamente; pero no es totalmente cierto que se trate de un carácter individual, pues la persistencia de la secreción láctea parece estar muy influida por las condiciones del medio; ello permite, de hecho, controlar el estado de nutrición de la vaca. En las vacas bien alimentadas y ordeñadas no se presenta un descenso brusco después del pico máximo de producción. (1)

4.20 Tasa de secreción de leche

La tasa de secreción de leche es rápida y relativamente constante durante 8

a 10 horas después de la ordeña, y más bajo inmediatamente antes y durante ésta. Sin embargo, conforme se acumula leche durante el intervalo entre ordeños, la presión intramamaria aumenta y la tasa de secreción de leche por hora disminuye. (6)

Para dar cierta idea de sobre la capacidad de la ubre de una vaca, un estudio en vacas Jersey maduras, en el punto máximo de lactancia demostró que la cantidad máxima de leche que se puede almacenar en un momento dado era de 54 lbs y se necesitaron casi 35 hrs para alcanzar esa producción. (2)

4.21 Hormonas involucradas en el desarrollo de la glándula mamaria (Mamogénesis)

Un número de factores autocrinos y paracrinos son importantes en el desarrollo y crecimiento de la glándula mamaria. Las células epiteliales de las células mamarias crecen dentro de la capa de grasa, y las estructuras desarrolladas solo se formarán si la capa de grasa está presente. Esto puede incluir ácidos grasos de la capa de grasa. (13)

El estrógeno estimula el crecimiento de los ductos mamarios. El estrógeno y la progesterona actúan de forma sinérgica para estimular el desarrollo lóbulo alvéolar. La progesterona está elevada durante toda la gestación y el estrógeno se eleva particularmente durante el último tercio del embarazo. (6)

El lactógeno placentario es una hormona peptídica, producida por la placenta y está relacionado estructuralmente con la prolactina y/o con la ST, dependiendo de la especie. En roedores esta hormona se une a los receptores de prolactina para estimular la mamogénesis durante el embarazo. Los niveles de lactógeno placentario en la sangre materna de vacas es muy bajo, por lo que tienen un efecto muy reducido en ganado.

El derivado mamario inhibidor del crecimiento (MDGI), la cual es producida por las células epiteliales de la glándula mamaria. Esta actúa de manera autocrina para inhibir el crecimiento celular y en especial para inducir la diferenciación del epitelio mamario. Los niveles de MDGI en la glándula mamaria se incrementan 2 semanas antes del parto y se encuentra alta en las vacas en lactancia. (6)

La hormona ST (Somatotropina u hormona del crecimiento) estimula el crecimiento de los ductos durante el desarrollo de la glándula mamaria cerca de la pubertad y el crecimiento lóbulo alveolar durante la gestación. Esto ocurre por medio de la insulina como factor de crecimiento (IGF-I), producida ya sea por el hígado el estroma local de la glándula mamaria. (6)

El estrógeno estimula la proliferación de células del estroma en la glándula mamaria y estas producen IGF-I. La insulina tiene muy poco efecto sobre la mamogénesis in vivo. El cortisol dirige la diferenciación del retículo endoplasmático y el aparato de golgi en el sistema lóbulo alveolar en el ganado. Esto es necesario para que después la prolactina pueda sintetizar la proteína de la leche. (6)

4.22 Hormonas y la iniciación de lactógenesis

Lactógenesis se define como el inicio de la producción de leche y la galactopoyesis es el mantenimiento de la producción láctea. La prolactina, estrógenos y glucocorticoides inician la lactación. Siempre que exista un sistema lóbulo alveolar bien desarrollado.

Los estrógenos estimulan la liberación de prolactina desde la glándula pituitaria anterior e incrementa los receptores de prolactina de las células de la glándula. Hay un aumento de la prolactina varias horas antes del parto. La prolactina incrementa la traducción de la proteína en leche (mRNAs), inflamación

de la membrana de golgi y secreción de proteína láctea. Junto con síntesis de lactosa y grasa de la leche. (12)

La producción láctea se aumenta si la prolactina está presente, así mismo hay sinergia entre glucocorticoides y prolactina al inicio de la lactancia. Los glucocorticoides se unen a los receptores en el tejido de la glándula mamaria para incrementar el desarrollo del retículo endoplasmático rugoso y otros cambios estructurales para incrementar la secreción de α -lactoalbumina y β -caseína. (11) Unida a la globulina fijadora de corticosteroides (CBG) reduce la actividad de los glucocorticoides en el suero. Durante el periodo del pre parto los niveles de CBG decrecen y los niveles de los glucocorticoides libres incrementan, lo cual puede explicar el efecto lactogénico de los glucocorticoides. Los glucocorticoides también suprimen el sistema inmune, lo que contribuye al incremento de la incidencia de mastitis durante el inicio de lactación. (12)

La insulina es importante en la absorción de glucosa y la expresión de genes para proteína láctea requeridos para lactógenesis. IGF-I también estimula la división celular guiada hacia la lactógenesis. La importancia de la insulina, prolactina y glucocorticoides en el complejo de hormonas lactógenicas ha sido demostrada usando cultivos in vitro de tejido mamario. Las hormonas específicas que están envueltas en la regulación de la lactógenesis varían según la especie. (12)

La progesterona inhibe la iniciación de lactógenesis, pero no tiene efecto en la producción láctea una vez está establecida. Se ha sugerido que la progesterona trabaja en incrementar el umbral de prolactina en la glándula mamaria, por medio de la secreción de ésta desde la glándula pituitaria o actuando como un receptor antagonista de glucocorticoides. (6)

Los niveles de progesterona son altos durante la gestación, lo cual sirve

para inhibir la lactenogénesis hasta antes del parto. Los niveles disminuyen 2 días antes del parto para remover la inhibición de síntesis de leche. (12)

La hormona del crecimiento (ST) parece no estar involucrada en el inicio de lactancia en ganado. La ST produjo lactenogénesis al ser adherida a pedazos de tejido mamario in vitro o cuando fue administrado a ganado en la última parte de la gestación en el periodo seco. La lactación puede ser inducida por medio de hormonas en ganado no preñado en periodo seco por al menos 30 días. (12)

Esto sugiere que factores locales en cualquiera de los cuartos de la glándula mamaria también afectan la activación final de la secreción láctea. (12)

La matriz en la cual las células crecen también afecta la función celular de la glándula. La membrana basal es un componente de la matriz extracelular y contiene proteínas como el colágeno, laminina y proteoglicanos. Células epiteliales en todos los tejidos están en contacto con la membrana basal, lo cual permite a las células desarrollar polaridad y secretar componentes lácteos en la superficie epitelial de la célula. (6)

