



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y
REPRODUCTIVOS EN VACAS HOLSTEIN-FRIESIAN,
MEDIANTE EL USO DE UNA CÁPSULA DE LIBERACIÓN
CONTROLADA A BASE DE MONENSINA SÓDICA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

ALFREDO NAVARRETE CHICHITZ

ASESOR:

MVZ. RUPERTO JAVIER HERNÁNDEZ BALDERAS

COASESORES:

DR. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAZO

MVZ. ENRIQUE MARTÍNEZ BARCENAS

M. en C. JESÚS DE N. ZAVALETA HERNÁNDEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES
ATN: L. A. ARACELI FERRER FERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Evaluación de los parámetros productivos y reproductivos en vacas
Holsrein-Friesian, mediante el uso de una cápsula de liberación
controlada a base de Monensina sódica

que presenta el pasante: Alfredo Navarrete Chichitz
con número de cuenta: 7241909-2 para obtener el título de:
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 13 de Enero de 2010

PRESIDENTE MVZ Ruperto Javier Hernández Balderas

VOCAL MVZ Miquel Angel Pérez Ortega

SECRETARIO MVZ María de la Luz Montero Villeda

PRIMER SUPLENTE MVZ Eusebio Valentino Villalobos García

SEGUNDO SUPLENTE MVZ Carlos Raúl Romero Basurto

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi esposa y compañera de vida Lidia González Reyes pues gracias a su apoyo, esfuerzo, trabajo y solidaridad me fue posible el continuar con mis estudios.

A mis hijos Minerva Navarrete González y Odin Navarrete González quienes son y serán el motor, la luz y las bendiciones en mi vida.

A mis padres Don Ignacio Navarrete Gutiérrez y Doña Danelia Chichitz Becerril ya que gracias a ellos recibí la maravillosa oportunidad de transitar en este plano de alegría y retos.

A mi yerno Oscar David López Pasten por su apoyo incondicional.

A mis hermanos Dulce María, Danelia, Ignacio, Enrique y Antonio Navarrete Chichitz por estar cerca de mí en las duras y en las maduras.

A mi nieta Maharet Davinia López Navarrete mi maestra de amor, alegría, creatividad, esperanza, espontaneidad que Dios la bendiga hoy y siempre.

A mis maestros de vida Mauro Tovar Monsiváis, Patricia Rodríguez Macías, Edna Dorantes y Claudia Lorena Maguey Campos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero inicialmente, expresar mi gratitud a nuestro **Creador** por la inspiración que dio vida a este trabajo.

Agradezco infinitamente a la **UNAM** y a la **FES Cuautitlán** por el privilegio y el honor de formarme en su seno gracias a quien tuve la suerte de conocer a gente con vocación, responsabilidad, amor y sencillez, gente de quienes recibí lo mejor de ellos: dirección, confianza, empatía, entusiasmo, tiempo; quienes despertaron mi curiosidad, mis capacidades y me hacen sentir valioso: **mis Maestros**

Deseo expresar mi gratitud al M.V.Z. Ruperto Javier Hernández Balderas quien, al igual que un padre hace con su hijo, dio forma a este trabajo con todo su tiempo, sabiduría, amor y dedicación.

También quiero dar las gracias al Dr. Miguel Ángel Pérez Razo, por su valiosa contribución en la elaboración del análisis estadístico que enriqueció la metodología del presente trabajo, ya que sin su dirección y conocimiento no se hubiera realizado.

Agradezco de todo corazón al M.V.Z. Enrique Martínez Bárcenas por compartir su experiencia, por la confianza y sus palabras de aliento que en todo momento me infundieron ánimo y seguridad ¡Gracias por ser como eres!.

Agradezco al M.V.Z. Jesús de N. Zavaleta Hernández por su persistencia, compromiso, paciencia y guía para que este trabajo llegara a ser una realidad.

Agradezco sinceramente al Dr. Ernesto Fausto Ríos por toda su colaboración, apoyo y dirección para la realización de éste trabajo.

A **todos** los Productores del Complejo Agropecuario Industrial Tizayuca, en **particular** a Don Ramón Fernández e Hijo, por todas las atenciones recibidas para la realización de mi trabajo.

Asimismo quiero agradecer a todos los Maestros con quienes tuve la suerte de aprender y crecer: Guillermo Cortez, Eduardo Guillen, Carlos García Ortiz, Norberto Muños Piña, Javier Donadieu, Leonardo Díaz, Rafael Soto Castor, Ricardo Zedillo Bocanegra, Juan Rojas Ríos ,Jesús Enrique Martínez Bárcenas, Leopoldo Napoleón Martínez Velasco, Guillermo Jaso Hernández, Nazario Salvador Sánchez, Luciano Rojas Castillo, Carlos González, Oliver Fernández, Benito López Baños, Susana E. García Vázquez, Blanca Moreno Cardenti, Fernando Osnaya Gallardo, Rubén Trejo, Jorge Rico Pérez, Lilian Morfin, Pablo Martínez Labat, Gabriela Fuentes Cervantes, Fernando Altamirano Abarca, Ricardo Gutiérrez Órnelas†, Joaquín Delgadillo, Eusebio Valentino Villalobos García, Raúl Schincha, Carlos Humberto Flores Vázquez, Enrique Esperón Sumano, Pablo Correa Girón, Miguel Ángel Carmona, Virginia Citlali Hernández Valle, Guillermo Tomas Oviedo Fernández, Jorge Muñoz Muñoz , Juana Ortega Mondragón, María Guadalupe Mondragón Olvera, Ignacio Rodríguez Rangel, Graciela Castañeda, Rafael Carbajal†, Jaime Orozco†, Jorge López Pérez, Mario Alberto Velasco, Javier Hernández Balderas, Alfredo Cuellar Ordaz, José Gabriel Ruiz Cervantes, Humberto Arellano Sánchez, Heriberto Contreras Ángeles, Miguel Ángel Pérez Ortega, José de Lucas Tron, Ernesto Fausto Ríos, Fernando Melesio Viniegra Rodríguez, Eugenio Bravo Quintanar, Xanat Hernández Ordoñez, Guadalupe Adriano Morán, José Antonio Vázquez García, Mario Bernardino Santa Cruz Aguilar y las laboratoristas Irene y María Cruz.

¡A TODOS USTEDES MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE

	PÁG
Resumen.	1
Introducción.	3
Objetivos.	13
Hipótesis.	14
Materiales y Métodos.	15
Resultados.	19
Discusión.	29
Conclusión.	31
Fuentes de Consulta.	32

RESUMEN

En diversas explotaciones pecuarias alrededor del mundo el uso de aditivos en la alimentación de los animales se ha convertido en una práctica frecuente que beneficia tanto a los productores como la calidad del producto final. El presente trabajo tuvo como objetivos la evaluación del efecto de la aplicación de una cápsula de liberación controlada (CLC) a base de monensina sódica, sobre los principales parámetros productivos (producción de leche, días a pico de producción, producción de leche al pico de la curva) y reproductivos (días abiertos, dosis por concepción, intervalo entre partos). El trabajo se desarrolló en dos unidades productoras de leche (UPL's) pertenecientes al Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (CAIT). Se utilizaron 408 vacas de la raza Holstein-Friesian asignadas aleatoriamente a uno de dos grupos control y experimental. Los criterios de inclusión de los animales en estudio fueron: condición corporal de 3 a 4 en promedio, vacas de hasta 5 lactancias, próximas al parto. A las vacas del grupo experimental se les aplicó una CLC durante el periodo seco (en promedio 17 días antes de la fecha esperada de parto). Se encontró un efecto benéfico en los días a pico de producción ($P=0.0424$), de igual manera se obtuvo una mayor ganancia de producción total de leche ($P=0.0388$), sin embargo no se mostró efecto significativo en la producción de leche al pico de la curva ($P=0.1255$). En el aspecto reproductivo no se encontró beneficio en los parámetros evaluados como: días abiertos ($P=0.3351$), dosis por concepción ($P=0.4682$), e intervalo entre partos ($P=0.6961$). Adicionalmente se evaluó el efecto del establo en los días a pico de producción ($P=0.0001$), de la misma forma se obtuvo una mayor ganancia

de producción total de leche ($P=0.0001$), y se encontró efecto significativo en la producción de leche al pico de la curva ($P=0.0233$). En el aspecto reproductivo no se encontró beneficio en los parámetros evaluados como: días abiertos ($P=0.2240$), dosis por concepción ($P=0.9319$), e intervalo entre partos ($P=0.2008$). Se recomienda se sigan realizando trabajos que permitan conocer que otros beneficios se podrían obtener al utilizar este aditivo en las explotaciones lecheras nacionales.

