



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESTUDIO RETROSPECTIVO DE LA PRODUCCIÓN DE
LECHE EN VACAS F1 (Holstein X Cebú), CON Y SIN
TRATAMIENTO DE OXITOCINA EN EL TRÓPICO.**

TESIS

**PRESENTADA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

POR:

FERNANDO RAMÍREZ CASTRO

**Asesores: MPA MVZ Héctor Basurto Camberos
MPA MVZ Adriana Saharrea Medina**

México D.F.

2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Dios gracias por todo el amor y las oportunidades que me brindas, espero que este avance sea para caminar a tu lado y que sea inicio de una vida para glorificar tu nombre, con mi labor, permíteme tener confianza en ti, para así lograr grandes cosas en tu santo nombre.

A mis padres: Fiero y Rose, por su gran apoyo incondicional, que me han ofrecido, gracias por su paciencia, por la grandiosa educación, por ser los guías en mi vida, este trabajo es solo una pequeña parte de lo que han hecho de mi y no encuentro palabras para expresar la admiración que tengo por ustedes, son grandes y tengo la fortuna de llamarles padres.

A mi hermana, por sus numerosos apoyos durante nuestra convivencia, Janice, que crees... otra vez, sigues tú.

A Shensi, Henry, Zoe, Hugo, Paco y Luis.

A mis familiares con los que eh compartido momentos grandiosos, gracias. Es difícil pero reconfortante, no existen los pretextos, así que primos, sobrinos... échenle ganas, solo así se triunfa.

A mis amigos en especial al MI Israel de Jesús García Muñoz y a Julio Cesar Guzmán García.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores Héctor Basurto y Adriana Saharrea, por la amistad, el apoyo y guía durante la realización de este trabajo, también por brindarme la oportunidad de participar en él, les doy las gracias por compartir sus conocimientos durante la estancia en “El Clarín”.

A Ana Carolina Leme de Magalhaês Labarthe y Miguel Ángel Alonso Díaz por el apoyo incondicional en la interpretación del análisis estadístico del presente.

A mi Universidad por todas las oportunidades que nos brinda, a mi Facultad fuente de nuestro saber, a los profesores de la FMVZ por ser guía de miles de aspirantes a la medicina veterinaria... que orgullo ser creado en CU.

Al CEIEGT y cada uno de los académicos por brindarme el apoyo durante mi residencia en el Centro como residente y darme el privilegio de ser parte de las investigaciones. Así mismo les agradezco al personal administrativo, los trabajadores del ordeño y vigilantes, por brindarme su amistad y apoyo.

A mis compañeros de cuarto por su amistad Benjamín Hernández Lima, Salvador Hernández Zarco y Fran E. Miguel Reyes, así como a los que compartieron conmigo la residencia en este centro.

A mis padres por financiar mi estancia en el CEIEGT.

A mi honorable jurado, conformado por: la Dr. María Rebeca Acosta Rodríguez, el MVZ Epa José Ignacio Sánchez Gómez, el Dr. Joel Hernández Cerón, el Dr. Carlos Galina Hidalgo y el MVZ MPA Héctor Basurto Camberos.

Este proyecto de tesis está financiado por el Proyecto PAPIIT “Efectos de la oxitocina sobre la función lútea, ciclo estral, fertilidad y eficiencia reproductiva en vacas de doble propósito”. Con No. IN217707. Responsable: MPA MVZ Héctor Basurto Camberos.

CONTENIDO

Tema	Página
I RESUMEN.....	1
II INTRODUCCIÓN.....	3
II.1. Revisión de Literatura.....	7
II.2. Objetivos.....	13
III MATERIAL Y METODOS.....	14
III.1. Localización.....	14
III.2. Fuente de información.....	14
III.3. Alimentación.....	16
III.4. Reproducción.....	16
III.5. Medicina preventiva.....	17
III.6. Ordeño.....	17
III.7. Sin amamantamiento.....	18
III.8. Amamantamiento restringido.....	19
III.9. Análisis de datos.....	19
IV RESULTADOS.....	21
IV.1. Producción total de leche (Kg).....	21
IV.2. Duración de la lactancia.....	22
IV.3. Intervalo entre partos.....	24
IV.4. Producción de leche por intervalo entre partos.....	24
IV.5. Promedio de la producción diaria de leche.....	26
IV.6. Información adicional.....	27
IV.6.1. Análisis costo beneficio.....	27
V DISCUSIÓN.....	28
V.1. Producción total de leche (Kg).....	28
V.2. Duración de la lactancia.....	30
V.3. Intervalo entre partos.....	31
V.4. Producción de leche por intervalo entre partos.....	31
V.5. Promedio de la producción diaria de leche.....	32

V.6.	Conclusiones.....	36
VI	REFERENCIAS.....	37
VII	FIGURAS.....	48
VIII	CUADROS.....	49
VIII.1.	Distribución del número de lactancias.....	49
VIII.2.	Producción total de leche (Kg) en vacas F1 (HxC).....	50
VIII.3.	Duración de la lactancia en vacas F1 (HxC).....	52
VIII.4.	Intervalo entre partos en vacas F1 (HxC).....	54
VIII.5.	Producción de leche por intervalo entre partos en vacas F1 (HxC).....	56
VIII.6.	Promedio de la producción diaria de leche en vacas F1 (HxC).....	58
VIII.7.	Análisis costo:beneficio.....	60

INTRODUCCIÓN.

La leche fluido sintetizado y secretado por la glándula mamaria, alimento natural para el crecimiento y desarrollo de los mamíferos en las primeras etapas de la vida, provee la primera protección inmunológica del recién nacido y aporta los elementos necesarios para garantizar su sobrevivencia y desarrollo. La leche de vaca proporciona energía en forma de lactosa y grasa; aminoácidos en forma de proteínas; así como una fuente de anticuerpos, vitaminas y minerales, que en conjunto forman más de 100 sustancias nutritivas que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión.^{1, 2, 3}

Históricamente, el consumo de leche de vaca ha sido muy importante, por lo cual, en varios países como México, forma parte de las estrategias alimentarias gubernamentales. Por esas razones la producción de leche de vaca es una de las principales actividades pecuarias, económicamente importantes, de acuerdo con la FAO (2001), el consumo de leche cubre más del 20% de las necesidades energéticas, 25% de las proteínas y el 50% del calcio; se ha demostrado que la leche es un elemento alimenticio necesario en varias de las etapas de la vida del ser humano, cuyos nutrientes garantizan el crecimiento y desarrollo.

Se estima que la población mundial consume anualmente cerca de 657 millones de toneladas de leche, ya sea fluida o en sus diferentes derivados. En los últimos diez años el consumo total de leche en países desarrollados y en vías de desarrollo ha crecido a una tasa media anual de 4%.^{4, 5, 6} En México, de 1990 a 2003, el consumo nacional aparente creció en 22.28%.⁷

En el estado de Veracruz en el año 1996, la población ganadera dedicada a la producción de leche fue de 125,589 cabezas, las cuales para el año 2005 se redujeron a 58, 765 cabezas; sin embargo, la producción de leche se incrementó en el mismo periodo de 552 millones de litros de leche en 1996 a 660 millones de litros de leche en 2005.^{8, 9} Este fenómeno sugiere que los modelos productivos del trópico húmedo en Veracruz, a pesar de que siguen siendo en su mayoría sistemas de doble propósito, han mejorado la producción de leche a través de la incorporación de varios de los factores que intervienen en la producción (zootecnia, genética, fisiología propia del ganado, salud, alimentación, clima, e introducción de nuevas tecnologías).^{7, 10, 11}

En México durante muchos años, se ha intentado mejorar la producción de leche, debido a la necesidad de proporcionar este fluido alimenticio a la población; el país se ha caracterizado, por ser uno de los principales importadores de leche de vaca a nivel mundial, de tal manera que el trópico mexicano, se ha visto como una de las alternativas más viables para mejorar la producción de leche, debido a sus recursos naturales forrajeros que representan una fuente alimenticia apropiada y económica para los rumiantes, por lo cual, estas zonas, son adecuadas para mitigar el déficit de producción de leche.^{12, 13}

El ganado de las regiones tropicales es representado por el *Bos indicus* cuya función zootécnica principal no es la producción de leche, por lo cual, en la búsqueda de utilizar estas regiones para la producción de leche, se introdujeron razas puras europeas, como la raza Holstein o la raza Suizo importados de países templados como Canadá y Estados Unidos, las cuales al llegar al medio tropical, perdieron su confort fisiológico, pues las condiciones ambientales son extremas en

cuanto a elevadas temperaturas y altos porcentajes de humedad relativa; aunado a una alimentación por pastoreo en praderas con forrajes de mala calidad nutritiva, no lograron expresar el nivel productivo esperado, resultando índices bajos de producción y una mortalidad elevada.

En otros intentos por mejorar la producción de leche, se introdujeron sementales para monta directa, pero todos estos proyectos fracasaron rotundamente con resultados desastrosos y la muerte de animales por la falta de adaptación al clima, así como por la alta susceptibilidad a enfermedades locales (Babesiosis, Anaplasmosis), descartándose la introducción de razas puras y recomendándose el uso de la inseminación artificial.

Por ello, la alternativa, ha sido el uso de la resistencia y adaptación que tiene el ganado local (*Bos indicus*), en diferentes esquemas de cruzamiento con el ganado europeo (*Bos taurus*). Al utilizar la raza cebú por su alta rusticidad y resistencia al medio y enfermedades, así como su alta capacidad para el aprovechamiento del forraje en pastoreo directo, en cruzamiento con las cualidades del ganado especializado (*Bos taurus*), se ha buscado obtener un híbrido que herede las características de precocidad y alta producción del ganado europeo y la resistencia del ganado local. De los diferentes esquemas de cruzamiento, el que mejores rendimientos ha mostrado, ha sido la primera cruce (primera generación filial), en donde los índices de crecimiento, la eficiencia reproductiva y también la producción de leche son adecuados, mostrando tener menor estrés durante el ordeño mecánico, comparado con el ganado cebú.

Sin embargo, al ser producciones bajo sistemas de doble propósito, se ha demostrado ampliamente que el amamantamiento o el estímulo del becerro

bloquea la actividad ovárica, provocando una baja eficiencia reproductiva, por lo que los productores en aras de mejorar la eficiencia reproductiva y aumentar la cantidad de leche disponible para la venta, han querido eliminar el amamantamiento y alimentar a los becerros con la introducción de sistemas de crianza artificial utilizando sustitutos de leche. Sin embargo, al tecnificarse la producción del ganado F1 (HxC), se observaron problemas con el bajado de la leche, ya que además de adquirir las características de resistencia al medio del ganado local, también heredan un tipo de comportamiento de carácter materno, el cual tienen muy acentuado, dificultando en cierto modo, el ordeño o la producción de leche, debido a que las vacas bajan la leche solamente en presencia o con estímulo del becerro.