4.23 Mantenimiento de la Lactancia (Galactopoyesis)

4.23.1 Efectos producidos por las hormonas

Las hormonas de la tiroides son necesarias para producir la máxima cantidad de leche. Durante la lactancia hay un decremento de la conversión de la tiroxina (T4) a la hormona activa triiodotironina (T3) en el hígado y riñón, pero incrementa la conversión de T3 en la glándula mamaria. Esto aumentaría la prioridad de la glándula mamaria por metabolitos comparado con otros tejidos del cuerpo. (12) Sin embargo, la producción láctea después del tratamiento con la caseína yodada es menor de lo normal, por lo cual no hay beneficio alguno. Altos niveles de

glucocorticoides y estrógenos exógenos disminuyen la producción láctea ya establecida. (6)

El mantenimiento de la lactancia es afectado también por las hormonas prolactina, corticoides adrenales y hormona del crecimiento. En las vacas lecheras el ordeño estimula la liberación de prolactina y ACTH por la hipófisis anterior. La ACTH, a su vez, estimula la liberación de corticoides adrenales. Así además, de reducir la presión intramamaria, el ordeño constituye un importante mecanismo hormonal para el mantenimiento de la lactancia. (4)

4.24 Etología y su relación con la producción

4.24.1 Etología

La Etología estudia la conducta tal como la emite un individuo íntegro y en su medio natural.

Etología es el estudio científico del comportamiento de los animales en su ambiente común o habitual. Las condiciones ambientales más habituales en los animales domésticos, son por supuesto, la domesticación. (7)

4.24.2 Bioestimulación

La bioestimulación relacionada directamente con el comportamiento animal describe el efecto positivo en las funciones reproductivas de la hembra en presencia del macho. Muchas variables reproductivas pueden ser afectadas, por ejemplo reducir el tiempo a maduración sexual, reducir tiempo post parto, inducción de ovulación y mejora el transporte del esperma. Los efectos son más comunes cuando el estímulo es olfatorio por medio de feromonas, sin embargo los efectos visuales, táctiles y auditivos también pueden ser efectivos. (7)

4.24.3 Ontogenia

La ontogenia de la conducta estudia los cambios que se producen en la conducta de un individuo a lo largo de su desarrollo, así como los mecanismos responsables de los mismos. Existen cuatro razones principales que explican dichos cambios. (7)

En primer lugar, la conducta puede cambiar como resultado de variaciones en la concentración plasmática de hormonas; este es el caso, por ejemplo, de los cambios de conducta que tienen lugar cuando el animal llega a la pubertad, y que son consecuencia del efecto activador de las hormonas sexuales sobre las conductas sexualmente dimórficas.

En segundo lugar, la conducta puede variar como consecuencia de la maduración del sistema nervioso central. Este mecanismo es especialmente importante en las primeras etapas del desarrollo postnatal en las especies altriciales. Los individuos de las especies altriciales en oposición a las precociales nacen en un estado de desarrollo sensorial y motor relativamente atrasado. (13)

Los carnívoros domésticos y algunos roedores de laboratorio son ejemplos de especies altriciales, mientras que los ungulados domésticos son especies precociales.

En tercer lugar, la conducta puede ser objeto de cambios debidos al aprendizaje. El aprendizaje se define como un cambio en la conducta que es consecuencia de la experiencia y que no puede por lo tanto explicarse en términos de maduración del sistema nervioso, fatiga muscular o adaptación de los receptores sensoriales.

Por último, la conducta del animal se ve modificada como consecuencia del

proceso de envejecimiento, que afecta tanto a la función del sistema nervioso central como a los órganos efectores de la conducta y a los receptores sensoriales. (7)

El desarrollo de la conducta de un animal es el resultado de la acción conjunta del genotipo y del ambiente, y a menudo resulta imposible desligar los aspectos genéticos de los ambientales. Por consiguiente, para comprender tanto el desarrollo de la conducta como las diferencias individuales que resultan de dicho desarrollo es imprescindible tener en cuenta los principios generales de la genética del comportamiento. (7)

La acción del ambiente sobre el desarrollo de la conducta no es constante a lo largo de la vida del animal, sino que en determinados períodos resulta particularmente intensa y duradera. Dichos períodos se denominan sensibles o críticos, y su existencia tiene repercusiones prácticas importantes. (7)

4.24.4 Desarrollo de la conducta en los rumiantes

Los rumiantes nacen con un grado de desarrollo avanzado, ya que se trata de especies precociales. Son capaces de ponerse de pie y caminar a las pocas horas de nacer. Desde el primer momento, son capaces de ver y oír. Con el tiempo deben de cambiar su digestión monogástrica (para la ingestión de leche y agua) hacia la digestión basada en un estómago compartimentado (para el consumo de pasto). (10)

El ternero puede ponerse de pie en la primera hora siguiente a su nacimiento e intenta empezar a alimentarse a las dos horas. El ternero que va amamantarse, aún estando de pie, permanece ligeramente agachado, con las patas separadas y el tercio anterior descendido, lo que le permite golpear la ubre desde abajo; ese golpear la mama estimula el descenso de la leche. El ternero, cuando busca la

ubre, olfatea y lametea la línea ventral de la vaca; los pliegues cutáneos, como la axila o la región inguinal, reciben una mayor atención, aunque el ternero olfatea cualquier protuberancia de la anatomía ventral de la madre en el transcurso de la búsqueda de la ubre. (7)

Los terneros recién nacidos maman 5 ó 10 veces diarias, teniendo cada sesión una duración superior a los 10 minutos. Generalmente, el número de mamadas disminuye con la edad, aunque ello depende del ritmo de crecimiento del ternero y de la producción lechera de la vaca: a los seis meses de edad, el ternero mama de 3 a 6 veces diarias. Al amanecer es cuando normalmente maman y, luego, alrededor del mediodía, al final de la tarde y a medianoche, horarios que se mantienen muy parecidos en los animales alimentados a cubo. (7)

4.24.5 Experiencia

Durante el desarrollo, la expresión de los genes y los procesos sintéticos que llevan al crecimiento de las células y órganos hacia una forma particular dependen de factores medioambientales. En la edad adulta, muchos genes son todavía activos y una gran serie de procesos corporales son modificados por el resto del cuerpo y por el medio ambiente que lo rodea. El comportamiento está controlado por el Sistema Nervioso y llevado a cabo por los músculos, huesos, etc., en tanto que el medio ambiente afecta a su desarrollo y el funcionamiento posterior. Es decir, todo comportamiento es dependiente de la dotación genética del animal y de los factores medioambientales. (7)

El efecto del medio sobre el comportamiento puede estar mediado vía órganos sensoriales o vía otras células del cuerpo. Se ha sugerido, que siempre que se tiene una experiencia se ve implicada la percepción sensorial, sin embargo, un cambio en la concentración ambiental del oxígeno puede producir modificaciones en el comportamiento sin implicación de ningún órgano sensorial.