INTRODUCCIÓN

El bovino forma parte del grupo de animales pertenecientes a la familia de los rumiantes, los que poseen entre sus características, el convertir materiales que no pueden ser aprovechados por el hombre en su alimentación en productos de elevada calidad nutritiva. Entre los bovinos la vaca especializada en producción láctea, es muy eficiente en convertir la celulosa en una fuente de energía y destinar esta a la producción de leche. Para lograr una alta eficiencia en producción se requiere de la adecuada aplicación de diferentes prácticas de manejo entre ellas, una adecuada alimentación a bajos costos que permita al productor una correcta recuperación del capital invertido (Ávila y Gutiérrez, 2003; Ávila, 2005).

La leche constituye el alimento natural para la óptima nutrición del recién nacido en las especies pertenecientes a la clase mamífera (Pérez, 1987). La calidad nutricional de un alimento se podría definir como la capacidad de este para cubrir los requerimientos de nutrientes considerados importantes, y la leche brinda dichos nutrientes de manera balanceada (Ávila y Gutiérrez, 2003). Se debe destacar que la industria lechera podría ser una de las actividades económicas más importantes en México, desafortunadamente la política seguida en los últimos años ha ocasionado que esta industria se encuentre en una severa crisis (Alonso et al., 2005).

Los bovinos constituyen la especie más importante productora de leche, ya que estos producen alrededor del 85% de la producción a nivel nacional. La capacidad productiva de las vacas lecheras se ha incrementado en los últimos 60

años y la producción de leche por vaca se ha triplicado en ese lapso (Ávila y Gutiérrez, 2003). Dicho incremento se debe a una mejor alimentación, al mejoramiento genético y a importantes avances del manejo y control de enfermedades (Ávila y Gutiérrez, 2003; Roos, 2003).

Una de las etapas más importantes del ciclo productivo en el ganado lechero son el período seco y el período de transición. El período de secado en las vacas lecheras inicia en la semana treinta y dos de gestación ó dos meses antes del parto, y se llama período de transición al lapso comprendido entre las tres semanas antes del parto y hasta tres semanas posteriores al parto (Ávila y Gutiérrez, 2003).

Durante este periodo la vaca debe ajustarse, de una dieta alta en fibra (ración para vaca seca), a una dieta alta en energía y baja en fibra (ración para vaca en producción) (Ávila, 2005). Comparada con otras fases del ciclo de lactación, las vacas en esta etapa, están en riesgo de una alta incidencia de enfermedades metabólicas y deben soportar un período de balance energético negativo, debido a que se enfrenta a importantes cambios hormonales propios de la próxima lactación, así como cambios en términos metabólicos y fisiológicos debidos al parto (Grummer, 1995; Goff y Horst, 1997; Duffield et al., 2002). Se debe entender por lo anterior que estos animales padecen de varios tipos de estrés (del parto, productivo y oxidativo), es por esto que cualquier complicación durante el período de transición afectara la salud, la eficiencia productiva y reproductiva de estos animales (Grummer, 2003).

CETOSIS Y PRODUCCIÓN LÁCTEA

La vaca productora de leche expresa una elevada tasa de síntesis de producto, y sobre ella se ha ejercido una marcada presión de selección para elevar su potencial de producción (Bloxham, 1980), lo cual ha propiciado el desarrollo de un animal altamente productivo y por ende susceptible a influencias ambientales, nutricionales, infecciosas etc., que pueden alterar su actividad reproductiva. Por todo lo anterior una de las enfermedades metabólicas que más se presenta en el ganado lechero es la cetosis. Un balance energético negativo al inicio de la lactación predispone a la vaca lechera a desordenes metabólicos y enfermedades como hígado graso y cetosis. La cetosis es una enfermedad asociada a las altas demandas metabólicas de la glándula mamaria por la producción láctea y a la incapacidad de cubrirlas por medio de la ingesta. Y como consecuencia, el tejido adiposo es movilizado y estos ácidos grasos libres son oxidados en el hígado, lo cual eleva la producción de cuerpos cetónicos. La sobre producción y acumulación de estos es tóxica ,y los síntomas incluyen: pérdida de peso corporal, descenso en la producción, pérdida de apetito, hipoglicemia, hipercetonemia, elevación de los ácidos grasos no saturados, acumulación de grasa en hígado y pérdida de glucógeno hepático. (Green et al., 1999; Mc Guffey et al., 2001).

La cetosis es una enfermedad originada por una alteración, en el metabolismo de los carbohidratos y ácidos grasos volátiles, debido a que todas las vacas altas productoras presentan un balance energético negativo al inicio de la lactancia y es común que presenten cetosis subclínica y clínica. De hecho la frecuencia de los casos clínicos ha ido en aumento como consecuencia del

aumento de la producción láctea (Jonker et al., 1998). Sin embargo no debe desestimarse la importancia de la cetosis subclínica (cetonemia), la cual es caracterizada por un aumento en los niveles sanguíneos de cuerpos cetónicos: β hidroxibutirato, acetoacetato y acetona, esta patología, es muy común y se ha demostrado que puede afectar hasta un 30-50% del hato en promedio (Duffield et al., 2002). El pico de prevalencia, ocurre durante el primer mes de la lactación y ha sido asociada, con: el descenso en la producción, que puede ser en algunos casos de 1–1.5 litros por día, anorexia, desplazamiento abomaso, mastitis y un descenso en el desempeño reproductivo. Y dado que este padecimiento ocurre con mayor frecuencia en la lactación temprana, la prevención se ha enfocado en el manejo nutricional de la vaca seca y durante el período de transición (Jonker et al., 1998; McGuffey et al., 2001; Duffield et al., 2002).

NUTRICIÓN Y ADITIVOS

Debido a la creciente demanda mundial de proteína de origen animal, para el consumo humano es importante elevar la producción animal y puesto que el rubro alimentario representa uno de los mayores costos de inversión, los avances realizados en este renglón incidirán positivamente en la producción y la disponibilidad. Una opción para reducir costos de alimentación es el empleo de aditivos. La manipulación química como medio para elevar la producción láctea podría ser un recurso tecnológicamente importante (Pinos y González, 2000). Un aditivo es aquel ingrediente o compuesto que se adiciona a los alimentos y su uso mejora en algún aspecto la apariencia, vida en bodega, aceptación, la digestión, la absorción ó el metabolismo de los alimentos (Shimada, 2005).

Dado que, para conservar una buena salud en los hatos lecheros, es de vital importancia el prevenir las enfermedades, a través de la modificación selectiva de la microbiota del huésped, se han desarrollado algunos aditivos los cuales pueden clasificarse como antibióticos ionóforos ó no ionóforos prebióticos (Pinos y González, 2000; Ávila, 2005).

IONÓFOROS

Los ionóforos se han utilizado extensamente en la industria ganadera desde 1977. Los ionóforos carboxílicos o polietanos son aditivos para el ganado lechero que se usaron inicialmente como desparasitantes (Haney y Hohen, 1967; Bergen y Bates, 1984; Beckett, *et al.*, 1998; McGuffey, *et al.*, 2001).

Al grupo de ionóforos pertenecen la monensina, el lasolamid y la ovaparicina entre otros (Shimada, 2005). Actualmente la aplicación de ionóforos en la alimentación del ganado lechero ha sido una estrategia importante en la prevención de enfermedades metabólicas, reproductivas e infecciosas, estas últimas de forma indirecta (Ramanzin, *et al.*, 1997; McGuffey *et al.*, 2001; Grummer, 2003). Duffield, (2006) en una revisión reciente describe la eficacia y las bondades de los ionóforos, los cuales aumentan el desempeño productivo y reproductivo elevando las concentraciones sanguíneas de propionato y por lo tanto la energía disponible para todos los procesos metabólicos; siendo la monensina sódica el ionóforo más utilizado.