Al tratar de eliminar el amamantamiento se provoca un cambio en la estructura del esquema de producción de leche de doble propósito, hacia un sistema especializado, en donde el ordeño no es suficiente estímulo para lograr el bajado de la leche, provocando efectos contraproducentes como una baja productividad, problemas en la salud de la ubre, entre otros, problema que es resuelto por los productores recurriendo a la inyección de oxitocina en cada ordeño, teniendo que estar aplicando la oxitocina para el bajado de la leche.^{8, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20}

RESUMEN

Ramírez Castro Fernando: ESTUDIO RETROSPECTIVO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS F1 (Holstein X Cebú), CON Y SIN TRATAMIENTO DE OXITOCINA EN EL TRÓPICO. (Bajo la asesoría de: MPA MVZ Héctor Basurto Camberos y MPA MVZ Adriana Saharrea Medina).

Se analizaron retrospectivamente, los efectos de la aplicación diaria de oxitocina sobre los parámetros de la producción de leche en vacas F1 (Holstein X Cebú) doble propósito en condiciones tropicales. Se usaron las bases de datos y registros de los últimos cinco años (2003 – 2008), del Módulo de Producción de Carne y Leche “El Clarín”, perteneciente al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, UNAM-FMVZ. Se analizaron 476 lactancias completas para determinar los parámetros: cantidad (kg) promedio de leche producida por día (PPdL) y por lactancia (PT); duración de la lactancia (DURALAC); intervalo entre partos (IEP) y producción de leche (kg) por día de intervalo entre partos (PLIEP). Se consideraron los efectos de número de lactancia, tipo de ordeño (con y sin amamantamiento), año y época de parto (secas, lluvias y nortes). Se realizó el análisis de varianza de los cuadrados mínimos con un alfa de $P < 0.05$. La PT fue mayor ($P < 0.01$) en el grupo de vacas tratadas con oxitocina que el grupo testigo ($2372.47 \pm 54.2 \text{ kg}$ vs $1761.1 \pm 51.6 \text{ kg}$); la DURALAC fue mayor ($P < 0.01$) en el grupo de vacas tratadas con oxitocina que el grupo testigo (309.9 ± 5.3 días vs 263.3 ± 5 días); el IEP no difirió ($P > 0.05$) por efecto del tratamiento con oxitocina; la PLIEP fue mayor ($P < 0.01$) en el grupo de vacas tratadas con oxitocina que el grupo testigo ($5.4 \pm 0.1 \text{ kg/IEP}$ vs $4.2 \pm 0.1 \text{ kg/IEP}$); el

PPdL fue mayor ($P < 0.01$) en el grupo de vacas tratadas con oxitocina que el grupo testigo ($7.6 \pm 0.1 \text{kg}$ vs $6.6 \pm 0.1 \text{kg}$). Se puede concluir que el uso de la oxitocina para el bajado de la leche, es económicamente remunerable.

REVISIÓN DE LITERATURA

En 1915 Gaines (21), descubrió que la administración de un extracto hipofisiario posterior, produjo contracciones de los alveolos y la consiguiente eyección de leche de la glándula mamaria; el fenómeno fue confirmando en 1941 por Ely y Peterson (22), quienes observaron el mismo efecto en una glándula mamaria desnervada. Hoy en día se sabe que la responsable de dichos efectos es la oxitocina. Esta hormona de composición peptídica, sintetizada en los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo, y liberada a la circulación sanguínea, estimula el miometrio, provocando la contracción, cuando hay una estimulación en la cópula, apoyando así el transporte espermático (en sinergia con las prostaglandinas del plasma seminal); también en la última parte de la gestación estimula la contracción uterina para el parto, desencadenando el reflejo de Ferguson, iniciándose cuando el feto se acomoda en el canal pélvico y estimula el cérvix.²³

También la oxitocina forma parte del sistema de retroalimentación positiva para causar la luteólisis, ya que, es el estímulo que desencadena la síntesis y liberación uterina de la prostaglandina F₂α (PGF₂α), que con el cuerpo lúteo a producir oxitocina, hasta que la PGF₂α termine destruyendo el cuerpo lúteo.²³

Durante la lactancia, diversos estímulos aferentes, como lo es la acción de mamar, o el estímulo cervical, hacen su acción en los núcleos hipotalámicos liberando y aumentando las concentraciones séricas de la oxitocina, pudiendo existir estímulos por centros cerebrales superiores mediante respuestas condicionadas o estímulos externos.

La expulsión o “bajada” de la leche es el resultado de la contracción estimulada por la oxitocina, de las células mioepiteliales que rodean a los alveolos. Este reflejo de expulsión de leche puede ser inhibido, con varios estímulos estresantes (dolor, miedo y alteraciones etológicas), evitando que la oxitocina sea liberada o que llegue a su órgano blanco.²³

El 20% de la leche almacenada en la ubre de la vaca baja sin las contracciones mioepiteliales de la glándula mamaria siendo necesaria una estimulación para la liberación de la oxitocina y con ello lograr el bajado del 80 % de la leche restante que se encuentra en los sistemas capilares de los lobulillos de la ubre.^{24, 25, 26} Está demostrado que los niveles de oxitocina para que el bajado de la leche ocurra son los mismos para todo tipo de ganado; sin embargo, para los bovinos cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*), se necesita un estímulo mayor y más específico, ya que es necesaria la presencia del becerro.¹⁴ En ambos casos, existe una fracción de leche residual que representa entre 10 y 30%, que se encuentra en el lumen de los alveolos y requiere de concentraciones de oxitocina mayores a las fisiológicas para su expulsión, al menos de 10UI de oxitocina EV; este fenómeno ocurre tanto en vacas especializadas como sus cruces con ganado cebú.^{24, 25}

Se ha observado en vacas con diferentes grados de cruzamiento entre *Bos taurus* y *Bos indicus*, que la síntesis y secreción de leche ha sido mayor para las vacas que tenían contacto con sus becerros, en comparación con las que únicamente son ordeñadas. Ya que la frecuencia del vaciado de la ubre, incrementa la síntesis de leche. El amamantamiento se asocia con una elevación de la oxitocina, siendo superior en vacas que se ordeñan y amamantan, en comparación con vacas que únicamente se ordeñan.^{26, 27}

Se ha reportado una producción de 3.7kg más con amamantamiento, sugiriendo que el doble estímulo del ordeño y el amamantamiento se traducen en mayor frecuencia y rapidez de la liberación de la oxitocina, favoreciendo la síntesis de más leche.²⁸ Las concentraciones máximas de oxitocina se encuentran durante el amamantamiento, incluso en grupos donde ambos sistemas fueron usados (ordeño mecánico y amamantamiento); sin embargo, los picos más altos fueron alcanzados durante el ordeño.¹⁹

Aun así, el amamantamiento en diferentes modalidades es la práctica más común de crianza de becerros en el trópico húmedo.²⁹ No obstante, a pesar de lograr buenos índices de crecimiento en las crías, repercute negativamente en la eficiencia reproductiva (<60%) y disminución en la cantidad de leche destinada al consumo humano (<7kg/vaca/día).³⁰

En la búsqueda de alternativas para incrementar la cantidad de leche para consumo humano, los productores de las zonas tropicales, bajo sistemas de doble propósito, están cambiando el amamantamiento directo de los becerros por sistemas de crianza artificial; no obstante, el ordeño sin la estimulación (apoyo) del becerro impide la eyección total de la leche y solamente se evacúa la de las cisternas de la ubre, reteniendo la que se encuentra dentro del parénquima glandular. Kaskous et al (31) encontraron en el ganado Shami falta de liberación de oxitocina durante el ordeño, sin la presencia de sus becerros;^{25, 26} así mismo, en el ganado bovino cruzado se necesita la presencia de su becerro para tener suficiente secreción de oxitocina, durante el ordeño.²⁷ Además la falta del apoyo del becerro provoca efectos contraproducentes adicionales, tales como: menor producción, menor duración de la lactancia y diferentes grados de mastitis.³²

Por la distribución de la leche en la ubre, un ordeño sin una pre-estimulación, puede causar una reducción o incluso la interrupción total del flujo de leche después de la remoción de la fracción de la cisterna; cuando el becerro que está apoyando el ordeño es destetado o retirado, existe un decremento e incluso cese de la producción de leche y es posible que las vacas se acostumbren a un ordeño sin becerro; sin embargo, se considera que la lactancia será de menos duración.^{27,}

33, 34

En los últimos años, los productores han resuelto esta problemática con la aplicación de oxitocina diariamente al iniciar el ordeño y sometiendo a los becerros a sistemas de crianza artificial utilizando sustitutos de leche (más económicos que la leche), o en su defecto, usar la misma leche en temporadas excedentes, con lo cual han incrementado sustancialmente la cantidad de leche para venta (>75%) y con ello su liquidez.^{20, 35}

Se ha documentado que la oxitocina incrementa la producción de 10% a 12% en el ganado bovino especializado, específicamente durante la fase descendiente de la curva de lactancia, que se explica en función al grado de evacuación de la ubre, al extraer la leche residual.^{36, 37} Sin embargo, existen reportes que sugieren que este aumento en la producción, sea por un acción en el metabolismo de la glándula mamaria y en consecuencia un aumento real de la síntesis de leche,^{38, 39} así como una acción antiapoptótica del epitelio secretor en la glándula mamaria.^{40,}

⁴¹ No obstante, existen corrientes científicas controversiales, al sostener que la oxitocina, per se, no incrementa la producción de leche.^{42, 43, 44}

Se ha demostrado la presencia de receptores para oxitocina en los lactotrofos, lo cual sugiere, que la oxitocina tiene además un papel directo en la síntesis de leche, tal como se ha evidenciado en mujeres, conejos y marmotas lactantes.⁴⁵

Un aspecto más, que refuerza el papel de la oxitocina en el incremento de la producción de leche, es que con el vaciado de la ubre, elimina la glicoproteína FIL (Feedback Inhibitor of Lactation) de la glándula mamaria, por lo que al no ejercer una retroalimentación negativa local, la síntesis de proteína y lactosa, no se detiene; por esta razón, al existir una contracción adecuada del mioepitelio y expulsión de leche alveolar, se reducen la presión intra-alveolar y las concentraciones de FIL. Nostrand (44), demostró un aumento de la producción de leche (10-12%) de vaca, mediante la administración diaria de oxitocina.⁴⁶

No se han demostrado efectos negativos en la liberación de la oxitocina endógena al existir tratamientos crónicos con oxitocina³³; sin embargo, al ser suspendida se reduce de forma espontánea la extracción de la fracción residual de leche e incluso en algunos casos la reducción total de la eyección de leche, ocurriendo esto si la hormona se deja de administrar, al menos por una semana.³⁵

Al existir resultados aparentemente positivos, el uso de la oxitocina se ha adoptado y generalizado en gran parte de la región tropical del golfo de México, así como en la costa del Pacífico, con la posibilidad de hacerse una práctica común en la región tropical de América Latina, de la cual, aproximadamente el 78% de vacas ordeñadas corresponde a modelos de doble propósito.^{32, 47, 48}

Dado que la mayoría de la información de los efectos de la oxitocina sobre la producción de leche se ha derivado de estudios en vacas lecheras especializadas en estabulación o de modelos experimentales en tejido aislado, y dada la

importancia que el uso de la oxitocina está adquiriendo en la ganadería tropical, es necesario realizar estudios que demuestren los efectos de la oxitocina sobre los parámetros de la producción de leche en lactancias completas, así como los factores asociados en los sistemas de producción de leche de doble propósito en pastoreo.