No existe una razón fundamental para distinguir entre tal efecto medioambiental y el que llega al cerebro como un estímulo percibido por los sentidos. El animal puede descubrir que si va a un determinado lugar sufrirá una serie de consecuencias debidas a la falta de oxígeno y que si va a un segundo lugar, sus sentidos detectarían a un depredador peligroso. Ambos pueden ser considerados como parte de la experiencia del animal. (7)

Una experiencia es considerada como una construcción mental resultante de algún suceso en el medio, no solo del cuerpo sino también del cerebro. Algunas experiencias son consecuencias de cambios en los niveles hormonales o de otros aspectos del medio físico o químico del cerebro, y otras muchas lo son sensoriales. (7)

La entrada de información al cerebro, mediatizada, normalmente es el resultado de algún cambio externo al cuerpo. Sin embargo, algunas veces es consecuencia de cambios fisiológicos que a su vez lo son de cambios previos ocurridos fuera del cuerpo o de cambios totalmente internos. Un suceso imaginario puede producir actividad adrenal y ésta a su vez producirá un cambio corporal. (7) Una experiencia es un cambio en el cerebro la cual resulta de la información externa adquirida. Algunas experiencias son muy breves mientras que otras son de larga duración. La información previa existente en el cerebro determina su duración. (7)

4.24.6 Aprendizaje

Cuando ocurre el aprendizaje, alguna experiencia ha producido un cambio en el comportamiento, que a su vez debe ser el resultado de un proceso dentro del cerebro. Así, se podría definir el aprendizaje como "un cambio en el cerebro que, como consecuencia de la información proveniente de fuera del cerebro, modifica el comportamiento por más de unos segundos".

La referencia a “unos segundos” excluye las reacciones simples.

Las investigaciones sobre el aprendizaje son importantes para todos aquellos estudiosos del comportamiento. Es importante considerar, que “el aprendizaje no es episódico, ocurre continuamente, aunque no necesariamente afecta al comportamiento de inmediato”. (7)

4.24.7 Predisposición a aprender

Sin embargo, muchos sucesos del medio ambiente de un animal no producen cambio alguno en el comportamiento futuro. Algunos sucesos no son detectados por el animal, algunos no llegan a los centros “de toma de decisiones” por medio de mecanismos de filtración sensorial, pero algunos son señales reales ya que el animal puede detectarlas. Una cuestión de gran importancia es cómo los animales aprenden a ignorar señales irrelevantes. Tal aprendizaje ocurre en parte debido a que los animales poseen cierta predisposición a responder a ciertas señales, asociándolas con acciones particulares, y en parte por cambios de estas respuestas con la repetición de las señales. En el aprendizaje asociativo los animales aprenden a asociar señales con acciones u otras señales. (10)

El aprendizaje asociativo se refiere a la asociación entre dos eventos, tales como dos estímulos (Condicionamiento Clásico), o entre una respuesta y sus consecuencias (Condicionamiento Operante). (10)

Generalmente aprenden antes a reaccionar frente a estímulos adversos que frente a estímulos positivos: aprenden con mayor frecuencia y más fácilmente a reaccionar ante una descarga eléctrica que a una señal indicadora de la llegada inminente de comida al presionar una palanca. Esto es explicable ya que cuando modifican su conducta frente a señales de peligro, la supervivencia es mayor y su genotipo se difunde más ampliamente en la población; los genes que promueven

tal habilidad se han dispersado en la población. Por el contrario, el aprender nuevas actividades para obtener comida es más raro y puede ser mejor si es lento debido a la necesidad de evitar objetos nuevos que puedan ser venenosos o peligrosos. (7)

4.24.8 Mecanismos de aprendizaje

Los tipos más comunes de aprendizaje son la habituación, el condicionamiento clásico y el condicionamiento operante. (7)

4.24.9 Habituación y sensibilización

La habituación es el más simple de los mecanismos de aprendizaje y se define como la desaparición de las respuestas frente aun estímulo que no tiene consecuencias para el animal. Si un rebaño de ovejas se traslada de una zona tranquila a una zona cerca de una carretera, éstas mostrarán una respuesta de escape en la primera ocasión que vean u oigan un vehículo pasar por el camino o carretera. Los vehículos que pasen con posterioridad producirán cada vez menos respuesta hasta que cada miembro del rebaño deje de mostrar cualquier respuesta sobre este comportamiento. (10)

“La habituación es la disminución de la frecuencia de una respuesta, ante un estímulo repetido”. (10)

Las características principales de la habituación pueden resumirse de la siguiente manera: (10)

La habituación se produce más rápidamente cuanto más débil es el estímulo. Si una vez producida la habituación, el estímulo no se presenta durante un tiempo suficientemente largo, la respuesta se recupera inmediatamente.

La habituación a un estímulo determinado puede causar la habituación a otro similar.

Cuando la respuesta a un estímulo ha desaparecido por habituación, la presencia de un estímulo igual o similar pero en forma muy intensa puede causar una recuperación de la respuesta con una magnitud superior a la que tenía incluso antes de la habituación. (7)

La repetición puede ser muy frecuente o tan infrecuente como una vez al día pero la habituación se va produciendo. La probabilidad de la habituación y su frecuencia dependerá de la naturaleza del estímulo, de su frecuencia, de su regularidad y del estado del animal. Un estímulo como es el sonido de una piña cayéndose puede producir inicialmente una respuesta asustadiza por parte de una oveja, pero la habituación se producirá rápidamente si las piñas cayeran cada minuto y más lentamente si cayeran irregularmente en una proporción de 5 por día. (7)

La sensibilización es el aumento de una respuesta a un estímulo repetido. Puede que ejerza un cierto papel en el desarrollo de las fobias.

La habituación es un proceso más importante ya que ahorra la energía que podría ser malgastada en respuestas repetidas a estímulos triviales. La habituación es una forma importante de asegurar que los animales no respondan a muchos sucesos que acontecen en su medio ambiente. (7)

En ocasiones la propia respuesta de miedo dificulta el aprendizaje.

Los aspectos prácticos más importantes de la habituación se refieren a la disminución de las respuestas de los animales de granja y a los procedimientos de manejo y condiciones de alojamiento. Si durante la vida del animal se va a

necesitar un manejo muy frecuente, como es el caso de las vacas lecheras, de animales reproductores o de exhibición, entonces es necesario realizar una habituación cuidadosa de los animales al manejo.

Cualquier procedimiento nuevo o un nuevo tipo de equipo pueden precisar un adiestramiento prolongado. La introducción de un vehículo diferente para la distribución de comida puede desencadenar repuestas de escape, pero la exposición previa y el acercamiento paulatino permitirán una pronta habituación. Similarmente, una vestimenta distinta a la ya conocida por el animal, puede producir una respuesta en éste. (7)

4.24.10 El condicionamiento clásico

Como se ha dicho el condicionamiento clásico se refiere a la asociación de dos estímulos. Los fundamentos del condicionamiento clásico pueden resumirse del siguiente modo:

Algunos estímulos desencadenan una respuesta de forma espontánea, sin que sea necesario un proceso de aprendizaje, estos estímulos se denominan estímulos no condicionados (ECN).