MONENSINA SÓDICA

La monensina sódica se obtiene de la fermentación del hongo *Streptomyces cinnamonensis* y el efecto principal es que modifica la fermentación ruminal al inhibir selectivamente las poblaciones de bacterias Gram positivas promoviendo la proliferación de bacterias Gram negativas (Sumano,1996). Los productos finales de la fermentación ruminal de los carbohidratos presentes en la dieta incluyendo la celulosa y las pentosas son los ácidos grasos volátiles (AGV's). Los ácidos acético, propiónico y butírico son los AGV's más importantes y se producen en una relación aproximada de 70:20:10, promueven el crecimiento de las vellosidades ó papilas ruminales. Estos AGV's constituyen del 60 al 80% de los requerimientos energéticos del bovino, y se absorben directamente en el epitelio de los estómagos anteriores por medio de las papilas ruminales. La mayor parte de la catálisis de los glúcidos en los bovinos ocurre en el rumen, mediante la digestión fermentativa, de tal manera que no llegan al intestino carbohidratos para una digestión glandular y por lo tanto una absorción de glucosa por lo que el rumiante permanece en un estado constante de déficit de glucosa por ende los rumiantes desarrollaron sistemas eficaces para producir y conservar la glucosa (Cunningham, 1999).

Primordialmente la mayor parte de la glucosa existente para los rumiantes en los diferentes tipos de dieta se origina a partir de la gluconeogénesis. Y el precursor más importante de esta glucosa es el ácido graso volátil propionato el cual contribuye a la síntesis de glucosa al entrar al ciclo de Krebs a nivel del succinato, el cual es un intermediario de 4 carbonos que puede dar lugar a la

síntesis de oxalacetato, el cual es el metabolito de entrada para la gluconeogénesis (Radostits,2002).

Los otros AGV's, el acetato y el butirato también entran al ciclo de Krebs pero al igual que los ácidos grasos de cadena larga provenientes del tejido adiposo entran a este ciclo como acetil-CoA y este acetil-CoA no puede dar lugar a oxalacetato ó glucosa por lo que solo el ácido propiónico es glucogénico y los AGV's acetato y butirato son cetogénicos (Richardson *et al.*,1976;Bergen y Bates,1984), por lo que uno de los efectos benefcos de la monensina sódica es reducir la acidosis ruminal, la metanogénesis y las concentraciones de acetato y β -hidroxi-butirato (Bergen y Bates,1984; Lean, *et al.*,1994; McGuffey, *et al.*,2001; Mutsvangwa, *et al.*,2002; Duffield, 2006). El mecanismo de acción de la monensina es crear un flujo de transporte de iones a través de las membranas celulares. La monensina se une a la membrana celular bacteriana y primero causa la salida de un ión potasio de la célula y la entrada de un ión hidrógeno hacia el interior de la misma. El aumento de hidrógeno es expelido fuera de la célula, ya sea por transporte activo involucrando adenosin trifosfato ó ya sea pasivamente vía la entrada de sodio a la célula a cambio del hidrógeno y para mantener el equilibrio celular interno la bacteria debe gastar energía y esto provoca un reducido crecimiento ó bien la muerte bacteriana (Bergen y Bates, 1984). La monensina se absorbe deficientemente en el tracto gastrointestinal cuando se administra vía oral, el 95 % se elimina por las heces. Presenta un bajo volumen de distribución, su biotransformación se realiza a escala hepática por oxidación y se excreta rápidamente por heces y por orina, la porción del fármaco que se absorbió (Sumano y Ocampo, 2006). Otras bondades atribuidas a la

monensina han sido en el incremento de la respuesta del sistema inmune, a través de un mejor quimiotactismo de los neutrófilos; una mejora en la digestión del nitrógeno y un incremento en la proteína bacteriana degradable y aminoácidos metabolizables a nivel hepático, reducción en la presentación de desplazamientos de abomaso, retención placentaria, cetosis clínicas y subclínica (Phipps, *et al.*, 2000; McGuffey, *et al.*, 2001; Mutsvangwa, *et al.*, 2002; Duffield, 2006). Por lo anterior se desprende que es importante conocer los efectos de la monensina, sobre la producción de leche y algunos parámetros reproductivos. La monensina produce una ligera disminución en el consumo de materia seca, incrementa la producción láctea con rangos de 0.8 a 2.8 kg por día disminuyendo de manera significativa el contenido de grasa y proteína láctea. (Beckett, *et al.*, 1998;Phipps, *et al.*,2000; McGuffey, *et al.*, 2001).

EFFECTOS ADVERSOS

Los signos de toxicidad aguda que en el ganado vacuno se observan son: anorexia, cólico, atonía ruminal, diarrea, ataxia, debilidad muscular, depresión disnea, postración y muerte. La dosis letal DL 50% es de 26.4 mg/kg (Sumano,1996; Potter, *et al.*,1984),los ionóforos monovalentes causan daños en varios tipos de células y comúnmente las más afectadas son las células músculo esqueléticas y cardiacas (Booth y McDonald,1988). Desde una perspectiva de seguridad alimentaria Bagg y cols. en 2005 realizaron un estudio en 18 vacas Holstein-Friesian en producción para evaluar residuos de monensina en leche con dosis hasta 10 veces más alta que la permitida en Canadá (24 ppm) durante 21 días y se evaluaron muestras de leche para medir residuos de monensina

mediante análisis por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPCL). El método utilizado tiene un límite de cuantificación de 0.005mg/ml (5 ppb), y no se detectaron residuos de monensina en cualquiera de las muestras analizadas. Los resultados en este estudio confirman que los productos alimenticios derivados de vacas lecheras en producción que reciben monensina a los niveles recomendados son seguros para el consumo humano (Bagg, *et al.*, 2005).

PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS

Para evaluar el desempeño reproductivo de un hato lechero es primordial el uso de ciertos indicadores, apoyados en constantes fisiológicas tales como: duración de la gestación, tiempo de involución uterina, días a primer calor, intervalo entre celos, intervalo entre partos, etc. La mayoría debidos a variaciones por causas infecciosas, nutricionales y de manejo, atribuidos al hombre ó al medio ambiente. Es de suma importancia para las empresas pecuarias desarrollar un plan de monitoreo para conocer la productividad de su empresa. Para este monitoreo se usan parámetros tanto productivos como reproductivos (Ruiz, 1998), entre los más importantes tenemos:

Días abiertos: Es lapso de tiempo que transcurre desde el día del parto hasta que la vaca queda gestante.

Intervalo entre partos: Es el lapso de tiempo que transcurre desde un parto hasta el siguiente.

Dosis por Concepción: Número de servicios (dosis) que la vaca requirió para quedar gestante.

Producción láctea total a 305 días: La cantidad de leche producida en diez meses ó 305 días.

Producción a pico de lactación: Cantidad máxima de leche producida por una vaca en un día.

Días a pico de producción: Los días necesarios para que la vaca alcance su máxima producción láctea por día.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Evaluar el efecto de la aplicación de una cápsula de liberación prolongada a base de Monensina sódica sobre algunos de los parámetros productivos y reproductivos en vacas Holstein-Friesian

Objetivos Particulares:

- a. Comparar los parámetros de producción (producción láctea total a 305 días, producción a pico de lactación, días a pico de producción) de los animales con y sin la aplicación de una cápsula a base de Monensina sódica
- b. Comparar los principales parámetros reproductivos (días abiertos, dosis por concepción, intervalo entre partos) con y sin la aplicación de una cápsula a base de Monensina sódica de los animales en estudio.