La sustentabilidad de la producción lechera no sólo depende de características productivas, ya que el comportamiento reproductivo de las vacas es parte elemental de la producción de leche; en interacción, ambos eventos se reflejan en los costos y en los niveles de producción alcanzados. El período comprendido entre dos partos consecutivos (Intervalo entre partos), es una medida frecuentemente utilizada en la evaluación de la eficiencia reproductiva de un hato. La reducción en este período aumenta los partos y en consecuencia, la producción de leche por vida útil de la vaca. Razón por la cual múltiples autores como: Leme (49), Enríquez (50), Madalena (51), Martínez (52), Nagare (53), Osorio (54), Rivera (55), Taneja (56), Teodoro (57) y Vaccaro (58) entre otros, han usado la producción de leche por intervalo entre partos, como una medida de producción y reproducción, conjunta, teniendo una importancia económica elevada.

Objetivo.

Analizar retrospectivamente los efectos de la aplicación diaria de oxitocina sobre los parámetros de producción de leche en vacas de doble propósito en pastoreo en el trópico húmedo de México.

Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros de producción de leche: cantidad (kg) de leche producida por día y por lactancia, duración de la lactancia, intervalo entre partos y producción de leche (kg) por día de intervalo entre partos, en vacas F1 (Holstein x Cebú) que han sido sometidas y no al tratamiento con oxitocina, en condiciones de pastoreo en el trópico húmedo.
- Determinar el efecto de otros factores tales como: número de lactancia, tipo de ordeño, época de parto y año de parto, sobre los parámetros de producción de leche en las vacas que fueron o no tratadas con oxitocina.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Localización.

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), dependiente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ubicado en el municipio de Tlapacoyan, en el Estado de Veracruz, en el Km 5.5 de la carretera Federal Martínez de la Torre – Tlapacoyan, a una altitud de 151 msnm. La clasificación climatológica corresponde al tipo: Af(m)w”(e), trópico caliente húmedo, con tres épocas definidas: 1) secas: marzo-junio; 2) lluvias: julio-octubre; y 3) nortes (invierno): noviembre-febrero. Las condiciones climatológicas prevaecientes promedio, son: temperatura media anual de 23.9°C, con una variación de 8°C a 40°C y precipitación pluvial anual de 1931mm ± 334mm.^{59, 60, 61}

Fuente de información

La información se obtuvo de los registros de producción y reproducción de los últimos cinco años (2003-2008), correspondientes al Módulo de Producción de Bovinos de Doble Propósito del CEIEGT; se utilizaron un total de 476 lactancias completas, correspondientes a 157 vacas F1 (Holstein x Cebú), de donde se extrajo la información para determinar los parámetros de producción de leche, tales como:

- Fecha y número de parto.
- Fecha del siguiente parto.
- Fecha de inicio de la lactancia.
- Fecha de término de la lactancia.

- Producción individual de leche por día (kg).

Con esta información se calcularon los promedios de:

- Producción de leche/vaca/día (kg).
- Duración de la lactancia (días).
- Producción de leche/vaca/lactancia (kg).

Y en combinación con la información de los eventos reproductivos, se calculó:

- Intervalo entre parto (días).
- Producción de leche/vaca/día de interparto (producción total vaca en kg/días de intervalo entre partos).

Dicha información fue capturada y se conformó una base de datos general con la información de las 157 vacas F1 (HxC) en estudio, así como:

- Identificación animal (según el aretado de los registros del CEIEGT).
- Tratamiento (con inyección diaria de 20 UI de oxitocina durante toda la lactancia y sin tratamiento en toda la lactancia).
- Sistema de crianza de becerros o tipo de ordeño (sin amamantamiento y amamantamiento restringido).
- Año (de inicio la lactancia).
- Época (de inicio de lactancia).

El Cuadro 1 muestra la distribución de la población en estudio categorizando los factores que alteran a la población, con respecto a su producción.

Alimentación

En los últimos cinco años, la alimentación de las vacas en producción no ha tenido variaciones significativas; se alimentan en pastoreo bajo un esquema rotacional. Se ocuparon 46.31 hectáreas, divididas en 18 potreros, utilizando el potrero por dos días y un descanso de 30 días, manteniendo una carga animal aproximada promedio de 2.5 UA/ha. Las praderas se conforman de pastos nativos (*Axonopus* spp, *Paspalum* spp), e introducidas (*Panicum máximum*, *Cynodon plectostachyus*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria humidicola*, *Pennisetum purpureum*, Taiwán Mulato (*Brachiaria brizantha* x *Brachiaria rusiencis*), *archis pinto* y *Desmodium triflorum*).

Dependiendo de la época (secas, lluvias, nortes o invierno) y de la situación comercial de la leche en la región, el pastoreo se modifica en función al tipo de crianza, siendo un pastoreo rotacional líderes y seguidoras al existir el amamantamiento restringido, o un pastoreo rotacional intensivo al tener un sistema de crianza artificial. Durante el ordeño se ofrece un complemento alimenticio con concentrado comercial (16% PC) a razón de 2kg vaca/día, así como agua y sales minerales ad libitum.^{62, 63}

Reproducción

El manejo reproductivo comprende de un empadre estacional, en dos épocas de 45 días cada uno: nortes (enero-febrero) y lluvias (septiembre-agosto), las vacas deben de estar clínicamente sanas a una condición corporal en un rango de 2.5 a 3 (escala de 1-5), y las novillonas se exponen por primera vez a los 350kg,

llevándose a cabo con inseminación artificial (IA) y 30 días de monta natural (MN), utilizando programas de sincronización indistintos.^{62, 64}

Medicina preventiva

Se lleva a cabo con un calendario de vacunación anual contra derriengue y cada 6 meses contra leptospirosis, pasterelosis y clostridiasis. Además el uso de antiparasitarios endógenos, bajo diagnóstico por análisis coproparasitológicos y únicamente en el periodo seco contra fasciolosis; en el caso de ectoparásitos se realizan baños de aspersion periódicos (20-30 días).

Ordeño

Todas las vacas, se ordeñaron mecánicamente una vez al día desde el primer día de parto, la producción de leche individual se registra a partir del quinto día postparto. La sala de ordeño es de parada convencional con una capacidad de 4 plazas/tiempo. El ordeño se inicia a las 7:30 horas y termina a las 11 horas. Al momento de ordeñar, se ofrece un complemento alimenticio con concentrado comercial con 16% de proteína cruda, a razón de 2 kg por vaca.

Previo al ordeño, como medidas zoonosanitarias, se realizó el lavado de la ubre con agua, posteriormente el despunte, en donde se realiza la prueba de tazón de fondo oscuro y una desinfección por medio de la aspersion de una solución de hipoclorito de sodio al 10%, finalizando con el secado individual de las tetas; así mismo se utilizó un sellador comercial a base de clorhexidina para el sellado de los pezones al termino del ordeño. El equipo de ordeño mecánico se desinfecta

entre cada ordeño y trabaja a 65 pulsaciones/ciclos/minuto, con una proporción de pulsación de 50:50; el niveles de vacío se mantiene en 45kPa.²³

El equipo cuenta con medidores volumétricos de leche (Waikato ®), de donde se realiza el registro durante los 365 días del año, los cuales son capturados en registros de campo con fecha, identificación y kg de leche.^{58, 65}

El uso de oxitocina se realizó según un protocolo de 40-20 UI al aplicarse 40UI de oxitocina los primeros cinco días postparto y continuando con 20 UI de oxitocina durante toda la lactancia.⁶⁶ Para evitar un procedimiento antihigiénico en la aplicación de oxitocina, se utilizó un sistema de agujas individuales (una aguja/vaca/día), desinfectándolas con fenoles durante 24hrs y así reutilizar las agujas hasta por 15 días. Se utilizó una jeringa nueva en cada ordeño, así como una nueva aguja por día en el frasco ampula del producto oxitócico. (Ver Figura 1)

El sistema de crianza de becerros se realizó en dos modalidades dependiendo de la situación del mercado de la leche, pudiendo ser sin amamantamiento (crianza artificial) o amamantamiento restringido.

Sin amamantamiento (Crianza artificial)

En este sistema, las crías son separadas al nacimiento y la vaca es ordeñada mecánicamente desde el primer día; el calostro es ofrecido en cubeta y a partir de entonces el becerro recibe cinco litros de leche o sustituto lácteo, en dos tomas al día, utilizando un implemento llamado nodriza, como se muestra en la Figura 2. El becerro es destetado con un mínimo de 120kg cuando llega a 4 meses de edad.

Amamantamiento restringido

En este sistema, las crías son separadas y las vacas son alimentadas primero (pastoreo de líderes y seguidoras); y también son las primeras en ordeñarse a fondo y al terminar regresan a su potrero. El amamantamiento se da, de cinco a seis horas después de haber terminado el ordeño, permitiéndole al becerro mamar por 30 minutos. El becerro también es destetado a los 4 meses de vida y un peso esperado de 120kg.

Análisis de Datos.

Se utilizó el análisis de varianza de los cuadrados mínimos,⁶⁰ a una alfa de $P \leq 0.05$, considerando las variables continuas de respuesta siguientes:

- Duración de la lactancia (DURALAC [días]).
- Producción total de leche/vaca/lactancia (PT [kg]).
- Periodo entre partos (IEP [días]).
- Producción de leche/vaca/día de interparto (PLIEP [kg]).
- Promedio de producción de leche/vaca/día/lactancia (PPdL [kg]).

Los factores que influenciaron los datos obtenidos considerados como variables son:

- Año de parto (2003, 2004...2008)
- Época de parto (Invierno: noviembre-febrero; Sequía: marzo-junio; Lluvias: julio-octubre)
- El número de lactancia (1,2,...10).

- Tipo de ordeño (sin amamantamiento: ordeño mecánico una vez al día sin amamantamiento; amamantamiento restringido: ordeño mecánico una vez al día y amamantamiento restringido una vez al día).
- Tratamiento (inyección diaria de 20UI de oxitocina, o sin tratamiento).

De acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + O_j + P_k + A_l + M_m + N_n + E_{ijklm}$$

En donde:

$Y_{i..m}$ = es cualquiera de las variables respuesta.

μ = la media general.

O_j = es el efecto del tratamiento (j = Con Oxitocina; Sin Oxitocina).

P_k = es el efecto del tipo de ordeño (k = con amamantamiento restringido y sin amamantamiento).

N_n = es el efecto del número de lactancia (n = 1, 2, 3...10).

A_l = es el efecto del año de parto (l = 2003, 2004, 2005...2008).

M_m = es el efecto de la época de parto (Invierno; Sequía; Lluvias).

$E_{i..n}$ = es el error residual aleatorio distribuido supuesto normalmente e independiente, con $\mu=0$ y $\sigma=1$.

Cuando el modelo fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$), se efectuó la prueba de comparación múltiple de medias LSD de Fisher, para obtener las diferencias a un nivel de 95% de confianza, los análisis fueron realizados en el programa STATGRAPHICS®.⁶⁷

RESULTADOS

Producción total de leche (Kg)

La media general muestra que las vacas tratadas con oxitocina produjeron más leche por lactancia (PT) que el grupo testigo, $2372.5 \pm 54.2 \text{kg}$ vs $1761.1 \pm 51.6 \text{kg}$ (promedio \pm ee), respectivamente ($P < 0.01$).

De acuerdo con el tipo de ordeño, el Cuadro 2 muestra la producción de leche de las vacas que no tuvieron amamantamiento y fueron tratadas y no tratadas con oxitocina, y se observó que las que más leche produjeron durante la lactancia fueron las tratadas con oxitocina ($P < 0.01$). En el caso de las vacas que fueron ordeñadas con amamantamiento restringido y fueron tratadas y no tratadas con oxitocina, resultó que las vacas tratadas con oxitocina fueron las que más produjeron leche; siendo las diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); también se observa que las vacas tratadas con oxitocina y tipo de ordeño con amamantamiento restringido, produjeron más leche por lactancia que las vacas tratadas con oxitocina y tipo de ordeño sin amamantamiento ($P < 0.01$); en el caso de las vacas sin tratamiento, las ordeñadas con amamantamiento restringido produjeron más leche por lactancia que las ordeñadas sin amamantamiento ($P < 0.01$).

Los resultados de producción total de leche, en base al efecto del tratamiento con y sin oxitocina, y su relación al número de lactancia, se presentan en el Cuadro 3; en donde se observa que la producción total de leche fue superior en el grupo tratado con oxitocina, en relación con el testigo, desde la primera a la octava

lactancia ($P < 0.01$); sin embargo, la producción total de leche fue igual para ambos tratamientos a partir de la novena y decima primer lactancias ($P > 0.05$).

En el Cuadro 4, se presentan los resultados del efecto que tiene el tratamiento con y sin oxitocina en los diferentes años de parto, sobre la PT, en donde se encontró que la PT fue superior en el grupo tratado con oxitocina solamente en los partos ocurridos en el 2006 ($P < 0.01$). Sin embargo, no hubo diferencias en la PT por tratamiento con y sin oxitocina en las lactancias ocurridas en los años 2005, 2007 y 2008 ($P > 0.05$).

Como se observa en el Cuadro 5, las vacas tratadas con oxitocina, tuvieron mayor PT que las vacas testigo, en las distintas épocas de parto (nortes, secas y lluvias), con una alta significancia estadística ($P < 0.01$).

Duración de la lactancia

La media general muestra que las vacas tratadas con oxitocina, obtuvieron una mayor duración de la lactancia (DURALAC), que el grupo de vacas testigo, 309.9 ± 5.3 días vs 263.3 ± 5 días (promedio \pm ee), respectivamente ($P < 0.01$).

Así mismo, las vacas tratadas con oxitocina en ambos tipos de ordeño (con y sin amamantamiento), mostraron una mayor DURALAC ($P < 0.01$), que las vacas no tratadas con oxitocina (con y sin amamantamiento). Así mismo resultó, que el tratamiento con oxitocina y tipo de ordeño con amamantamiento, tuvo una mayor DURALAC que las vacas tratadas con oxitocina con tipo de ordeño sin amamantamiento ($P < 0.01$); en las vacas no tratadas con oxitocina, no existieron

diferencias en la DURALAC en ambos tipos de ordeño (con y sin amamantamiento) ($P>0.05$). (Ver Cuadro 6)

De acuerdo con los resultados que se presentan en el Cuadro 7, la DURALAC fue significativamente mayor ($P<0.01$), en las vacas tratadas con oxitocina vs las no tratadas con oxitocina, desde la primera a la octava lactancia, no habiendo diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$), a partir de la novena lactancia.

El efecto del tratamiento con y sin oxitocina en función al año de parto sobre la DURALAC se muestra en el Cuadro 8; como se puede observar las vacas tratadas con oxitocina tuvieron una DURALAC significativamente mayor ($P<0.05$) en los partos ocurridos en el 2008; no habiendo diferencias ($P>0.05$), atribuibles al tratamiento con oxitocina en la DURALAC de los partos ocurridos del 2005 al 2007.

En el Cuadro 9 se presenta el efecto del tratamiento con y sin oxitocina sobre la DURALAC, en las pariciones ocurridas en distintas épocas (nortes, secas y lluvias); en donde la DURALAC fue superior en el grupo tratado con oxitocina vs el grupo testigo, en las pariciones ocurridas durante la sequia y lluvias ($P<0.01$); sin que existieran diferencias en la DURALAC en las pariciones ocurridas en la época de nortes entre tratamientos ($P>0.05$).

Intervalo entre partos

En la media general no hay diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$), en el intervalo entre partos (IEP), para los grupos de vacas con tratamiento de oxitocina y el grupo testigo.

Como se puede observar en el Cuadro 10, el efecto del tratamiento con y sin oxitocina en vacas con ambos tipos de ordeño (con y sin amamantamiento), no muestra diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$), sobre el IEP.

En el Cuadro 11 se puede observar el efecto del tratamiento con y sin oxitocina en función al número de lactancia sobre el IEP, en donde no se encuentran diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

El tratamiento con y sin oxitocina, en los diferentes años de parto, no muestra diferencias estadísticamente significativas en cuanto el IEP ($P>0.05$). (Ver Cuadro 12)

Como se observa en el Cuadro 13, las épocas de parto (nortes, secas y lluvias), en función al tratamiento con y sin oxitocina, tampoco mostraron diferencias estadísticamente significativas en el IEP ($P>0.05$).

Producción de Leche por Intervalo Entre Partos

La media general muestra que la producción de leche por intervalo entre partos (PLIEP), fue mayor en el grupo de vacas tratadas con oxitocina que el grupo control, 5.4 ± 0.1 kg de leche/IEP vs 4.2 ± 0.1 kg de leche/IEP (promedio \pm ee) respectivamente ($P<0.01$).

El grupo tratado con oxitocina muestra una mayor PLIEP, que el grupo testigo, en ambos tipos de ordeño (con y sin amamantamiento) ($P < 0.01$); también se puede observar que el grupo tratado con oxitocina, en tipo de ordeño con amamantamiento restringido, tuvo una PLIEP mayor que el grupo con tratamiento y tipo de ordeño sin amamantamiento ($P < 0.01$); en el grupo sin tratamiento y tipo de ordeño con amamantamiento restringido la PLIEP fue mayor que el grupo sin tratamiento y sin amamantamiento ($P < 0.01$). (Ver Cuadro 14)

En el Cuadro 15, se muestran los resultados del efecto del tratamiento con y sin oxitocina en función al número de lactancia, en donde se observa que afectaron significativamente la PLIEP, con una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), a favor del grupo tratado con oxitocina, en relación con el testigo, desde la primera a la octava lactancia; sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre grupos ($P > 0.05$), a partir de la novena lactancia.

Como podemos observar en el Cuadro 16, muestra el efecto del tratamiento con y sin oxitocina, en función al año de parto, en donde el tratamiento con oxitocina tuvo una mayor PLIEP en los años 2005 y 2006, en comparación con el grupo testigo, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), por el contrario, los años 2007 y 2008 no muestran diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($P > 0.05$).

Como se observa en el Cuadro 17, las vacas tratadas con oxitocina, tuvieron mayor PLIEP que las vacas testigo, en las distintas épocas de parto (nortes, secas y lluvias), con una alta significancia estadística ($P < 0.01$).

Promedio de la Producción Diaria de Leche

La media general muestra que el promedio de la producción diaria de leche por lactancia (PPdL), fue mayor para el grupo de vacas tratadas con oxitocina que el grupo de vacas sin tratamiento, $7.6 \pm 0.1 \text{kg}$ vs $6.6 \pm 0.1 \text{kg}$ (promedio \pm ee), respectivamente ($P < 0.01$).

De acuerdo con los resultados, en el Cuadro 18, se observa el efecto del tratamiento con y sin oxitocina y tipo de ordeño (con y sin amamantamiento), en donde se obtuvo un mayor PPdL en el tratamiento con oxitocina, en ambos tipos de ordeño que el testigo, siendo esta diferencia altamente significativa ($P < 0.01$); en el mismo cuadro se observa que el grupo tratado con oxitocina y tipo de ordeño con amamantamiento restringido, obtuvo un PPdL mayor que el grupo tratado sin amamantamiento ($P < 0.01$), en el caso del grupo sin tratamiento con tipo de ordeño con amamantamiento restringido, el PPdL fue mayor que el grupo sin tratamiento y sin amamantamiento.

Los resultados del efecto del tratamiento con y sin oxitocina en función al número de lactancia, se presentan en el Cuadro 19, en donde se observa que afectaron significativamente la PPdL, con una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), a favor del grupo tratado con oxitocina, en relación con el testigo, desde la primera a la octava lactancia; sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P > 0.05$), a partir de la novena lactancia.

Como se puede observar en el Cuadro 20, el tratamiento con oxitocina en los años de parto 2005 y 2006, muestran diferencias altamente significativas, ($P < 0.01$), al

ser mayor la PPdL, que el grupo testigo; no siendo así en los años 2007 y 2008, en donde no hay diferencia estadística ($P < 0.05$).

En el Cuadro 21, se observa el efecto del tratamiento con y sin oxitocina, en las diferentes épocas de parto, en donde el PPdL fue mayor ($P < 0.01$), en el tratamiento con oxitocina y las épocas de parto de nortes y secas, en comparación a el grupo testigo; no encontrándose diferencias estadísticas ($P > 0.05$) en la época de lluvias por grupo.

INFORMACIÓN ADICIONAL.

Análisis costo beneficio.