Si el ENC se presenta repetidas veces precedidos por otro estímulo que en principio no causaba la respuesta, ésta acabará apareciendo como consecuencia de la presentación del nuevo estímulo, sin necesidad de la presentación del ENC. El nuevo estímulo se denomina estímulo condicionado (EC), y el proceso que hace que el EC cause la respuesta se denomina condicionamiento clásico. (7)

Para que se produzca un proceso de aprendizaje por condicionamiento clásico es necesario que el EC preceda al ENC. Además, el intervalo de tiempo

entre ambos estímulos debe ser mínimo -algunos trabajos indican como intervalo óptimo un período de tiempo de 0,5 segundos. (7)

Si después de la adquisición de la respuesta al EC, el ENC se presenta varias veces sin ir precedido por el EC, la respuesta a este último desaparece. Este proceso se denomina extinción. (7)

El caso más conocido de condicionamiento clásico en granjas es la eyección láctea en respuesta a los sonidos típicos de una sala de ordeño: la eyección de leche se convierte en una respuesta condicionada al estímulo de sonidos metálicos, etc. en la sala de ordeño. Los granjeros han de tener en cuenta el hecho de que la eyección láctea en la sala de ordeño es una respuesta condicionada y que tal aprendizaje depende de un entrenamiento adecuado. Si se presentan estímulos molestos en la sala de ordeño, la vaca joven puede no aprender y la vaca adulta ya condicionada puede inhibirse y no mostrar esa respuesta. Cualquier tarea veterinaria que produzca molestia a la vaca no debería realizarse en la sala de ordeño sino en una habitación aparte. (7)

Existen diferencias entre las razas de vacuno con respecto a la facilidad para que ocurra este condicionamiento: razas tales como la Salers presentan mayor dificultad para producir la eyección láctea por otros estímulos que no sea el ternero en sí, mientras que en las razas como la Frisona ocurre lo contrario. (7)

4.24.11 Condicionamiento operante

Consiste en que la frecuencia de una determinada conducta aumenta o disminuye en función de sus consecuencias. Si la conducta va seguida de un estímulo agradable para el animal (reforzamiento positivo), su frecuencia de presentación aumenta. Si, por el contrario, la conducta va seguida de un estímulo aversivo es decir, de un castigo, su frecuencia de presentación disminuye. (7)

Refuerzo: Un estímulo que hace que incremente la probabilidad de un comportamiento previo a él. Los tipos de refuerzo son: contactos, sonidos, comida, actividad física y juegos, atención, evitación del dolor.

Castigo: Un estímulo que reduce la probabilidad de un comportamiento previo a él. Se aplica mediante la retirada de un premio, dolor físico, provocar miedo, intimidación.

Las vacas utilizan la respuesta operante del mugido cuando es el momento para que el granjero las agrupe para el ordeño y las cerdas que utilizan un comedero electrónico entran al comedero más a menudo en el momento del día en que comienza el ciclo de alimentación. (7)

4.25 Hormonas relacionadas con el comportamiento y aprendizaje

4.25.1 Acetilcolina

Este es un neurotransmisor que se encuentra en grandes cantidades en animales, se puede encontrar a través del sistema nervioso somático y en menor cantidad dentro del sistema nervioso autónomo. Esta es almacenada dentro de las vesículas en las terminaciones nerviosas y es excretada por medio de exocitosis en respuesta de un potencial de acción. La Acetilcolina libre facilita tanto el aprendizaje como la memoria de corto plazo a nivel celular, también se relaciona con el proceso de atención ascendente y descendente. (9)

4.25.2 Catecolaminas

Las catecolaminas están dentro del grupo de neurotransmisores y hormonas las cuales incluye a epinefrina (adrenalina), norepinefrina (noradrenalina) y la dopamina. Estas son importantes para determinar cómo reacciona el cuerpo al

estrés. Las tres son sintetizadas desde la tirosina en las células simpáticas nerviosas. (9)

4.25.3 Prolactina

Esta es secretada por medio de la glándula pituitaria anterior y por la placenta durante la preñez. Esta es controlada por un complejo de hormonas que la inhiben y la estimulan, como factor estimulador encontramos la serotonina, y la dopamina, epinefrina y norepinefrina como factores inhibidores. El nombre de prolactina se da por la lactancia de la hembra, aunque esta tiene efectos en muchos otros factores, en relación al comportamiento, está principalmente relacionado al comportamiento sexual y el comportamiento parental, en relación al bienestar animal está estrechamente relacionado con asuntos de estrés. (9)

La prolactina juega un papel importante durante la lactancia en los mamíferos. Junto con los esteroides y la hormona del crecimiento se encuentran envueltas en el desarrollo de la glándula mamaria, así mismo en la iniciación de la lactancia junto con estrógenos, glucocorticoides e insulina. Ésta es muy importante en el mantenimiento de lactancia. El amamantamiento aumenta considerablemente la producción de prolactina, y en las vacas lecheras se demostró correlación directa entre la prolactina y la producción láctea. (9)

4.25.4 Factor inhibidor de la Prolactina (PIF siglas en inglés)

También conocida como prolactostatin. La liberación de prolactina se da en gran parte bajo control inhibitorio, entonces si la conexión entre el hipotálamo y la glándula pituitaria es roto, los niveles circulantes de prolactina se incrementarán. Mientras tanto los niveles de otras hormonas pituitarias descenderán. Este fenómeno fue observado antes de identificar el factor inhibidor de prolactina, pero

fue usado para postular su existencia. Ahora aparentemente el factor inhibidor de la prolactina podría ser el neurotransmisor dopamina. (9)

4.25.5 Factor liberador de prolactina (PRF por sus siglas en inglés)

Aunque parece que la regulación de la liberación de la prolactina está en gran parte controlado por el control inhibitorio, existen un número de factores estimulantes, como los estrógenos, hormona liberadora de gonadotropina y la hormona liberadora de tirotrópina.

El factor liberador de prolactina es un péptido específico producido por el hipotálamo, esta es liberada de forma intermitente y esto estimula la glándula pituitaria para producir prolactina. (9)

El Ing. Cesar Muroya especialista en administración de hatos lecheros, de origen peruano y escritor del best seller “Como hacer un establo rentable” y el CD de música para vacas, en el cual usa música clásica con ayuda de mensajes subliminales de llamados de terneros y según su experiencia de esta forma se logra estimular también el proceso de liberación de leche. (9)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

- Tres asesores de tesis
- Estudiante investigador
- Ordeñadores
- Dueño de la granja
- 40 vacas raza Jersey.
- Equipo de sonido con teatro en casa para lograr sonido envolvente.
- Extensión para energía eléctrica
- Adaptador de tres espigas a dos
- Energía eléctrica
- Carro para transporte propio
- Sala de ordeño
- Equipo de ordeño
- Hojas para control
- Lapiceros
- Computadora
- Impresora
- Tinta

5.2 Metodología

5.2.1 Descripción de lugar del estudio

La granja se ubica sobre el kilómetro 2.5 camino viejo a Itzapa, en el departamento de Chimaltenango, adelante del presidio del departamento.