HIPÓTESIS

La utilización de una cápsula de liberación controlada a base de aditivos (Monensina sódica), mejora los parámetros productivos y reproductivos en vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar: El presente trabajo se realizó en dos unidades productoras de leche (UPL's), pertenecientes al Complejo Agropecuario Industrial Tizayuca (CAIT), el cual se encuentra ubicado en el kilómetro 57 de la carretera Federal No. 85, México–Pachuca, al sureste del Estado de Hidalgo, en colindancia con el Estado de México. Presenta un clima BS Kw. (según Köeppen, tipo semiseco, templado y lluvioso en Verano). Geográficamente se ubica a 2270 msnm; en la latitud norte 19°,50', 30 y latitud oeste 98°, 59', 45, tiene una precipitación pluvial anual de 624.9 mm. y una temperatura anual promedio de 16.3° C (García, 1987). Agrupa 126 establos que cuentan con una población aproximada de 200 a 500 vacas cada uno y una población total de 28,000 animales adultos y 5,500 becerras.

Materiales: Se utilizaron 408 animales divididos en dos grupos de 204 vacas para el grupo testigo (sin recibir la cápsula de liberación controlada) y 204 del grupo experimental (recibiendo una cápsula de liberación controlada a base de monensina sódica [Rumensin® CLC, Provel, ElAnco® Animal Health Eli Lilly®, Ontario, Canadá]); 204 cápsulas de liberación controlada, 408 tarjetas individuales de ciclos reproductivos y 408 registros de producción, tiracápsulas de acero inoxidable ó plástico, narigón.

Desarrollo: Se utilizaron vacas de la raza Holstein-Friesian, las cuales dentro de cada UPL fueron asignadas aleatoriamente a uno de los dos grupos formados (grupo testigo y grupo experimental), hasta completar las 408 vacas. Las vacas

en el estudio reunían los siguientes criterios de inclusión: una condición corporal de 3 a 4 en promedio, vacas de hasta cinco lactancias, próximas al parto (entre 12 a 17 días antes de parir); a las vacas del grupo experimental se les administró la cápsula de liberación controlada (monensina sódica), registrándose el número de la cápsula en la tarjeta reproductiva, para que en caso de que ser regurgitada fuera identificada. Para la administración se inmovilizó la vaca en la manga de manejo, a la cápsula se le desprendió el tapón protector exponiendo así el núcleo del aditivo, se corroboró el buen estado de la cápsula a continuación se doblaron las alas de la misma a lo largo del cuerpo de la cápsula, se introdujo la cápsula dentro del tiracápsulas, metiendo primero la parte que expone el aditivo, después la parte final que incluye las alas y se procedió a la administración. Ya inmovilizado el animal se le levantó la cabeza, se tomó con la mano la comisura del hocico, se colocó el tiracápsulas introduciéndolo en las fauces, se avanzó liberando los molares hasta colocarlo en la parte posterior de la base de la lengua, estimulando así la deglución, se presionó el émbolo del tiracápsulas liberando la cápsula que fue deglutida, sosteniendo la cabeza por dos o tres segundos, se extrae el tiracápsulas y se finalizó así la administración.

Captación de Datos: En ambos grupos (experimental y testigo), se anotó en las hojas de registro: a) número de establo, b) el número de vaca, c) # de partos, d) fecha de servicio fértil, e) Fecha de secado, f) fecha de administración de la cápsula, g) fecha de parto, h) fecha de primer servicio, i) fecha de servicio fértil, j) número de la cápsula y se registró el pesaje mensual de leche durante diez

meses. Posteriormente se calculó el número de dosis por concepción, los días abiertos y el intervalo entre partos.

Análisis Estadístico: Las variables reproductivas y productivas se analizaron mediante el PROC. GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1996). Considerando la UPL como bloque. Antes de realizar este modelo se corrió el PROC NLIN del paquete estadístico SAS para obtener los parámetros de la curva de lactación con base al modelo de Wood cuyas ecuaciones son las siguientes:

$$\text{leche} = a * (\text{días lactación})^b * \exp(-c * \text{días lactación});$$

y en donde:

$$\text{Días a pico de producción} = b/c;$$

$$\text{Pico de Producción láctea} = a * ((b/c)^b) * \exp(-b)$$

$$\text{Total de Producción} = (a / (c * (b+1))) * \text{gamma}$$

Al estimar los parámetros estos fueron analizados con el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + N_j + Y_k + R_k + E_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} es la variable de respuesta ó el parámetro en estudio (pico de producción y producción total).

μ es la constante de la media de la población.

T_i es el i ésimo efecto del tratamiento con Monensina sódica.

N_j es el jésimo efecto del Número de parto.

Y_k es el kiesimo efecto de la edad.

R_k es el efecto del liesimo Establo A y B.

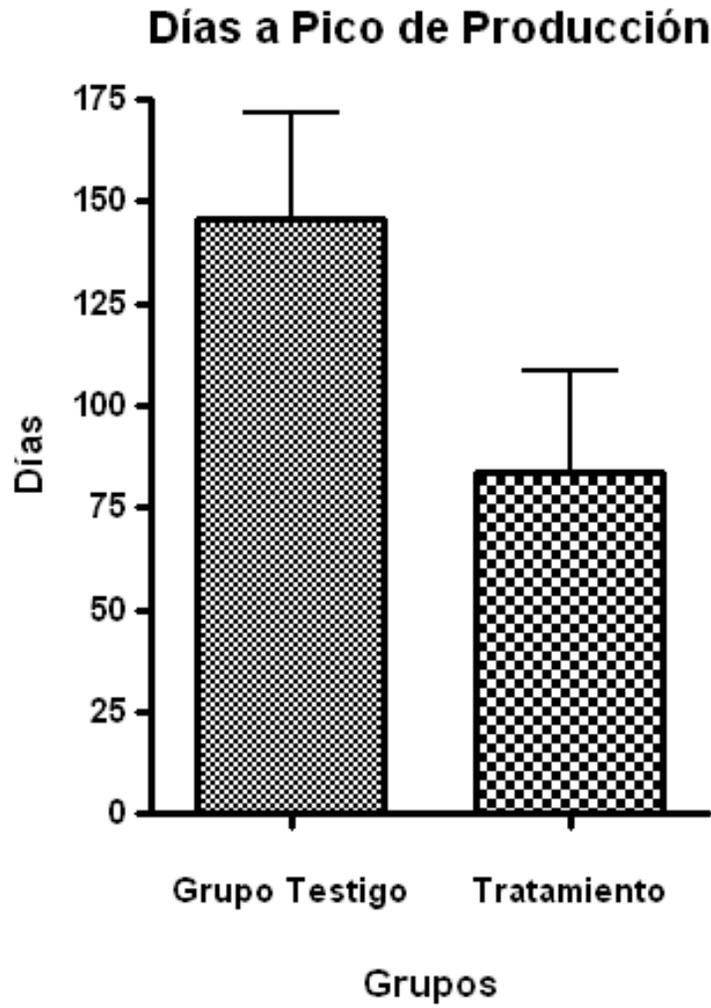
E_{ijklm} es el error aleatorio.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos están basados en los datos de 408 vacas; 204 vacas que recibieron cápsulas de monensina CLC y 204 fueron vacas control. Uno de los primeros parámetros analizados fue días a pico de producción, en el que se observó que las vacas que recibieron el tratamiento con monensina alcanzaron antes el pico de producción (83 días) y que las vacas control lo alcanzaron a 145 días, con una diferencia estadísticamente significativa. (Cuadro 1 y Gráfico 1)

TRATAMIENTO	DÍAS A PICO DE PRODUCCIÓN	ERROR ESTÁNDAR	F	Pr>F
CON MONENSINA	83.49	26.23	0.0001	0.0424
CONTROL	145.49	24.8	0.0009	

Cuadro 1. Evaluación del parámetro días a pico de producción.



 Grupo Testigo  Tratamiento

Gráfico 1. Diferencia entre los grupos evaluados en días a pico de producción.

Con respecto a la evaluación del parámetro de producción total de leche se observó que esta fue mayor en el grupo de vacas que recibió monensina (8,360.92 litros) contra las vacas control (7,827.91 litros) encontrándose también una diferencia estadísticamente significativa (Cuadro 2, Gráfico 2).