Los parámetros productivos de las vacas del grupo tratadas con oxitocina, fueron mayores que los parámetros productivos de las vacas del grupo testigo; con base a el manejo del Módulo de Producción de Leche y Carne “El Clarín”, las vacas tratadas con 20UI IM de oxitocina antes del ordeño, bajo las medidas zoonitarias ya mencionadas, generan un costo diario de $\text{¢}0.56$ por aplicación en un hato de 70 vacas. (Ver Cuadro 22). Con base a los resultados del presente trabajo, tomando en cuenta la información de la PT y DURALAC, se obtiene un costo : beneficio de $\$173.29 : \$2,883.65$ por lactancia, por el uso de la oxitocina, como promotor para el bajado de la leche (Ver Cuadro 23).

DISCUSIÓN

Producción total de leche (Kg)

El presente estudio demuestra que se obtuvo una producción de leche mayor en el grupo de vacas tratadas con oxitocina, obteniendo 25.77% más en la PT que el grupo testigo, al aplicarse 20UI de oxitocina antes del ordeño durante toda la lactancia, debido posiblemente por una mayor producción diaria o una mayor duración de la lactancia en las vacas tratadas con oxitocina. Knight (42), observó que, la administración de grandes cantidades de oxitocina por una semana (20UI), incrementó la PT, en un aproximado del 15.5%, sugiriendo una remoción completa de la leche en la ubre; por su parte Ballou et al (39) observa un aumento pero solo del 3% en el PPdL, al aplicar oxitocina (20UI) en vacas Holstein durante un par de semanas antes del ordeño; Nostrand et al (44), mostró que la inyección de oxitocina (20UI) antes de cada ordeño durante toda la lactancia, aumentó la producción de leche en 11.6%.

En similitud a los resultados del presente, Gorewit y Sagi (68) encontraron una mayor PT de leche en vacas tratadas con 2 y 3 UI de oxitocina, mencionando la posible inducción de la hormona para el bajado de la leche, al haber un incremento en el flujo de esta, así como un acortamiento en el tiempo de ordeño; al igual que Graf (69, 70), quien menciona un incremento sobre la producción de leche con dosis pequeñas de oxitocina (0.2 a 0.3UI EV); por su parte Jaramillo (71), reporta un aumento de la cantidad de leche en vacas que fueron sometidas a tratamiento de oxitocina durante la lactancia y un tipo de ordeño con amamantamiento restringido, datos similares que los reportados por el presente al

tener una producción mayor de leche el grupo de vacas con tratamiento de oxitocina con amamantamiento restringido que el testigo.

Jaramillo (71) también observó una similitud de las medias de PT de las vacas tratadas con oxitocina sin amamantamiento y las medias de PT de las vacas sin tratamiento con tipo de ordeño con amamantamiento restringido, sugiriendo un aumento en la cantidad de leche de vacas que tienen el estímulo del becerro; en el presente se obtienen resultados similares, sugiriendo que la aplicación de oxitocina, sustituye la falta de ésta, al no existir el estímulo específico del amamantamiento del becerro, en el grupo de tratamiento con oxitocina sin amamantamiento; en controversia a lo reportado por Jaramillo (71), los resultados, Basurto (60) no muestra diferencias en la producción total de leche por efecto del tipo de ordeño.

En el caso de los efectos del tratamiento en función al año de parto, es importante mencionar que en el año 2006, ocurrió un cambio administrativo, lo cual aseguro una mejor supervisión en el manejo del ganado, mismo año en el que se estandariza el uso del oxiótico, al tener mayor control.

A partir de la novena lactancia, no se observaron diferencias en la PT, se cree que este ganado, se compone de las mejores vacas por su fácil manejo y aptitud lechera.

Duración de la lactancia

En el presente, el uso de la oxitocina antes del ordeño (20UI), mantuvo una mayor duración de la lactancia, incluso en el caso de las vacas que destetaron su becerro, al pertenecer al grupo de tratamiento con tipo de ordeño con amamantamiento restringido; cabe mencionar que dicho grupo obtuvo una mayor la duración de la lactancia; Basurto (60) no encontró un efecto por el tipo de ordeño (con y sin amamantamiento), a diferencia de lo reportado en estos resultados. Como era de esperarse, el efecto por año, época de parto, influyen fuertemente, ya que las condiciones climatológicas y alimenticias crean diferentes comportamientos de la duración de la lactancia; sin embargo, el grupo de vacas con tratamiento con oxitocina mantuvieron una mayor duración de la lactancia.

Nostrand et al (44), menciona que el grupo de vacas con oxitocina, mostró una mayor PT, señalando que ocurrió después del pico de producción, sugiriendo así una persistencia en la duración de la lactancia; por su parte Ballou (39) coincide con Nostrand, al reportar una posible prevención del decremento de la producción de leche, gracias al tratamiento de oxitocina antes del ordeño. Lollivier et al (46), menciona que, la oxitocina puede actuar en células de la glándula mamaria, induciendo diferenciación celular y proliferación, sugiriendo un posible efecto galactopoyético por efecto directo de la oxitocina, sobre la síntesis de leche en la glándula mamaria.

A partir de la novena lactancia, no se observaron diferencias en la DURALAC, debido a que este grupo de vacas, no fue desechado por motivos de salud o zootécnicos, comprobando su alta eficiencia en la producción lechera.

Intervalo entre partos

No se encontró diferencia entre los grupos de vacas con y sin tratamiento de oxitocina, con ello se demuestra que no existe efecto negativo de la oxitocina sobre el intervalo entre partos del ganado F1 (HxC); coincidiendo con ello, Alejo (64), menciona que la aplicación diaria de oxitocina con amamantamiento restringido, no afectan a la eficiencia reproductiva; por el contrario Jaramillo (71), menciona que el uso de la oxitocina si presenta un efecto negativo en la eficiencia reproductiva; Lavín (17), mostró que existe un aumento de los días abiertos en vacas F1(HxC) con tratamiento de oxitocina al usarse como promotor del bajado de la leche.

Producción de Leche Intervalo Entre Partos

En el presente, las vacas sin oxitocina en tipo de ordeño con amamantamiento restringido, tuvieron una producción de leche por intervalo entre partos mayor que las vacas sin oxitocina en tipo de ordeño sin amamantamiento, por esa falta del estímulo del amamantamiento del becerro; Basurto (60) reportó una mayor producción de leche por intervalo entre partos, en vacas que se ordeñaron sin amamantamiento, ya que aquellas que estuvieron con el becerro, afectaron la eficiencia reproductiva por el amamantamiento continuo; cabe mencionar que el tratamiento con oxitocina en tipo de ordeño con amamantamiento restringido, resultó en una mayor producción de leche por intervalo entre partos, esto debido a el estímulo del amamantamiento y el efecto del oxitócico, que hace que se mantengan altas concentraciones de oxitocina en la vaca, sugiriendo con ello, que

el tratamiento crónico con oxitocina, no interfiere con el funcionamiento de la oxitocina endógena, contrario a lo reportado por Bruckmaier et al (34).

No se observó diferencia significativa en la PLIEP, a partir de la novena lactancia, esto debido a que las vacas de este grupo, han sido seleccionadas a través de los años, al no mostrar problemas productivos y reproductivos, logrando alta eficiencia en la producción.

Promedio de la Producción Diaria de Leche

Bruckmaier et al (33) menciona que los niveles fisiológicos de oxitocina endógena son alcanzados al existir un estímulo propio y específico, en concordancia con él, el presente prueba que el ganado F1 (HxC), requiere de la presencia y estímulo del amamantamiento, para el bajado de la leche; así mismo menciona que dosis mayores a las fisiológicas (50UI IM), ocasionan un incremento que perdura hasta por dos horas, con la consecuente contracción mioepitelial y alveolar prolongada, sugiriendo que la intensidad del estímulo mucho menos importante que la duración; por su parte Gorewit (66), menciona que 2 o 3 UI de oxitocina EV, son suficientes como dosis para estimular y obtener incluso el total de leche residual; en el presente bastaron 2 UI de oxitocina IM para lograr el bajado de la leche, en donde la intensidad del estímulo es creada por acción exógena, al no existir el estímulo del amamantamiento. Welnitz (27), menciona que si la oxitocina es inyectada, sin importar la cantidad de leche almacenada en la ubre, la cisterna se distiende al máximo durante los 3 minutos siguientes de la aplicación de oxitocina; este fenómeno es durante la realización del ordeño, al ser aplicada la oxitocina

antes del ordeño y obtener la leche aproximadamente 3 minutos después de la aplicación.

Por el contrario a lo reportado por Bruckmaier et al (33), los resultados del presente trabajo encuentran diferencias de la leche eyectada con y sin tratamiento de oxitocina, al obtener más leche promedio por día, en las vacas tratadas con oxitocina; Basurto (60) observó un efecto por el tipo de ordeño (con y sin amamantamiento), sobre el promedio de la producción diaria de leche, coincidiendo el mismo efecto en el presente, al obtenerse mayor producción diaria en el grupo de vacas tratadas con oxitocina y amamantamiento restringido, sugiriendo la amplia duración del estímulo sobre el mioepitelio glandular, por efecto de la oxitocina endógena por estimulación del amamantado en sinergia de la oxitocina administrada. En controversia con ello, Bruckmaier et al (33) reporta que el tratamiento crónico de oxitocina, reduce la sensibilidad de la glándula mamaria hacia la oxitocina endógena, al reducirse la remoción de la leche, por una deficiente contracción de las células mioepiteliales de la glándula mamaria, incluso teniendo concentraciones fisiológicas de oxitocina.

El uso de la oxitocina en vacas con amamantamiento restringido mostró una mayor producción, posiblemente por las altas concentraciones de oxitocina, al existir un estímulo posterior al ordeño y la alta frecuencia en el vaciado de la glándula mamaria. Luna (72), menciona que la oxitocina no debería de usarse, como promotor en el bajado de la leche, ya que al vaciar por completo la ubre (incluyendo la leche residual), no garantiza la alimentación del becerro por amamantamiento, teniendo de esta forma, pobres ganancias de peso en la crianza, indicando que el uso de la oxitocina mejora la producción de leche, pero a

costa de la producción de becerros, ocasionando que su uso sea un efecto adverso en los sistemas de doble propósito; los resultados del presente muestran, que el uso de la oxitocina como promotor del bajado de la leche, mejoran la producción de leche, al obtener mejores parámetros productivos y reproductivos, los cuales no deben contraponerse a la crianza de becerros, ya que bajos buenos sistemas de crianza, la alimentación está garantizada. Tancin et al (73), mostró que la oxitocina, revirtió el efecto inhibitorio por una previa aplicación de morfina en el bajado de la leche, e inclusive resultó en una producción ligeramente mayor a lo normal comparada con el grupo control (tratamiento sin morfina y sin oxitocina), encontrando concentraciones séricas de oxitocina mayores, durante el ordeño, en el grupo tratado datos similares en el presente al obtener más leche diaria promedio por lactancia en vacas tratadas con oxitocina. Bruckmaier et al (34), reportó que las vacas con tratamientos crónicos de oxitocina, mostraban un comportamiento antagónico, al no querer entrar a la línea de ordeño de forma voluntaria, sugiriendo que la aplicación de oxitocina de forma parenteral, causaba dicho comportamiento; contrario a ello, durante la realización del ordeño las vacas del presente estudio, no mostraron dificultades antes o durante el ordeño, al no observarse diferencias en el comportamiento de las vacas tratadas con oxitocina y el grupo de vacas no tratadas (sin inyección de ningún tipo). Sin embargo, podrían realizarse estudios específicos al respecto.