Chimaltenango se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano bajo Subtropical, el patrón de lluvias varía entre 1,057 mm. y 1,588 mm. Anual. La biotemperatura va de 15 grados a 23 grados centígrados. Su topografía es en su mayoría plana y la elevación promedio es de 1,950 metros sobre el nivel del mar.
(3)

5.2.2 Manejo del experimento

5.2.2.1 Descripción del manejo actual dentro de la granja

La granja cuenta con un promedio de 46 vacas raza Jersey en ordeño diario. Para el ordeño, el grupo de vacas se encuentra dividido en tres lotes, en base al periodo de lactación en el que se encuentren. De esta forma se encuentra el lote azul que cuenta con vacas recién paridas y que son las máximas productoras, luego el lote verde, las cuales son vacas con menor producción que las anteriores y que ya están gestantes, y las vacas en el último tercio de lactancia, con la menor producción de las tres. El ordeño es mecánico. El primero a las 6:30 am y termina en dos horas, el segundo a las 3:30 pm terminando a las 5:30 pm aproximadamente. El promedio de producción diario es de 22 litros. La alimentación del ganado está basada en heno de pasto Blue Gras, rechazos de cosechas de la industria agrícola del lugar, principalmente brócoli, frijol y oca, durante el periodo del experimento el brócoli es el alimento predominante en la alimentación por la época de producción del mismo. Por último al momento del ordeño les dan una ración de concentrado.

5.2.3 Examen previo al inicio del estudio

Se realizó una prueba auditiva de las vacas, el cual consistió en:

Según explico el dueño del lugar, las vacas son llamadas al área de ordeño,

por su nombre, esta fue la primera prueba.

La segunda consiste en localizar a la vaca, hacer un sonido fuerte en dirección contraria a la cabeza del animal y esperar que esta reaccione.

5.2.4 Manejo del estudio

Duración: 1 mes (noviembre o diciembre). El estímulo tuvo una duración de un mes. Se visito 2 veces a la semana la granja de parte del investigador. Durante todo el período de tiempo que duro el experimento.

Distribución de los animales: Se utilizaron 20 vacas por cada tratamiento, el tratamiento "A" (con estímulo sonoro) y el tratamiento "B" (sin estímulo sonoro); 15 de las vacas de cada grupo son parte del lote azul (máximas productoras) y las otras 5 de cada tratamiento fueron escogidas de los otros lotes.

Estímulo sonoro: Se colocaron cuatro bocinas en las esquinas de la sala de ordeño. El estímulo sonoro fue grabado en la finca Pasajinac.

Uso del estímulo sonoro: Tratamiento "A"; se colocó el estímulo del llamado del ternero, desde el inicio del ordeño hasta su finalización, en los dos ordeños (6:30 am y 3:30 pm). Tratamiento "B"; no se utilizo el estímulo en ninguno de los dos ordeños.

5.2.5 Diseño del estudio

Tipo de estudio comparativo de corte longitudinal, la variable de estudio fue la producción láctea diaria en Kilogramos y acumulada, por vaca. Se utilizo el diseño estadístico experimental de bloques al azar con dos tratamientos y 20 repeticiones cada uno.

5.2.6 Análisis estadístico

Se utilizo Análisis de Varianza (ANOVA).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizó análisis de varianza (ANOVA), los datos de los resultados se observan en el anexo (Cuadro 1, 2 y 3)

Hipótesis: No hay diferencia significativa al utilizar el llamado del ternero, para estimular la eyección de leche a la hora del ordeño

$H_0 \neq H_a$.

Nivel de Significancia 0.05

Tratamiento “A”

Media producción acumulada: 427.40

Media producción diaria: 14.2467

Desviación estándar: 39.6284

Tratamiento “B”

Media producción acumulada: 427.85

Media producción diaria: 14.2617

Desviación estándar: 41.3913

Resultados del Análisis de Variancia

- Variable: Producción acumulada por vaca.
- $P = 0.94$

Decisión: No hay diferencia significativa entre tratamiento “A” comparado con “B”, por lo tanto se acepta H_0 .

- Variable: Promedio de producción diaria por vaca.
- $P = 0.94$

Decisión: No hay diferencia significativa entre tratamiento “A” comparado con “B”, por lo tanto se acepta H_0 .

Bath, DL, en el libro “Ganado Lechero”, dice; “La producción láctea sin embargo puede presentar variaciones, debidas a factores fisiológicos, climáticos, alimenticios, genéticos y zootécnicos diversos, los cuales aunque logremos controlarlos, la producción diaria siempre presentara fluctuaciones del 5 al 6%. Los estímulos externos, distintos del lavado de las ubres, iniciaran el reflejo de expulsión de leche. Un estímulo poderoso para la liberación de oxitocina es la presentación del ternero a su madre. Otros estímulos incluyen ruidos asociados a la ordeña, la alimentación de las vacas, la presencia del ordeñador y el coito. (2) En este estudio se trabajo un periodo de adaptación de 15 días, previo a iniciar la toma de datos, se podría trabajar en futuros estudios, mayores periodos de adaptación.

Según Bath, DL, la mayor parte de la leche se encuentra dentro de la glándula mamaria en los alveolos. Si se logra mayor estimulación y por lo tanto aumento de la presión intramamaria provocada por la compresión que sufren las células mioepiteliales que rodean los alveolos y esto por el efecto de oxitocina, es posible que el estímulo sonoro funcione y se libere mayor cantidad de leche. (2)

Lascano y Holmann, explican otras teorías relacionadas a la presencia del ternero a la hora del ordeño y su efecto en vacas de origen *B. taurus*, *B. indicus* y cruces de ambas. Explican que en animales cruzados *B. taurus* que amamantaban el ternero se encontraron mayores rendimientos, en vacas raza Jersey se encontró que el amamantamiento del ternero tiene un efecto remanente en el aumento de la producción de leche. Existe cierta resistencia a la bajada de leche

en *B. indicus* relacionada a la falta de presencia del ternero, el cual estimula la producción de oxitocina y si no se presenta el ternero a la hora del ordeño, esto puede significar un factor sumamente estresante para este tipo de ganado, ya sea doble propósito o cruces (8).