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN LÁCTEA TOTAL	ERROR ESTÁNDAR	F	Pr>F
CON MONENSINA	8,360.92	164.85	0.001	0.0388
CONTROL	7,827.91	269.68	0.0001	

Cuadro 2. Evaluación del parámetro producción láctea total.

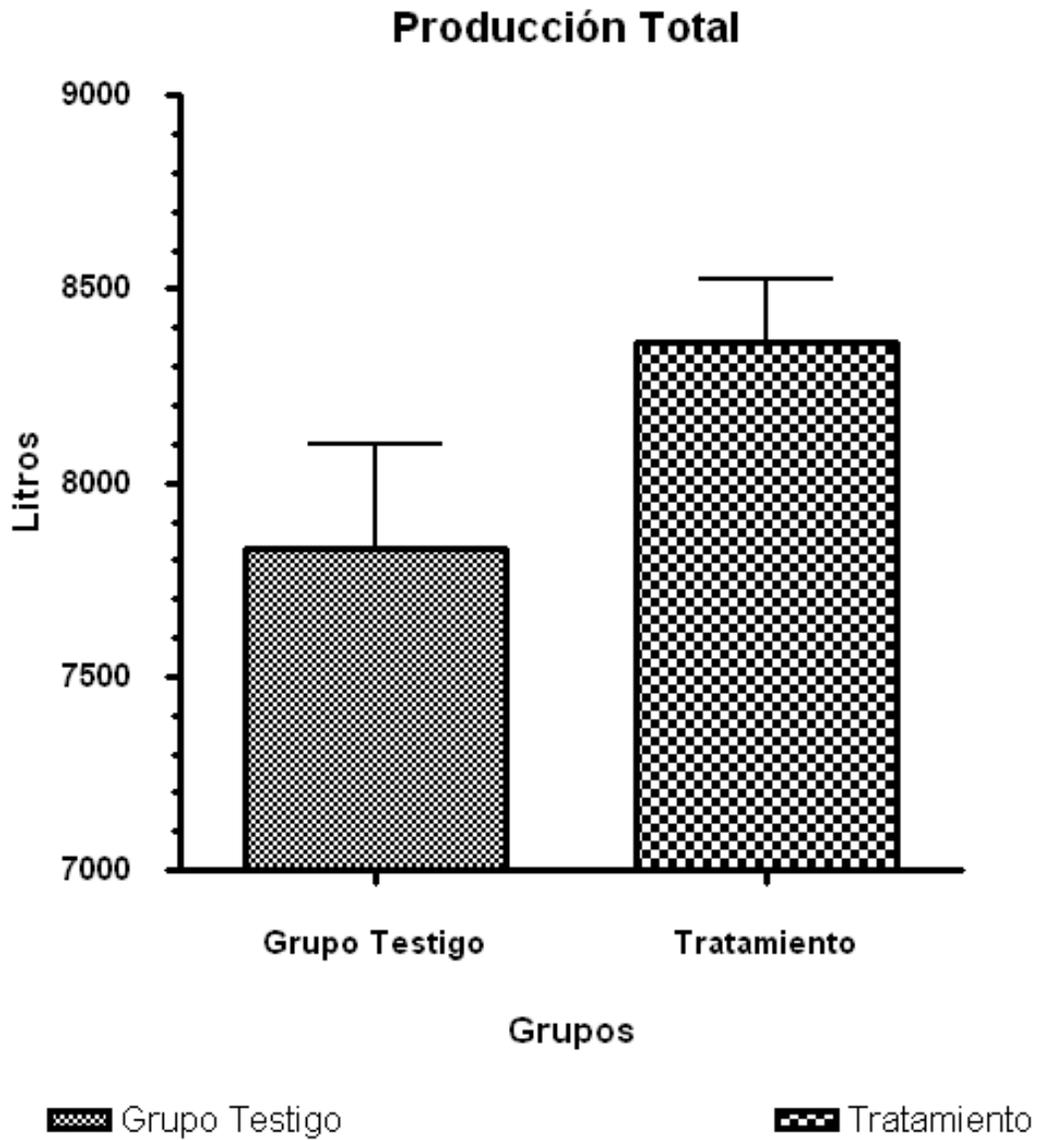


Gráfico 2. Diferencia entre los grupos evaluados en producción láctea total.

Referente al parámetro de producción de leche al pico de la curva, no se observó diferencia estadísticamente significativa entre las vacas que recibieron monensina (33.22 litros) y las del grupo control (30.77 litros). (Cuadro 3, Gráfico 3).

TRATAMIENTO	LITROS A PICO DE LA CURVA	ERROR ESTÁNDAR	F	Pr>F
CON MONENSINA	33.22	1.37	0.0001	0.1255
CONTROL	30.77	1.29	0.0001	

Cuadro 3. Evaluación del parámetro de litros de leche producidos al pico de la curva de lactancia.

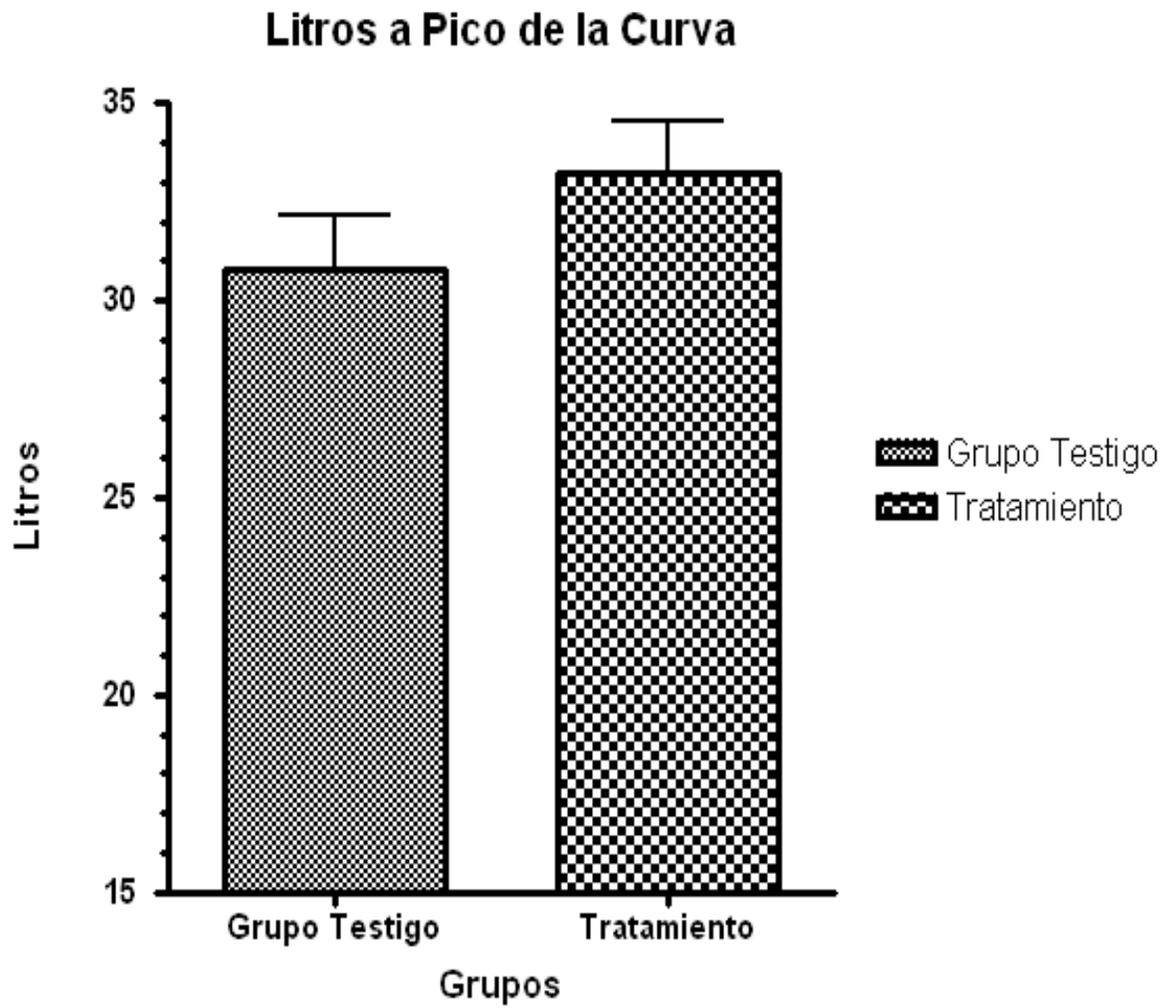


Gráfico 3. Diferencia entre los grupos evaluados en litros de leche producidos al pico de la curva de lactancia.