La PPdL, no fue diferente, a partir de la novena lactancia, debido a que las vacas que conforman este grupo, han sido las de mejor eficiencia en la producción, al irse seleccionando a través de los años.

En el presente, se ha mostrado que los parámetros de producción de leche mejoran, al usar la oxitocina como promotor del bajado de la leche; sin embargo, la forma de uso puede tener efectos indeseables en la salud de los animales, ya que comúnmente, se utiliza una sola aguja para inyectar gran número de vacas, pudiendo de esta forma de diseminar múltiples enfermedades, tales como Anaplasmosis y Piroplasmosis, siendo necesario, la creación de medidas de bioseguridad, para su uso.

CONCLUSIONES

- La oxitocina como promotor del bajado de la leche, aumentó la duración de la lactancia y la producción total de esta, permitiendo el adecuado bajado de la leche, sin comprometer el intervalo entre partos de vacas F1 (HxC) doble propósito bajo condiciones tropicales; obteniendo mayores producciones promedio de leche por día y por intervalo entre partos.
- El uso de la oxitocina como promotor del bajado de la leche, en las producciones con ganado F1 (HxC) bajo sistemas de doble propósito, con tipo de ordeño con amamantamiento restringido, resultó en una mayor producción de leche, aminorando los costos generados por la crianza artificial e incrementando la venta de leche fluida.
- Con el uso de la oxitocina como promotor en el bajado de la leche, las producciones con ganado F1 (HxC) bajo sistemas de doble propósito, tienen la oportunidad de implementar sistemas de crianza artificial, que provoquen una mayor y disponibilidad de leche para consumo humano, teniendo buenos parámetros productivos, así como adecuadas ganancias de peso en la crianza de becerros, logrando de esta forma, impulsar la especialización de la producción de leche, mejorando el aprovechamiento de los recursos naturales de los trópicos de México.

REFERENCIAS

1. Shellhorn C, Valdés V. La Leche Humana, Composición, Beneficios y Comparación con la Leche de Vaca. Manual de lactancia para profesionales de la Salud. MINSAL, UNICEF, Chile 1995.
2. Agrobit. Composición de la leche y valor nutritivo. Producción lechera [web site] 1996 [citado el 23 de octubre 2008]. Disponible en <http://www.agrobit.com> Ganadería. Producción lechera. Composición de la leche, Argentina 2008.
3. Mendoza RLM. Proceso de elaboración de yogurt batido. (tesis de licenciatura). Comalcalco (Tabasco), México: Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco 2007.
4. FAOSTAT Calidad de la leche [Database web en línea]. FAO. c2004-[citado el 22 de octubre de 2008]. disponible en: <http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Livestock.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=ES>
5. FAOSTAT Producción mundial de leche [Database web en línea]. FAO. c2002-[citado el 22 de octubre de 2008]; disponible en: <http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Livestock.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=ES>
6. Mogariños H. Producción higiénica de la leche cruda. Departamento de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. Organización de los Estados Americanos. Guatemala: Producción y Servicios Incorporados S.A. 2001.

7. Alonso PF, Moreno MG, Alvarado GLA. Producción y consumo de leche y derivados en México en un entorno de globalización. Memorias del XXIX Congreso Nacional de Buiatria 2005 agosto 11-13; Puebla (Puebla) México. México (DF), Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 2005:302.
8. SIAP Población ganadera de producción de leche [Database web en línea]. SAGARPA. 2008 [citado el 22 de octubre 2008] disponible en: <http://www.siap.gob.mx/estadisticabasica>
9. SIAP Boletín de leche 2008. [Database web en línea]. SAGARPA. 2008 [citado el 22 de octubre 2008] disponible en: <http://www.siap.gob.mx/publicaciones>
10. Bernal MLR. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del estado de México. Revista Veterinaria México. 200; 38:395-407.
11. Chávez GAJ. Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la leche producida en una región tropical con ganado bovino, considerando prácticas de ordeño y salud animal. (tesis de maestría), Ciudad Universitaria (Distrito Federal), México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2001.
12. Gásque GR. Blanco OMA. Sistema de producción animal Vol.I bovinos. División sistema educación abierta y educación a distancia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México (D.F.), México. 2004:49-64.

13. Gásque GR, Blanco OMA. Zootecnia en bovinos productores de leche [libro en Cd]. Elaborado por división de educación continua. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México (D.F.) México 2007.
14. Negrão JA, Marnet PG. Milk yield, residual milk, oxytocin and cortisol release during machine milking in Gir, Gir x Holstein and Holstein cows. *Reprod. Nutr. Dev.* 46 INRA, EDP Sciences. 2006; 77–85.
15. Pérez HP. Efecto del amamantamiento y presencia del toro en el restablecimiento de la actividad reproductora postparto en vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de rejeguería (tesis de maestría), México (D.F.) México: Colegio de Posgraduados, 1993.
16. Hernández RE, Segura CV, Segura CJ, Osorio AM. Comportamiento reproductivo y productivo de un hato de doble propósito en el trópico. *Agrociencia.* 2000; 34: 669-705.
17. Lavín MR, Basurto CH. Efecto de la aplicación diaria de oxitocina sobre la eficiencia reproductiva en vacas F1 (Holstein X Cebú), lactantes en el trópico. *Memorias de XXIX Congreso Nacional de Buiatría; 2005 agosto 11-13; Puebla (Puebla), México. México (DF): Asociación de médicos veterinarios especialistas en bovinos, AC, 2005: 249.*
18. Carvajal MH, Valencia ERH, Segura JCC. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica,* 2002; 13:25-31.
19. Negrão JA. Hormone release and behavior during suckling and milking in Gir, Gir x Holstein, and Holstein cows. *Journal of Animal Science,* 2007; 304

20. Acosta R, Rovuna F, Marín B, Basurto CH, Ochoa RF, Aluja A, et al. Production and reproduction in dual purpose Holstein-Zebu crosses in a hot humid environment. *Journal of Dairy Science*, 1997; 80:232.
21. Gaines WL. A contribution to the physiology of lactation. *American Journal of Physiology*, 1915; 38:285.
22. Ely F, Petersen WE. Factors involved in the ejection of milk. *Journal of Dairy Science*, 1941; 24:3211-3223.
23. Swenson MJ, Reece WO. *Fisiología de los animales domésticos de Dukes*. 2^{da} ed. México, editorial Limusa 2007; 2:463-489.
24. Brumakier RM, Blum JW. Oxytocin Release and Milk Removal in Ruminants *Journal of Dairy Science*, 1998; 81:939–949.
25. Pfeilsticker HU, Bruckmaier RM, Blum JW. Interruption of machine milking in dairy cows: effects on intramammary pressure and milking characteristics. *Journal of Dairy Research*, 1995; 62:559-566.
26. Bar-Pelled U, Maltz E, Bruckental I, Folman Y, Kali Y, Gacitua H, et al. Relationship Between Frequent Milking or Suckling in Early Lactation and Milk Production of High Producing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 1995; 78-12:2726-2736.
27. Bruckmaier RM, Wellnitz O. Induction of milk ejection and milk removal in different production systems. *Journal of Animal Science*, 2007; 335.
28. Negrão JA, Marnet PG. Effect of calf suckling on oxytocin, prolactin, growth hormone and milk yield in crossbred Gir x Holstein cows during milking. *Reproduction Nutrition Development, France* 2002; 42:378-380.

29. Segura C, Anderson S, Delgado L. Efecto del destete temporal en el comportamiento reproductivo pos parto de vacas de doble propósito bajo condiciones tropicales. *Livestock Research Rural Development*, 2001; 1: 13.
30. Delgado RA. Efecto de la condición corporal al parto y sus cambios en la lactancia sobre el comportamiento reproductivo posparto de vacas cebú en la región oriente del estado de Yucatán, México, (tesis de posgrado). Yucatán, México: Universidad de Colima, 2000.
31. Kaskous SH, Weiss D, Massri Y, Al-Daker ALB, Nouh AD, Bruckmaier RM. Oxytocin release and lactation performance in Syriam Shami, cattle milked with and without suckling. *Journal of Dairy Research*, 2006; 73:28-32.
32. Basurto CH. La oxitocina usada para el bajado de la leche en vacas de doble propósito en el trópico ¿afecta la eficiencia reproductiva postparto?. *Memorias de XXXII Congreso Nacional de Buiatria*; 2008 agosto 14-16; Boca del Rio (Veracruz), México. México (DF): Asociación de médicos veterinarios especialistas en bovinos, AC, 2008: 96-100.
33. Mačuhová J, Tančin V, Bruckmaier RM. Effects of Oxytocin Administration on Oxytocin Release and Milk Ejection. *Journal of Dairy Science*, 2004; 87:1236-1244.
34. Bruckmaier RM. Chronic oxytocin treatment causes reduced milk ejection in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 2003; 70:123:126.
35. Meza MA, Basurto CH, Gutiérrez AC. Efecto de diferentes dosis de oxitocina sobre la vida y funcionalidad del cuerpo lúteo en vacas F1. *Avances en la investigación, agrícola, pecuaria, forestal y acuícola en el trópico mexicano*, 2008 noviembre 10; Veracruz, México: 329-334

36. Adams H, Allen NN. The effect of removal of residual milk by use of oxytocin upon the yield and fat content of subsequent milkings. *Journal of Dairy Science*. 1952; 28:1121.
37. Gorewit RC, Sagi R. Effects of exogenous oxytocin on production and milking variables of cows. *Journal of Dairy Science*. 1984; 67:2050.
38. Johansson B, Uvnäs-Moberg K, Knight C, Svennersten-Sjaunja K. Effect of feeding before, during and after milking on milk production and the hormones oxytocin, prolactin, gastrin and somatostatin. *Journal of Dairy Research*. 1999; 66:151-163.
39. Ballou LU, Bleck JL, Bleck GT, Bremen RD. The effects of daily oxytocin injections before and after milk production, milk plasmin, and composition. *Journal of Dairy Science*. 1993; 76:1544-1549.
40. Li P, Rudland PS, Fernig DG, Finch LM, Wilde CJ. Modulation of mammary development and programmed cell death by the frequency of milk removal in lactating goats. *Journal of Physiology*. 1999; 519: 885–900.
41. Stefanon B, Colitti M, Gabai G, Knight CH, Wilde CJ. Mammary apoptosis and lactation persistency in dairy animals. *Journal of Dairy Research*. 2002; 9:37-52.
42. Knight CH. Short-term oxytocin treatment increases bovine milk yield by enhancing milk removal without any direct action on mammary metabolism. *Journal of Endocrinology*. 1944; 142:471-473.
43. Knight CH, Hirst D, Dewhurst RJ. Milk accumulation and distribution in the bovine udder during the interval between milkings. *Journal of Dairy Research*, 1994; 61:167–177.