Se podría utilizar otro tipo de estímulo, según lo explica, Muroya, C. El cual usa una serie de melodías clásicas mezcladas con mensajes subliminales de sonidos del ternero. Así mismo una granja en Madrid, España utilizan la música clásica desde el inicio del ordeño con un concierto para flauta y arpa en Do Mayor de Mozart para lograr el mismo estímulo (9). Otro estudio realizado por el Dr. Adrian North con ayuda de Lían Mckenzey ambos profesores de Psicología en la universidad de Leicester en Reino Unido, encontraron que las vacas tienden a producir más leche cuando están expuestas a distintos tipos de música, el estudio fue probado en 1000 vacas de raza holstein, con el resultado de incremento en el producción de 3% por vaca por ordeño (12).

Sin embargo que no existan resultados positivos en este estudio, no debería ser considerado un fracaso, puesto que cualquier tipo de metodología nueva siempre se encuentra con tropiezos al inicio y ya se han dado resultados positivos con otras variables de este mismo estudio.

VII. CONCLUSIONES

- El estímulo sonoro del llamado del ternero, no produjo ningún efecto sobre la producción láctea diaria y acumulada, del tratamiento "A".

VIII. RECOMENDACIONES

- Aumentar el período de tiempo al cual las vacas se encuentran sometidas al estímulo sonoro.
- Realizar el estudio con otros tipos de estímulos sonoros, como diferentes melodías clásicas, según lo explican autores que se han descrito en esta tesis.
- Probar el estudio con la presencia y el sonido del ternero.
- Buscar lecherías con controles estrictos de manejo y alimentación.

IX. RESUMEN

El propósito principal de la investigación, era lograr el aumento en la producción láctea de un grupo de vacas, bajo el estímulo sonoro del llamado del ternero. El sonido del ternero se colocaba desde el inicio hasta el final del ordeño. Varios de los estudios que se encontraron hacen referencia a que se puede lograr estimular mayor producción láctea, si logramos disminuir el estrés que conlleva el ordeño mismo y aumentar el estímulo de liberación de oxitocina en sangre. Según el doctor Adrian North y Lían Mckenzey, de la universidad Leincester, lograron aumentar en 3% la producción, usando melodías clásicas, Muroya en Peru, utiliza melodías clásicas con mensajes subliminales del llamado del ternero y en España en una lechería utilizan distintas melodías clásicas de Mozart para relajar a las vacas durante el ordeño.

El estímulo sonoro se grabo con un ternero antes de alimentarlo, promedio de duración del ordeño de 1 hora. Se utilizó bloques al azar con dos tratamientos y 20 repeticiones cada uno, y fue un estudio comparativo de corte longitudinal, las variables fueron la producción diaria en kilogramos de leche y acumulada. 20 vacas por tratamiento. Dos ordeños diarios. Se tomo la producción total diaria, por 30 días.

Se aplico un análisis de varianza, con 0.05 nivel de significancia. Hipótesis nula; no hay diferencia significativa entre los tratamientos. Al realizar el análisis se acepto la hipótesis nula, concluyendo que el estímulo sonoro no produjo aumento en la producción diaria y acumulada por vaca del tratamiento "A".

SUMMARY

The main point of the research was to increase the milk production of a group of cows, under the sound stimulus of the called of the calf. The sound of the calf was on since the beginning to the end of milking. Several research make reference that you can stimulate biggest milking production, if you can decrease the levels of stress of the milking process it self and increase the release of oxytocin in blood. According Dr. Adrian North and Lían Mckenzey from the University of Leincester, they managed to increase by 3% the production using classical melodies. Muroya in peru uses classical melodies with subliminal messages of the called of the calf. In a dairy farm in Spain they use different Mozart classical melodies to relax the cows during milking.

The sound stimulus of the called of the calf was recorded before feeding it. Average duration of the milking was one hour. Randomized blocks was used with two treatments and 20 repetitions each one. It was a slitting comparative study. The variables were the daily and accumulated production in kilograms of milk. Each treatment with 20 cows. Two daily milkings. The total daily production was taken for 30 days.

An analysis of variance was applied with significance level of 0.05. The null hypothesis was; No significant difference between treatments. When the analysis was performing the null hypothesis was accepted. Concluding that the sound stimulus no produced increase in daily production and cumulative per cow in treatment "A".

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alais, C. 1981. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Trad. A Lacasa Godina. s.p. Ciudad Editorial Continental. 594 p.
2. Bath, DL; et al. 1982. Ganado Lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios. Trad. A Contín Sanz. 2 ed. Distrito federal, MX, Interamericana. 541 p.
3. De la Cruz, JR. s.f. Clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento. 42 p.
4. Etgen, WM; Reaves, PM. 1985. Ganado lechero. Alimentación y administración. Distrito federal, MX, Limusa. 613 p.
5. Elsevier. 1989. The relationship between teat stimulation, oxytocin release and grunting rate in the sow during nursing (en línea). Suecia. Consultado 14 de sept. de 2012. Disponible en [http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/applan/article/01681591\(90\)90142-Z/abstract](http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/applan/article/01681591(90)90142-Z/abstract)
6. Gasque, R; et al. 2008. Enciclopedia bovina. Distrito federal, MX, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 437 p.
7. Herrera, M; Peña, F; Rodero, E. 2004. Etología aplicada, Protección animal y etnología. s.l., s.e. 461 p.
8. Lascano, C.E; Holmann, F. 1997. Conceptos y metodología en investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Calí, Colombia. CIAT. 285 p.

9. Madridiario. 2010. Ordeño bajo la batuta de Mozart (en línea). Madrid, ES. Consultado 25 de sep. de 2011. Disponible en http://m.youtube.com/#/watch?desktop_uri=%2fwatch%3fv%3DHlieaC5q37w&v=HlieaC5q37w&gl=US
10. Mills, DS; et al. 2010. The encyclopedia of applied animal behaviour and welfare. Massachusetts, USA, CAB International. 1082 p.
11. Muroya, C. 2010. Musica para vacas. (en línea). Lima, P. Consultado 18 de sep. de 2011. Disponible en <http://www.profvak.com/musica.html>
12. North, AC. 1996. Responses to music in the real world. Thesis Ph.D. University of Leincester. UK. s.e. 294 p.
13. Squires, EJ. 2003. Applied animal endocrinology. Massachusetts, USA, CAB International. 234 p.