En el aspecto reproductivo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las vacas que recibieron tratamiento con monensina sódica y las vacas control en los parámetros evaluados como: días abiertos, que en las vacas tratadas fue de 130.14 días mientras que en las no tratadas fue de 121.17 días ($p=0.3351$) (Cuadro 4, Gráfico 4). Con respecto a dosis por concepción las vacas que recibieron monensina recibieron en promedio 2.150, mientras que las vacas control 2.034 ($p=0.4682$) (Cuadro 5, Gráfico 5). Respecto al intervalo entre partos las vacas que recibieron el tratamiento promediaron 381.05 días, mientras las que no lo recibieron 378.08 días ($p=0.6961$). (Cuadro 6, Gráfico 6).

TRATAMIENTO	DÍAS ABIERTOS	ERROR ESTÁNDAR	F	Pr>F
CON MONENSINA	130.14	3,834.11	0.79	0.3351
CONTROL	121.17	3,265.37	0.93	

Cuadro 4. Evaluación del parámetro de días abiertos.

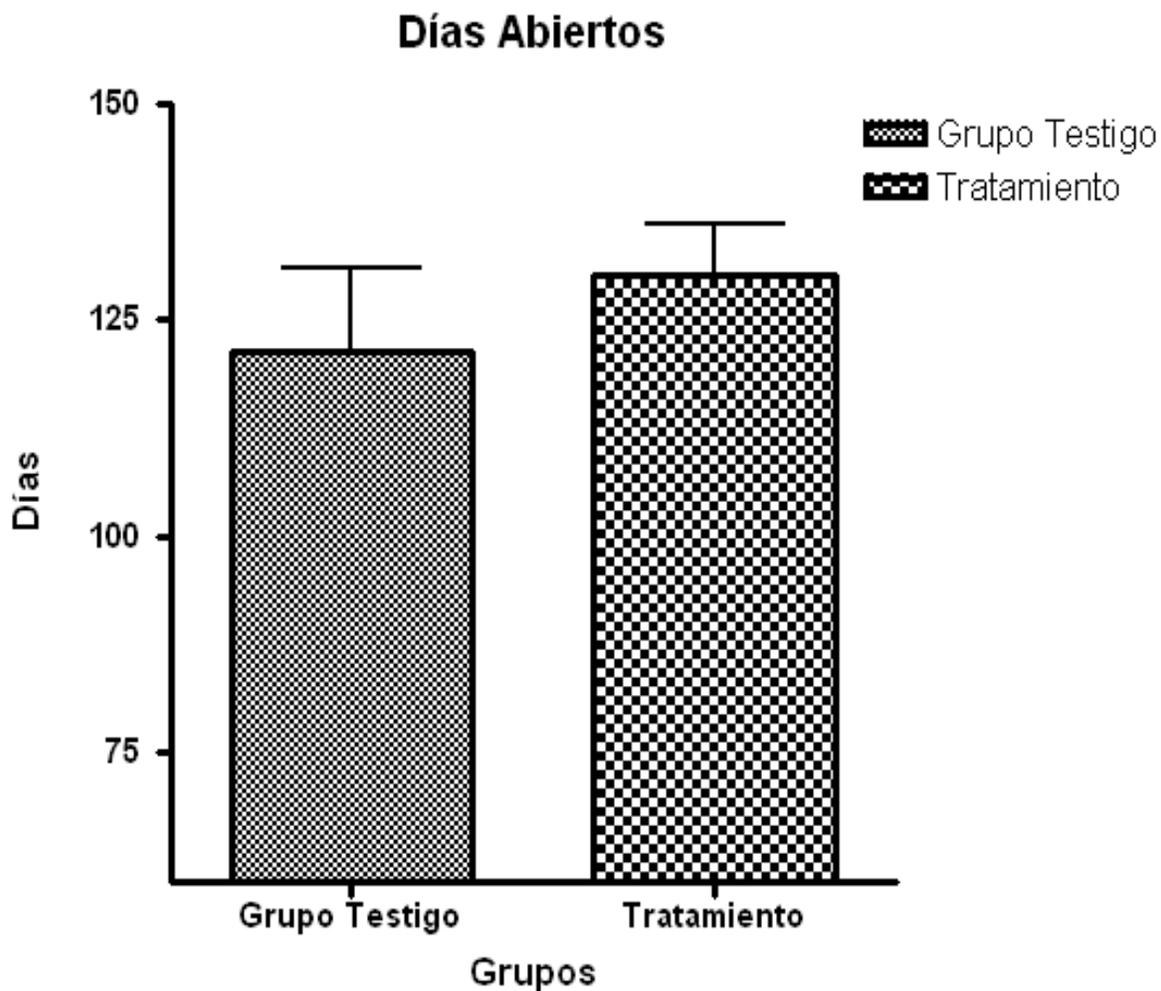


Gráfico 4. Diferencia entre los grupos evaluados en el parámetro de días abiertos.

TRATAMIENTO	DOSIS POR CONCEPCIÓN	ERROR ESTANDAR	F	Pr>F
CON MONENSINA	2.15	0.6434	0.53	0.4682
CONTROL	2.034	0.1946	0.16	

Cuadro 5. Evaluación del parámetro de dosis de semen recibidas por concepción.

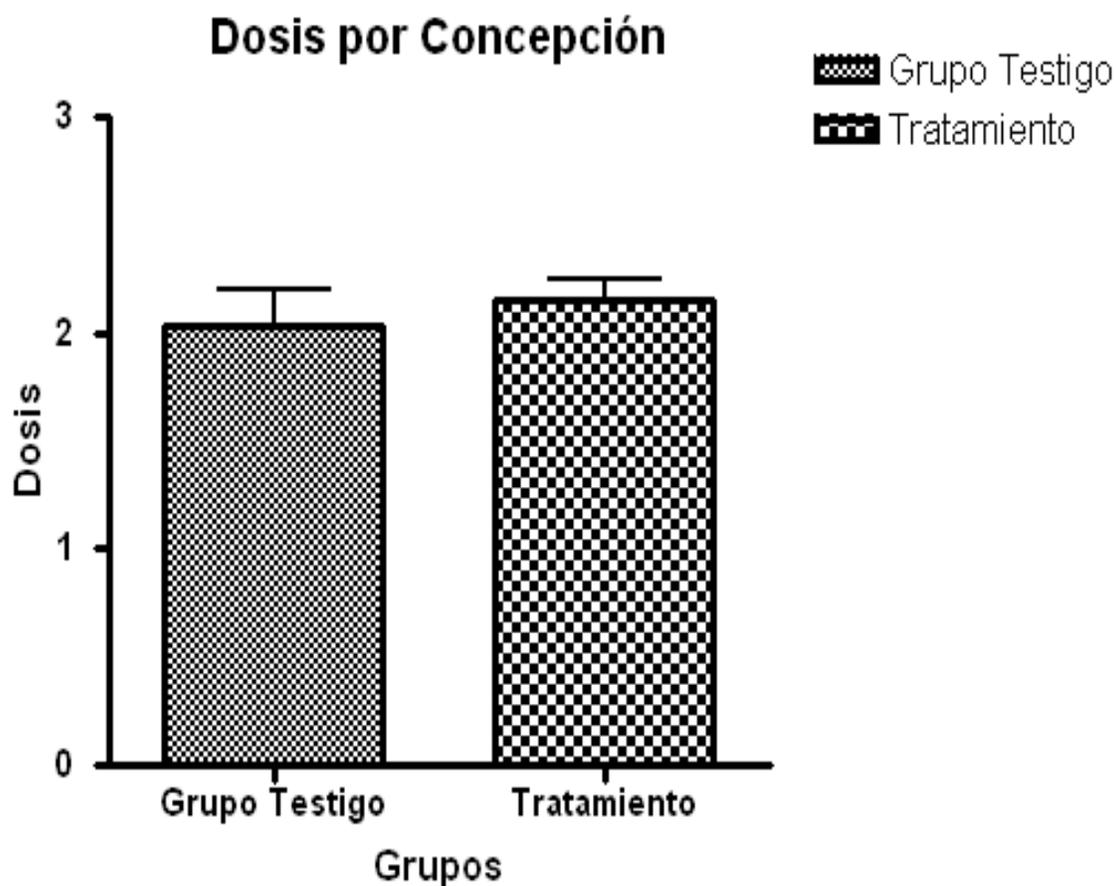


Gráfico 5. Diferencia entre los grupos evaluados para el parámetro de dosis de semen recibidas por concepción.