44. Nostrand AD, Galton HN, Bauman DE. Effects of Daily Exogenous Oxytocin on Lactation Milk Yield and Composition. *Journal of Animal Science*, 1991; 74:2119-2127.
45. Ollivier-Bousquet M, Demarne Y. Effect of prolactine on milk lipid secretion in lactating rabbit mammary gland epithelial cells. *Journal Title Reproduction, nutrition, développement*, 1986; 26:815-826.
46. Lollivier V, Guinard-Flamant J, Ollivier-Bousquet M, Marnet PG. Oxytocin and milk removal: two important sources of variation in milk production and milk quality during and between milkings. *INRA EPD Science*, 2002; 42:173-186.
47. Rivas L. El sistema ganadero de doble propósito en América tropical: Evolución, perspectivas y oportunidades. Simposio Internacional "Alternativas y Estrategias en Producción Animal"; 1992 abril 9; Chapingo (Estado de México), México. Chapingo (Edo. Mex): Universidad Autónoma de Chapingo, México. 1992
48. Rivas L, Holmann F. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Curso Internacional de Actualización en el Manejo de Ganado Bovino de Doble Propósito; 2002 noviembre 21; Tlapacoyan (Veracruz), México. Tlapacoyan (Veracruz): Centro de enseñanza, investigación y extensión en ganadería tropical. FMVZ, UNAM. 2002.
49. Leme De Magalhaes LAC. Efectos genéticos aditivos de sementales Holstein en rasgos productivos de sus hijas cruzadas con cebú en un

- sistema de doble propósito en el trópico húmedo de México, (tesis de maestría). Ciudad Universitaria (D.F.), México: Universidad Nacional Autónoma De México 2001.
50. Enríquez JM, De la Rosa HCA, Nuñez DR. Producción de leche y carne por cruza Cebú-Holstein en trópico húmedo. *Revista Chapingo* 1989; 14:65-66:34-37.
51. Madalena FE, Lemos AM, Teodoro RL, Barbosa RT, Monteiro JBN. Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian and Guzera crosses. *Journal of Dairy Science*, 1990; 73:1872-1886.
52. Martinez ML. Age and Zebu-Holstein additive and heterotic effects on lactation performance and reproduction in Brazil. *Journal of Dairy Science*, 1988; 71:800-808.
53. Nagare WK, Patel AM. The comparative performance of Gir cross-breds under Maharastra condition. *Indian Journal of Production Management*, 1997; 13:87-92.
54. Osorio MMA. Caracterización de los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico. Observaciones sobre el comportamiento productivo de grupos raciales. *Memorias del Cuarto Foro de los Recurso Genéticos: Ganadería Bovina de Doble Propósito*. Villahermosa (Tabasco) México, 1998; 8-28.
55. Rivera VMD, Núñez DR, Fernández RS. Comportamiento reproductivo y productivo de vacas Holstein-Cebú en un hato de doble propósito. *Revista Chapingo* 1989; 65-66:31-33.

56. Taneja V, Bhat PN. Milk and beef production in tropical environments. 3^o World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Lincoln, Nebraska, USA. 1986; Vol. IX:73-91.
57. Teodoro RL, Milagres JC, Fontes CAA, Lemos AM, Freitas AF. Duración media del intervalo de partos, producción de leche, grasa y proteína por día de intervalo de partos en vacas mestizas. Revista de la Sociedad de Zootecnistas Brasileños 1993; 22:481-487.
58. Vaccaro L, López D. Genetic improvement of dual purpose cattle in Latin America Animal Genetic Resources Information n° 16, FAO, Roma. 1995.
59. García E. Modificaciones del sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), 3^{ra} ed. México (D.F.): Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1981.
60. Basurto CH. Relación entre algunas variables ambientales con la producción de leche y la eficiencia reproductiva en vacas F1 (Holstein X Indobrasil) en el trópico húmedo de México, (tesis de maestría). Ciudad Universitaria (D.F.) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1992.
61. Castillo EG, Valles BM, Mannelje L, Aluja SA. Efecto de introducir Arachis pintoj sobre variables del suelo de pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano. Técnica pecuaria en México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México-México, 2005; mayo-agosto, año/vol.43-002:287-295.

62. Meza ARM. Efecto de diferentes dosis de oxitocina sobre la vida y funcionalidad del cuerpo lúteo en vacas F1, (tesis de licenciatura). Ciudad Universitaria (D.F.), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.
63. Espinosa BR. Bovinos trópico mexicano, (tesina de licenciatura). Ciudad Universitaria (D.F.), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.
64. Alejo VFA. Efecto de la Aplicación Diaria de Oxitocina Sobre la Eficiencia Reproductiva en Vacas de Doble Propósito vs. Amamantamiento Restringido, (tesis de licenciatura). Tecamachalco (Puebla), México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2007.
65. Lactómetro volumétrico Waikato®. Inter Ag. Hamilton, New Zealand.
66. Gorewit RC, Sagi R. Effects of Exogenous Oxytocin on Production and Milking Variables of Cows. *Journal of Dairy Science*, 1984; 67:2050-2054.
67. Statgraphics Plus (computer program), Version 5.1. Warrenton (VA). Copyright 1994-2001 by Statistical Graphics Corp. STATGRAPHICS® 2001
68. Sagi R, Gorewit RC, Wilson DB. Role of exogenous oxytocin in eliciting milk ejection in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 1980; 63:2006-2011.
69. Graf GC. Ejection of milk in relation to levels of oxytocin injected intramuscularly. *Journal of Dairy Science*; 1969; 52:1003–1007.
70. Graf GC. Ejection of milk in relation to oxytocin injected intravenously. *Journal of Dairy Science*, 1970; 53:1283-1285.
71. Jaramillo CMA, Efecto de la Oxitocina sobre la Actividad Reproductiva y Producción de Leche en Vacas en Trópico Húmedo, (tesis de licenciatura).

Ciudad Universitaria (D.F.), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.

72. Luna CP, Ramírez JAG, Rodríguez FAA. Producción de leche en vacas de doble propósito tratadas con oxitocina bajo condiciones de trópico húmedo mexicano. Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 2007; 15:15-24.
73. Tancin V, Kraetzl DK, Schams D. Effects of morphine and naloxone on the release of oxytocin and on milk ejection in dairy cows. Journal of Dairy Research, 2000; 67:13-20.



Fotografía tomada por Fernando Ramírez Castro.

Figura 1. Uso higiénico de la oxitocina, para el bajado de la leche.
 Modulo de Producción de Leche y Carne "El Clarín"
 UNAM-FMVZ-CEIEGT



Fotografía tomada por Fernando Ramírez Castro.

Figura 2. Nodriza para la crianza artificial.
 Modulo de Producción de Leche y Carne "El Clarín"
 UNAM-FMVZ-CEIEGT

CUADRO 1		
Distribución del número de lactancias, en función a las variables independientes y de respuesta, dependiendo de los grupos en estudio.		
	Con Oxitocina	Sin Oxitocina
Lactancias en estudio	226	250
Tipo de ordeño		
Sin amamantamiento	155	220
Con amamantamiento restringido	72	30
Número de lactancia		
1	39	46
2	32	46
3	31	39
4	31	30
5	21	25
6	15	16
7	18	22
8	12	16
9	12	7
10	10	2
11	5	1
Año de parto		
2003		54
2004		92
2005	47	41
2006	65	32
2007	77	15
2008	37	16
Época de parto		
Nortes	62	56
Secas	137	131
Lluvias	27	63

Producción total de leche por lactancia en vacas F1 (HxC).

Cuadro 2
Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la producción total de leche por lactancia en vacas F1 (HxC), con dos tipos de ordeño.

Tipo de ordeño	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media ± EE	n	Media ± EE
Sin amamantamiento	220	1710.2±49.4 ^{ac}	154	2132.9±59.1 ^{be}
Con amamantamiento restringido	30	2134.4±166 ^{ad}	72	2884.9±107.2 ^{bf}
Media general	250	1761.1±51.6 ^a	226	2372.5±54.2 ^b

Las diferentes literales entre columnas (^{a, b}) y filas (^{c, d, e, f}), son estadísticamente significativas (P<0.01).

Cuadro 3
Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la producción total de leche por lactancia en vacas F1 (HxC), de distinto número de lactancia.

Lactancias	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media ± EE	n	Media ± EE
1-4	161	1688.2±62.5 ^a	133	2186.8±68.7 ^b
5-8	79	1868.9±92.4 ^a	66	2716.1±101.1 ^b
9-11	10	2083.7±236.1 ^a	27	2471.9±143.7 ^a
Media general	250	1761.1±51.6 ^a	226	2372.5±54.2 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.01).

Producción total de leche por lactancia en vacas F1 (HxC).

Cuadro 4
Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la producción total de leche en vacas F1 (HxC), que parieron en diferentes años.

Año de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media ± EE	n	Media ± EE
2005	41	1893.7±119.7 ^a	47	2207.2±111.8 ^a
2006	32	1859.4±151.0 ^a	65	2382.2±106.0 ^b
2007	15	2733.6±224.4 ^a	77	2321.8±99.1 ^a
2008	16	2096.6±268.9 ^a	37	2670.9±176.8 ^a
Media general	104	1761.1±51.6 ^a	226	2372.5±54.2 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.01).

Cuadro 5
Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la producción total de leche en vacas F1 (HxC), en diferentes épocas de parición.

Época de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media ± EE	n	Media ± EE
Nortes	56	1946.2±107.5 ^a	62	2635.0±102.1 ^b
Secas	131	1790.1±73.4 ^a	137	2299.6±71.7 ^b
Lluvias	63	1536.1±85.9 ^a	27	2139.3±131.2 ^b
Media general	250	1761.1±51.6 ^a	226	2372.5±54.2 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.01).

Duración de la lactancia en vacas F1 (HxC).

Cuadro 6

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la duración de la lactancia en vacas F1 (HxC), con dos tipos de ordeño.