XI. ANEXOS

CUADRO NO. 1 PRODUCCIÓN ACUMULADA POR VACA Y TRATAMIENTO

Vaca	Tratamiento		Total	Media
	A	B		
1	358	363	721	360.5
2	355	354	709	354.5
3	371	357.5	728.5	364.25
4	383	360	743	371.5
5	367	399.5	766.5	383.25
6	440	391	831	415.5
7	409	435.5	844.5	422.25
8	439	470.5	909.5	454.75
9	459.5	453	912.5	456.25
10	436	453.5	889.5	444.75
11	430.5	423.5	854	427
12	432	448	880	440
13	431	457	888	444
14	441	469.5	910.5	455.25
15	468	455	923	461.5
16	463.5	427	890.5	445.25
17	466.5	457.5	924	462
18	458.5	468	926.5	463.25
19	467.5	463	930.5	465.25
20	471.5	451	922.5	461.25
total	8547.5	8557	17104.5	8552.25
media	427.375	427.85		

Fuente: Elaboración propia

CUADRO NO. 2 PRODUCCIÓN DIARIA POR VACA, TRATAMIENTO “A”

ID Vaca	Tratamiento "A"																														Totales	Medias	
	Producción en Kg vaca/día																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
A1	130	125	135	120	105	110	115	120	110	125	115	105	110	125	130	135	120	125	120	115	120	125	120	115	120	115	120	125	120	115	105	359.0	11.9333
A2	125	125	130	125	110	105	110	115	115	120	110	120	125	130	130	135	125	120	110	120	125	115	120	110	110	120	120	115	110	100	359.0	11.8333	
A3	130	135	135	130	115	110	120	115	110	120	110	125	130	140	145	150	135	120	105	110	115	125	130	120	125	130	120	130	120	110	371.0	12.3667	
A4	130	120	125	120	110	110	115	120	110	125	115	120	130	145	140	150	140	130	130	135	130	140	140	135	135	125	130	130	125	120	389.0	12.7667	
A5	130	130	135	135	115	110	110	120	115	125	110	115	125	145	150	145	135	125	120	115	120	125	120	125	120	125	115	110	105	105	110	367.0	12.2333
A6	150	160	165	160	160	155	160	160	155	160	150	155	160	170	165	160	145	130	135	130	130	125	130	130	135	135	140	130	130	125	440.0	14.6667	
A7	145	150	155	155	140	140	145	150	145	145	135	140	150	160	155	160	150	135	120	125	130	120	115	120	120	115	120	125	115	110	409.0	13.6333	
A8	155	155	160	160	145	150	150	160	155	150	140	150	160	165	165	170	160	145	140	140	135	125	125	130	135	135	140	130	125	135	499.0	14.6333	
A9	140	145	150	150	135	140	145	150	145	160	155	165	160	170	170	165	160	155	150	155	160	160	155	155	160	155	150	155	145	135	499.5	15.3167	
A10	160	165	160	165	155	155	160	155	150	160	150	155	155	165	160	160	150	135	120	125	125	130	135	125	130	125	135	130	130	135	436.0	14.5333	
A11	145	150	155	150	135	140	140	150	150	160	150	165	160	170	165	160	155	145	140	130	135	140	130	130	135	125	130	125	120	120	430.5	14.3500	
A12	140	150	155	155	140	135	145	140	140	150	140	145	155	165	160	155	145	140	140	150	145	150	140	145	140	135	135	130	125	130	432.0	14.4000	
A13	140	145	150	145	140	130	140	145	130	140	130	140	150	160	150	155	145	140	130	135	140	155	145	150	155	145	150	140	135	150	431.0	14.3667	
A14	150	145	160	155	145	150	155	150	145	150	145	155	160	170	160	160	150	150	145	130	135	140	145	150	140	135	140	130	125	135	441.5	14.7167	
A15	155	155	160	150	140	145	150	145	145	145	140	150	160	165	160	170	160	165	160	160	165	170	165	170	165	155	160	150	155	145	468.0	15.6000	
A16	140	145	155	145	135	140	145	150	150	155	150	155	165	170	160	170	165	160	155	160	150	160	160	155	160	155	155	150	155	160	463.5	15.4500	
A17	145	150	160	150	140	150	150	160	160	155	140	155	160	175	170	175	165	160	155	165	150	150	145	150	155	150	160	155	150	160	466.5	15.5500	
A18	150	150	160	160	145	145	150	150	145	150	140	155	150	170	165	160	150	145	150	140	145	150	155	150	155	160	160	155	160	165	499.5	15.2833	
A19	160	165	160	155	140	150	155	150	145	155	150	160	165	175	160	170	160	155	150	160	145	155	150	150	160	155	160	155	155	150	467.5	15.5833	
A20	150	145	155	145	130	140	150	155	150	155	145	160	160	170	160	175	165	160	155	160	155	165	165	160	170	165	170	170	160	150	471.5	15.7167	
Total	287.0	291.0	302.0	293.0	268.0	271.0	281.0	286.0	277.0	290.5	272.0	289.0	299.0	320.5	312.0	318.0	298.0	284.5	273.0	277.0	276.0	283.0	279.0	278.0	281.5	276.0	282.0	272.0	266.0	265.0	8548.0	284.9333	

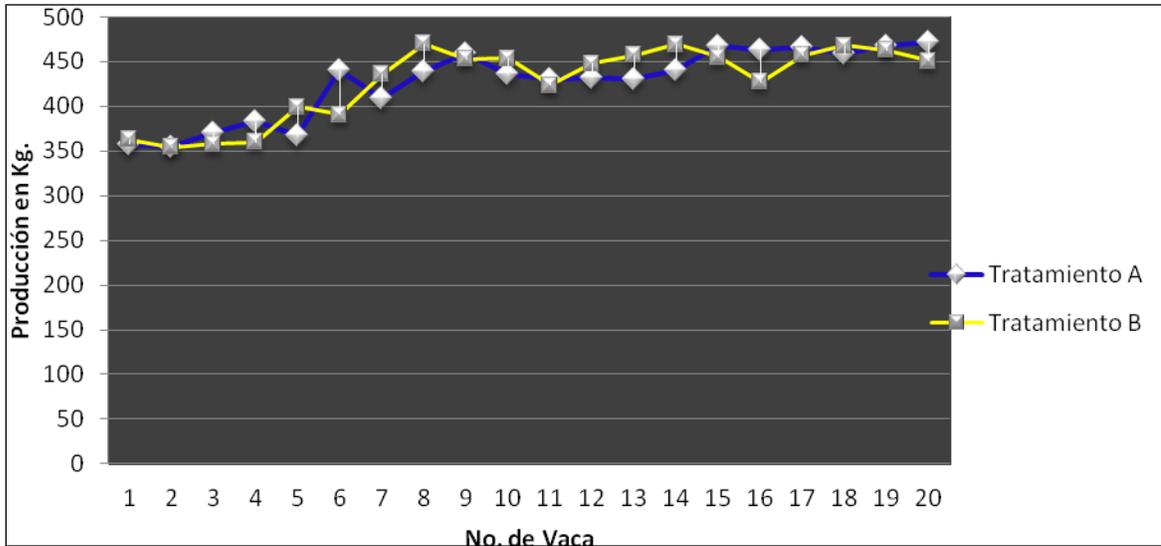
Fuente: Elaboración propia

CUADRO NO. 3 PRODUCCIÓN DIARIA POR VACA, TRATAMIENTO “B”