TRATAMIENTO	INTERVALO ENTRE PARTOS	ERROR ESTÁNDAR	F	Pr>F
CON MONENSINA	381.05	426.51	0.15	0.6961
CONTROL	378.08	420.85	0.15	

Cuadro 6. Evaluación del parámetro de intervalo entre partos.

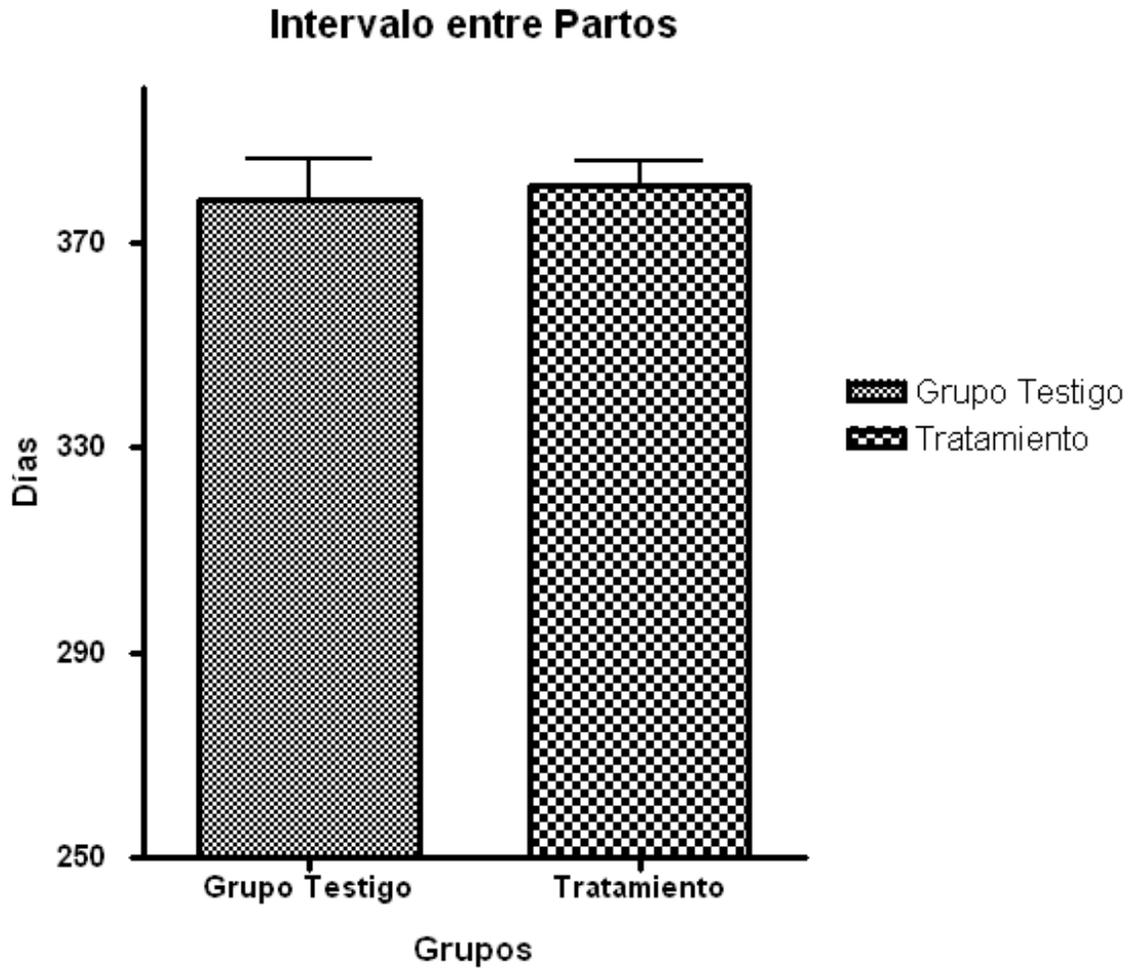


Gráfico 6. Diferencia entre los grupos evaluados para el parámetro de intervalo entre partos.

DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en el presente trabajo concuerdan con lo reportado en la literatura, ya que se mostro un efecto positivo sobre la producción total de leche en las vacas a las que se les administró monensina sódica similar a los resultados obtenidos por **Phipps et al.,(2000)** quien en sus experimentos encontró una producción de 533 lts más por ciclo, en las vacas tratadas con monensina con respecto al grupo control. Por su parte **Duffield et al., (1999)** en un estudio realizado en Canadá reporta que se obtuvieron mejores resultados en la producción láctea con la administración de monensina sódica, pero el efecto fue dependiente de la condición corporal registrada antes del parto, ya que las vacas clasificadas como delgadas(c.c.< 3) no tuvieron incremento en la producción, en las vacas con condición corporal óptima de 3.25 a 3.75 presentaron un incremento en la producción al segundo mes de lactación (0.85 kg/leche/día). Efecto no observado en este trabajo porque uno de los criterios de inclusión de las vacas fue que su condición corporal estuviera dentro de 3 a 4. En el mismo sentido **Beckett, e.t al., (1998)** en Australia refiere un incremento sostenido en la producción láctea durante toda la lactación lo cual se reflejó en la producción total de las vacas tratadas con monensina sódica, lo cual queda reafirmado por **Osborne, et al., (2004)**. Por su parte **Hayes, et al., (1996)** en Nueva Zelanda encontró efecto positivo en días a pico de la curva y producción en litros al pico de de la misma, con respecto a este último parámetro, en este trabajo no se encontró diferencia estadísticamente significativa para los litros al pico de la curva.

Con respecto a los parámetros reproductivos en este trabajo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que recibió monensina y el control, lo que coincide con los trabajos realizados por **Hayes, et al., (1996)** y **Beckett, et al., (1998)** en Australia. En relación a esto **Duffield, (2006)** refiere que el mejoramiento del balance energético negativo provisto por la monensina pudiera no llegar a impactar suficientemente en los parámetros reproductivos. A propósito de esto, **Lean, et al., (1993)** proponen que la monensina sódica podría mejorar el desempeño reproductivo si la administración de esta se realiza con suficiente antelación para prevenir el efecto negativo del bajo consumo de alimento durante el período de transición, lo cual daría pie a otro trabajo tomando en cuenta esta consideración.

CONCLUSIÓN

Las cápsulas de liberación prolongada de monensina sódica, promovieron en las vacas que las recibieron que se alcanzará el pico de producción en un tiempo menor, asimismo la producción total de leche por vaca se incremento en este grupo, lo que se traduce en un beneficio económico para el ganadero.

Sin embargo, la aplicación de las cápsulas de liberación controlada no tuvo efecto alguno sobre los parámetros reproductivos. Hace falta mayor investigación sobre los efectos de las cápsulas de liberación controlada, ya que tal vez una de las causas por lo que no se ha observado efectos directos sobre parámetros reproductivos tenga que ver con los niveles energéticos usados en las dietas, es decir, se podría esperar mayor efecto sobre la reproducción si las dietas ofrecidas tuvieran un aporte energético extra para que se pueda expresar el efecto de la monensina en este rubro.

FUENTES DE CONSULTA

1. Alonso, P. F. Moreno, M. G. Alvarado, G . L . A. Producción y consumo de leche y derivados en México en un entorno globalizado. Memorias del 29^o Congreso Nacional de Buiatría; del 11 al 13 de Agosto de 2005 en la Ciudad de Puebla, (Puebla) México. México (DF): Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos. ,A C , 2005: 302 P.
2. Ávila, T. S. Y Gutiérrez, Ch . A . J . 2003. Producción de Leche con Ganado Bovino. FMVZ. UNAM. Disponible en [:http://www.Ammveb.net/BIBLIOTECA/libros/PLGB/inicio.htm](http://www.Ammveb.net/BIBLIOTECA/libros/PLGB/inicio.htm)
3. Ávila, G. J.2005. El periodo parto y su influencia en la eficiencia reproductiva. Memorias de las "Jornadas Bovinas" , realizadas el 24 y 25 de Noviembre del 2005, en las instalaciones de la FMVZ. DUADDEC. UNAM. México: 1-8 p.
4. Bagg, R. Gordon, H. Vessie, C. Dick, P. Duffield, T. Wilson, J.B. and Arami J. J.2005. Milk residues and performance of lactating dairy cows administered high doses of monensin. Can. J. Vet. Res. July; 69(3):180-185.
5. Beckett, Lean, I. Dyson, R. Tranter, W. Wade, L. 1998. Effects of Monensin on the Reproduction, Health, and Milk Production of Dairy Cows. J. Dairy Sci. 81: 1563-1573 p.
6. Bergen, W .G. & Bates, D.B.1984. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. Journal of Animal Science. 58 (6): 1465-1483 p.

7. Bloxham, P. S. 1980 A bovine herd fertility scheme. *Veterinary Record*. 107 :558p.
8. Booth, N. H. Mc Donald, E. L.1988. *Farmacología y Terapéutica Veterinaria* Ed. Acribia. Vol. 2, .326 p.
9. Cunningham, G. J.1999. *Fisiología Veterinaria* Ed. McGraw-Hill Interamericana.395-429p.
- 10.Duffield, T. F. Leslie, K. E. Sandals, D. Lissemore, K. McBride, B. W. Lumsden, J. H. 1999. Effect of Prepartum Administration of Monensin in a Control-Release Capsule on Milk Production and Milk Components in Early Lactation.*J. Dairy Sci*.82: 272-279 p.
- 11.Duffield, T. Bagg, R. DesCoteaux, . Bouchard, E. Brodeur, M. Du Tremblay, D. Keefe, G. LeBlanc, S. Dick, P. 2002. Prepartum monensin for the reduction of energy associated disease in postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci*. 85:397-405 p.
12. Duffield, T. 2006 . Ionophores in Dairy Rations. *Proceedings of North American Veterinary Conference*. Volume 20. January 7-11, Orlando, Florida. Large Animal Edition. Vol. 20, 9 -12 p.
- 13.García, M. E. 1987. *Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köepen*. 4^a Edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 14.Goff,J. P. And Horst, R. L. 1997 *Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders* *J. Dairy Sci*. 80: 1250-1256

15. Green, B. L. McBride, B. W. Sandals, D. Leslie, K. E. Bagg, R. and Dick, P. 1999. The Impact of a Monensin Controlled-Release Capsule on Subclinical Ketosis in the Transition Dairy Cow. *J. Dairy Sci.* 82: 333-342 p.
16. Grummer, R. R. 1995. Impact of Changes in Organic Nutrient Metabolism on Feeding the Transition Dairy Cow. *J. Anim. Sci.* 73: 2820-2833 p.
17. Grummer, R. R. 2003. Transition Feeding: Impact on Fertility, Milk Production, and Post Calving Disorders. The Babcock Institute University of Wisconsin Dairy Herd Management No. 301. Disponible en :<http://babcock.cals.wisc.edu>
18. Haney, M. E. and Hoehn, M. M. 1967. Monensin, a new biologically active compound. *Antimicrob. Agents Chemother.* 1:349p.
19. Hayes, D. P. Pfeiffer, D. U. and Williamson, N. B. 1996. Effect of Intraruminal Capsules on Reproductive Performance and Milk Production of Dairy Cows Fed Pasture. *J. Dairy Sci.* 79: 1000-1008 p.
20. Jonker L.J. Wilkinson, J. I. D. Tarrant, M. 1998. Alleviated nutrient imbalance by monensin reduced risk of ketonemia in a dairy cow. *The Bovine practitioner* .32:31-33 p.
21. Lean, I. J. Curtis, M. Dyson, R. Lowe, B. 1994. Effects of sodium monensin on reproductive performance of dairy cattle. I. Effects on conception rates, calving-to-conception intervals, calving –to- heat and milk production in dairy cows. *Aust. Vet J.* 71 (9):273-277 p.
22. McGuffey, R. K. Richardson, L. F. and Wilkinson, J. D. 2001. Ionophores for Dairy Cattle: Current Status and Future Outlook. *J. Dairy Sci.* 84 (E. Suppl.) : E.194-E203

23. Mutsvangwa, T. Walton, J. P. Plaizier, J. C. Duffield, T. F. Bag, R. Dick, P. Vessie, G. and McBride, B. W. 2002 Effects of a Monensin Controlled-Capsule or Premix on Attenuation of Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 85: 3454-3461p.
24. Osborne, J. K. Musvangwa, T. Alzahal, O. Duffield, T. F. Bagg, R. Dick, P. Vessie, G. and McBride, B. W. 2004. Effects of Monensin on Ruminant Forage Degradability and Total Trac. Diet Digestibility in Lactating Dairy Cows during Grain-Induced Subacute Ruminant Acidosis. *J. Dairy Sci.* 87: 1840-1847 p.
25. Pérez, D.M. 1987. Manual sobre Ganado productor de leche. Ed. Diana. 2^a ed. 12-14 p.
26. Phipps, R. H. Wilkinson, J. I. D. Jonker, L. J. M. Tarrant, M. A. K. Jones, A. K. Hodge, A. 2000. Effect of monensin on milk production of Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83: 2789-2794 p.
27. Pinos, R. y González, M. 2000. Efectos biológicos y productivos de ionoforos en rumiantes. *Hoards Dairy Man.* 25: (1) 318-320p.
28. Potter, E. L. VanDuyn and Cooley, C. O. 1984. Monensin Toxicity in Cattle *Journal of Animal Science*, Vol. 58 No. 6.
29. Radostits, O. M.; Gay, C. C.; Blood, D. C.; Hinchcliff, K. W. 2002. *Medicina Veterinaria. Tratado de enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino.* Vol. I. 9^a ed. Ed. Mc Graw Hill. 1214-1224 p.

30. Ramanzin, M. Bailoni, L. Schiavon, S. Bittante, G. 1997. Effect of Monensin on Milk Production and Efficiency of Dairy Cows Fed Two Diets Differing in Forage to Concentrate Ratios. *J. Dairy Sci.* 80:1136-1142p.
31. Richardson, L. F. Raun, A. P. Potter, E. L. Cooley, C. O. and Rathmacher, R. P. 1976. Effect of monensin on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. *J. Anim. Sci.* 43:657-664p.
32. Ross, R. F. 2003. Producción Pecuaria en Confinamiento y la Salud de los Animales, el consumidor y el Ambiente. Resúmenes del Simposio Internacional "Fronteras de la Medicina Veterinaria" FMVZ. UNAM. Impartido en el Centro Médico Nacional Siglo XXI del 14 al 16 de Agosto de 2003; 44-59 p.
33. Ruiz, E. Manuel. 1998. Reproducción Animal Ed. RISPAL .Costa Rica 111-124 p.
34. SAS .1996, SAS. Users Guide; Statics SAS. Inst; inc. Cary N. C.
35. Shimada, M. a. 2005. Nutrición Animal Ed. Trillas. México 221- 226 p.
36. Sumano, L H. 1996. Farmacología Clínica en Bovinos Ed. Trillas 213-214p.
37. Sumano, H.L. y Ocampo, C. L. 2006. Farmacología Veterinaria Ed. McGraw Hill. México 506-509 p.