Tipo de ordeño	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
Sin amamantamiento	220	260.3 \pm 5.2 ^{ac}	154	297.5 \pm 6.2 ^{be}
Con amamantamiento restringido	30	285.5 \pm 15.0 ^{ac}	72	336.5 \pm 9.7 ^{bf}
Media general	250	263.3 \pm 5.0 ^a	226	309.9 \pm 5.3 ^b

Las diferentes literales entre columnas (^{a, b}) y filas (^{c, d, e, f}) son estadísticamente significativas (P<0.01).

Cuadro 7

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la duración de la lactancia en vacas F1 (HxC), de distinto número de lactancia.

Lactancias	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
1-4	161	263.7 \pm 6.4 ^a	133	307.6 \pm 7.1 ^b
5-8	79	258.6 \pm 8.6 ^a	66	311.8 \pm 9.4 ^b
9-11	10	294.6 \pm 23.4 ^a	27	316.3 \pm 14.3 ^a
Media general	250	263.3 \pm 5 ^a	226	309.9 \pm 5.3 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.01).

Duración de la lactancia en vacas F1 (HxC).

Cuadro 8

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la duración de la lactancia en vacas F1 (HxC), que parieron en diferentes años.

Año de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
2005	41	303.1 \pm 11.0 ^a	47	294.8 \pm 10.2 ^a
2006	32	275.0 \pm 15.0 ^a	65	306.7 \pm 10.5 ^a
2007	15	59.5 \pm 21.9 ^a	77	315.6 \pm 9.7 ^a
2008	16	271.4 \pm 21.3 ^a	37	322.8 \pm 14.0 ^b
Media general	104	263.3 \pm 5.0 ^a	226	309.9 \pm 5.3 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.05).

Cuadro 9

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la duración de la lactancia en vacas F1 (HxC), en diferentes épocas de parición.

Época de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
Nortes	56	290.3 \pm 9.4 ^a	62	311.8 \pm 8.9 ^a
Secas	131	268.0 \pm 7.5 ^a	137	311.8 \pm 7.3 ^b
Lluvias	63	229.7 \pm 7.8 ^a	27	295.8 \pm 12.0 ^b
Media general	250	263.3 \pm 5.0 ^a	226	309.9 \pm 5.3 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.01).

Intervalo entre partos en vacas F1 (HxC).

Cuadro 10

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre el intervalo entre partos en vacas F1 (HxC), con dos tipos de ordeño.

Tipo de ordeño	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
Sin amamantamiento	220	435.6 \pm 8.0	154	457.7 \pm 9.5
Con amamantamiento restringido	30	427.9 \pm 13.1	72	446.1 \pm 8.5
Media general	250	434.7 \pm 6.9	226	454.1 \pm 7.3

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

Cuadro 11

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre el intervalo entre partos en vacas F1 (HxC), de distinto número de lactancia.

Lactancias	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
1-4	161	422.1 \pm 8.1	133	435.9 \pm 8.9
5-8	79	456.0 \pm 13.8	66	447.7 \pm 15.1
9-11	10	469.7 \pm 35.1	27	455.9 \pm 21.3
Media general	250	434.7 \pm 6.9	226	454.1 \pm 7.3

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

Intervalo entre partos en vacas F1 (HxC).

Cuadro 12

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre el intervalo entre partos en vacas F1 (HxC), que parieron en diferentes años.

Año de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media ± EE	n	Media ± EE
2005	41	457.6±19.6	47	453.8±18.3
2006	32	424.4±23.5	65	459.2±16.5
2007	15	470.5±21.1	77	454.2±9.3
2008	16	441.6±5.2	37	444.6±3.4
Media general	104	434.73±6.9	226	454.1±7.3

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

Cuadro 13

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre el intervalo entre partos en vacas F1 (HxC), en diferentes épocas de parición.

Época de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media ± EE	n	Media ± EE
Nortes	56	431.4±15.5	62	452.9±14.7
Secas	131	445.2±10.1	137	461.7±9.9
Lluvias	63	415.8±9.6	27	417.5±14.6
Media general	250	434.7±6.9	226	454.1±7.3

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

Producción de leche por intervalo entre partos en vacas F1 (HxC).

Cuadro 14

Efecto del tratamiento con oxitocina sobre, la producción de leche por intervalo entre partos en vacas F1 (HxC), con dos tipos de ordeño.

Tipo de ordeño	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	N	Media \pm EE
Sin amamantamiento	220	4.1 \pm 0.1 ^{ac}	154	4.8 \pm 0.1 ^{be}
Con amamantamiento restringido	30	5.0 \pm 0.4 ^{ad}	72	6.6 \pm 0.3 ^{bf}
Media general	250	4.2 \pm 0.1 ^a	226	5.4 \pm 0.1 ^b

Las diferentes literales entre columnas (^{a, b}) y filas (^{c, d, e, f}) son estadísticamente significativas (P<0.01).

Cuadro 15

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la producción de leche por intervalo entre partos en vacas F1 (HxC), de distinto número de lactancia

Lactancias	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
1-4	161	4.0 \pm 0.2 ^a	133	5.0 \pm 0.2 ^b
5-8	79	4.3 \pm 0.2 ^a	66	6.3 \pm 0.2 ^b
9-11	10	4.6 \pm 0.5 ^a	27	5.5 \pm 0.3 ^a
Media general	250	4.2 \pm 0.1 ^a	226	5.4 \pm 0.1 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.05).

Producción de leche por intervalo entre partos en vacas F1 (HxC).

Cuadro 16
Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la producción de leche por intervalo entre partos en vacas F1 (HxC), que parieron en diferentes años.

Año de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
2005	41	4.3 \pm 0.3 ^a	47	5.1 \pm 0.3 ^b
2006	32	4.5 \pm 0.3 ^a	65	5.5 \pm 0.2 ^b
2007	15	5.9 \pm 0.5 ^a	77	5.2 \pm 0.2 ^a
2008	16	4.8 \pm 0.6 ^a	37	6.0 \pm 0.4 ^a
Media general	104	4.2 \pm 0.1 ^a	226	5.4 \pm 0.1 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.05).

Cuadro 17
Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre la producción de leche por intervalo entre partos en vacas F1 (HxC), en diferentes épocas de parición.

Época de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
Nortes	56	4.7 \pm 0.3 ^a	62	6.1 \pm 0.3 ^b
Secas	131	4.1 \pm 0.2 ^a	137	5.1 \pm 0.2 ^b
Lluvias	63	3.8 \pm 3.2 ^a	27	5.1 \pm 5.1 ^b
Media general	250	4.2 \pm 0.1 ^a	226	5.4 \pm 0.1 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.01).

Promedio de la producción diaria de leche en vacas F1 (HxC).

Cuadro 18

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre el promedio de producción diario de leche en vacas F1 (HxC), con dos tipos de ordeño.

Tipo de ordeño	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
Sin amamantamiento	220	6.5 \pm 0.1 ^{ac}	154	7.1 \pm 0.1 ^{be}
Con amamantamiento restringido	30	7.4 \pm 0.4 ^{ad}	72	8.6 \pm 0.2 ^{bf}
Media general	250	6.6 \pm 0.1 ^a	226	7.6 \pm 0.1 ^b

Las diferentes literales entre columnas (^{a, b}) y filas (^{c, d, e, f}) son estadísticamente significativas (P<0.01).

Cuadro 19

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre el promedio de producción diaria de leche en vacas F1 (HxC), de distinto número de lactancia.

Lactancias	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
1-4	161	6.3 \pm 0.1 ^a	133	7.0 \pm 0.1 ^b
5-8	79	7.2 \pm 0.2 ^a	66	8.7 \pm 0.2 ^b
9-11	10	7.1 \pm 0.5 ^a	27	7.8 \pm 0.3 ^a
Media general	250	6.6 \pm 0.1 ^a	226	7.6 \pm 0.1 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.05).

Promedio de la producción diaria de leche en vacas F1 (HxC).

Cuadro 20

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre el promedio de producción diario de leche en vacas F1 (HxC), que parieron en diferentes años.

Año de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
2005	41	6.2 \pm 0.3 ^a	47	7.3 \pm 0.3 ^b
2006	32	6.7 \pm 0.3 ^a	65	7.7 \pm 0.2 ^b
2007	15	7.6 \pm 0.5 ^a	77	7.3 \pm 0.2 ^a
2008	16	7.6 \pm 0.6 ^a	37	8.0 \pm 0.4 ^a
Media general	104	6.6 \pm 0.1 ^a	226	7.6 \pm 0.1 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.01).

Cuadro 21

Efecto del tratamiento con oxitocina, sobre el promedio de producción diario de leche en vacas F1 (HxC), en diferentes épocas de parición.

Época de parto	Sin oxitocina		Con oxitocina	
	n	Media \pm EE	n	Media \pm EE
Nortes	56	6.7 \pm 0.3 ^a	62	8.4 \pm 0.3 ^b
Secas	131	6.6 \pm 0.2 ^a	137	7.3 \pm 0.2 ^b
Lluvias	63	6.6 \pm 0.2 ^a	27	7.0 \pm 0.3 ^a
Media general	250	6.6 \pm 0.1 ^a	226	7.6 \pm 0.1 ^b

Las diferentes literales entre columnas, son estadísticamente significativas (P<0.01).

Análisis costo : beneficio.

Cuadro 22			
Costos del uso de la oxitocina, para el bajado de la leche en vacas F1 (HxC) del Modulo de Producción de Leche y Carne "El Clarín" CEIEGT-FMVZ-UNAM			
Costos	Total	Unitario	
Frasco de 250 ml de oxitocina USP	\$ 100.00	\$0.40	20 UI de oxitocina (1ml) por aplicación
Caja de 100 agujas 22g x 1	\$ 78.00	\$0.05	1 aguja por cada 15 aplicaciones
Garrafa desinfectante a base de fenoles	\$ 415.00	\$0.09	60 ml de desinfectante diluidos en 1000ml de agua (desinfección de todas las agujas) por día
Caja de 100 jeringas 3ml	\$ 128.00	\$0.02	1 jeringa nueva por día
	Total	\$0.56	por aplicación diaria de oxitocina en un hato de 70 vacas

Cuadro 23		
Estimación de la ganancia, por el uso de oxitocina antes del ordeño en el Modulo de Producción de Leche y Carne "El Clarín" CEIEGT-FMVZ-UNAM		
	Con Oxitocina	Sin oxitocina
PT (kg)	2372.5	1761.1
DURALAC (días)	310.0	263.3
Venta de Leche por kg	\$ 5.00	\$ 5.00
Ganancias por venta	\$ 11,862.35	\$ 8,805.40
Oxitocina/Vaca/día	\$ 0.56	\$ -
Oxitocina/lactancia	\$ 173.29	\$ -
Diferencia	\$ 11,689.06	\$ 8,805.40
Utilidad extra	\$ 2,883.65*	\$ 0.0

* Ganancia estimada por lactancia en vacas F1 (HxC) del grupo con tratamiento de oxitocina.