ID Vaca	Tratamiento "B"																														Totales	Medias
	Producción en kg/vaca/día																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
B1	120	130	115	110	110	120	110	115	120	125	110	115	120	135	135	140	125	120	110	115	120	125	120	130	125	135	130	120	115	110	363.0	12.1000
B2	115	120	110	105	100	115	105	110	110	120	115	125	130	140	140	135	115	115	110	120	115	115	125	120	120	130	130	115	105	110	354.0	11.8000
B3	130	135	125	115	110	125	115	115	110	115	105	110	120	135	130	105	110	105	115	120	125	130	135	130	120	125	115	110	100	357.5	11.9167	
B4	125	130	120	115	125	125	120	120	115	125	110	120	125	140	140	145	130	125	115	115	105	110	115	110	115	110	115	120	110	360.0	12.0000	
B5	135	140	140	130	135	145	130	140	140	145	135	145	150	155	155	135	130	125	120	115	130	125	120	115	115	125	130	120	120	115	399.5	13.3167
B6	135	150	135	130	130	135	135	140	135	140	130	145	155	165	160	160	145	135	130	120	120	110	115	105	110	100	115	110	105	391.0	13.0333	
B7	150	150	145	135	135	130	130	140	145	145	135	150	155	175	170	170	155	145	145	155	150	140	145	135	140	130	145	140	135	135	435.5	14.5167
B8	160	165	160	150	155	160	160	155	150	160	145	155	160	175	175	180	165	165	155	160	160	155	155	150	160	150	150	140	140	135	470.5	15.6833
B9	155	165	145	135	140	150	145	155	155	165	155	160	165	170	170	165	150	155	140	145	140	150	145	155	150	145	135	130	140	453.0	15.1000	
B10	150	160	155	140	145	155	150	145	140	150	145	145	150	160	165	170	155	150	150	155	155	160	150	155	160	145	150	140	140	145	453.5	15.1167
B11	145	155	140	135	135	145	130	145	150	145	135	140	140	155	150	155	135	130	130	135	125	130	135	140	145	150	160	145	140	135	423.5	14.1167
B12	165	170	170	160	155	160	150	150	145	150	140	145	155	165	165	160	145	140	135	130	130	140	145	135	140	155	150	150	145	145	448.0	14.9333
B13	145	160	160	150	150	165	160	170	165	170	155	160	165	170	165	170	155	155	145	140	135	140	150	145	145	140	135	135	130	140	457.0	15.2333
B14	160	170	160	155	160	170	155	160	160	155	145	150	155	160	160	170	160	165	160	155	150	150	160	155	160	150	145	155	140	145	469.5	15.6500
B15	155	165	150	140	155	160	145	150	155	155	145	155	160	170	170	165	145	140	140	135	135	140	140	155	150	160	160	150	150	155	455.0	15.1667
B16	135	145	145	130	135	145	130	140	135	145	135	140	150	155	155	140	130	135	140	145	145	150	160	155	150	145	145	135	130	135	427.0	14.2333
B17	145	150	140	135	135	150	145	150	140	155	150	160	170	175	170	170	155	150	150	160	160	150	155	145	150	155	155	150	145	155	457.5	15.2500
B18	150	155	150	130	140	165	155	155	160	170	160	160	165	170	165	175	155	145	140	155	150	155	160	165	165	160	150	155	145	145	468.0	15.6000
B19	160	170	165	145	155	160	150	160	155	165	155	155	160	165	165	170	150	145	145	160	160	150	150	155	145	140	140	145	150	140	463.0	15.4333
B20	145	155	140	135	145	150	140	155	150	160	155	155	165	170	160	165	150	140	145	140	150	155	145	145	150	155	150	145	150	145	451.0	15.0333
Total	2880.0	3040.0	2870.0	2680.0	2750.0	2930.0	2760.0	2870.0	283.5	2960.0	2760.0	2890.0	3015.0	3200.0	3160.0	3200.0	2870.0	2790.0	2710.0	2770.0	2740.0	2780.0	2820.0	2830.0	2810.0	2830.0	2810.0	2710.0	2650.0	2650.0	8571.0	285.2333

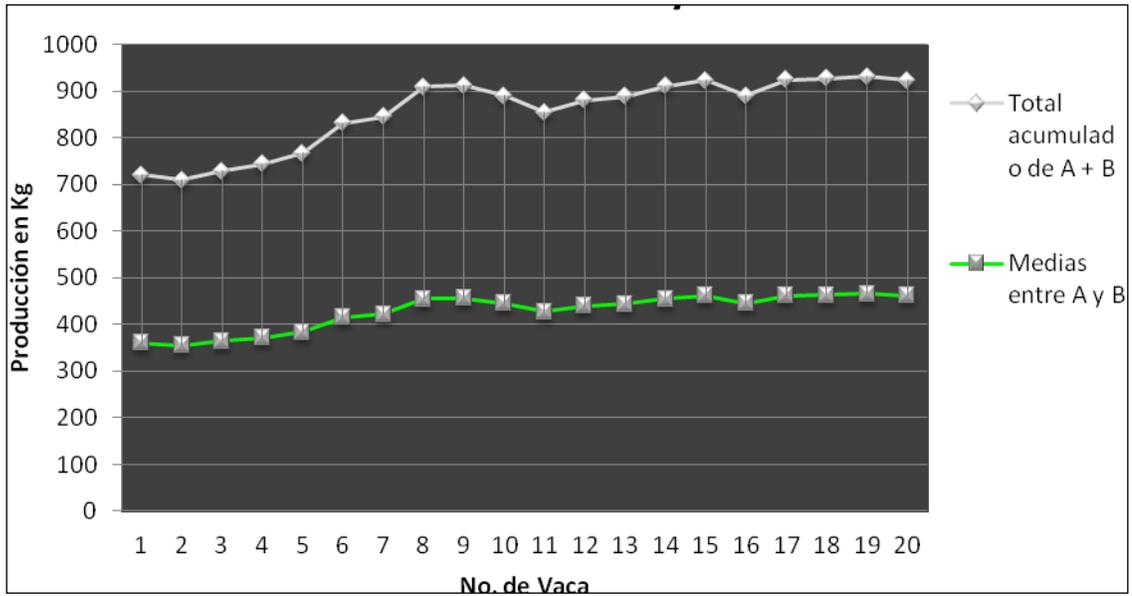
Fuente: Elaboración propia

Figura No. 1 Producción diaria por vaca



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 3 Totales acumulados y medias



Fuente: Elaboración propia

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

**EVALUACIÓN DEL EFECTO SONORO DEL LLAMADO DEL
TERNERO A LA HORA DEL ORDEÑO, PARA ESTIMULAR LA
PRODUCCIÓN LACTEA DE UN HATO LECHERO DE VACAS
RAZA JERSEY ESTABULADAS.**

f. _____
Carlos Ernesto Morales Reynoso

f. _____
M.A. Manuel Eduardo Rodríguez Zea
ASESOR PRINCIPAL

f. _____
MSc. Fredy Rolando González
Guerrero
ASESOR

f. _____
M.A. Rember Rafael Arriola Molina
ASESOR

f. _____
M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. _____
M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO

