

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ANÁLISIS DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS EN VACAS
HOLSTEIN LECHERAS EN LA COMARCA LAGUNERA DE DURANGO

Tesis

Que presenta JAIME RENDON VILLAMIL

como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Junio 2022

IMPACTO DEL PERIODO SECO-TRANSICIÓN EN LA EFICIENCIA
PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DE LA VACA LECHERA

Tesis

Elaborada por JAIME RENDON VILLAMIL como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría

1500

Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Asesora Principal


Dr. Francisco Gerardo. Véliz Deras
Asesor


Dr. Oscar Angel García
Asesor


Dra. Viridiana Contreras Villareal
Asesor


Dra. Leticia R. Gaytán Alemán
Jefe del Departamento de Postgrado


Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme realizar mis estudios de maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado durante la realización de mis estudios de posgrado.

A mis asesores por el apoyo facilitado durante el proceso de maestría.

DEDICATORIA

A mi familia, por ser mi inspiración y principal motor para seguir superándome,
infinitas gracias.

Índice

DEDICATORIA	ii
Índice	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Periodo Seco.....	4
Periodo de reto	5
Periodo de transición	6
Manejo de la alimentación durante el periodo seco.....	6
<i>Necesidades de energía</i>	6
<i>Proteína</i>	8
<i>Calcio</i>	8
Desordenes metabólicos.....	11
Eficiencia reproductiva.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Localización.....	16
Manejo de los animales.....	16
Manejo de la salud	17
Manejo reproductivo.....	17
Análisis estadístico.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSIÓN	26

RESUMEN

ANÁLISIS DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS EN VACAS HOLSTEIN LECHERAS EN LA COMARCA LAGUNERA DE DURANGO

Jaime Rendón Villamil

Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna

Dra. Dalia I. Carrillo Moreno

Un manejo nutricional y reproductivo adecuado impacta en los principales parámetros productivos en ganado lechero, este manejo es un componente importante en la rentabilidad de la explotación lechera, ya que se ha descrito que se pueden optimizar y reducir parámetros como: los días abiertos e intervalos entre partos, así como mejorar la producción lechera. En este trabajo se incluyeron 12,292 registros del año 2018 al 2020; de una explotación comercial ubicada en el municipio de Gómez Palacio, Durango con las coordenadas Longitud: 103°73'W Latitud: 25°73'N; es importante mencionar que a partir del 2018 este hato comercial inicio con un manejo a través del software DairyComp 305® y FeedWatch® mismos de donde se obtuvo la información. Las variables analizadas fueron *producción de leche (lts)*, *numero de lactancias*, *número de servicios*, *intervalo parto – primer servicio (IPPS)* e *intervalo parto – último servicio secos (IPUS)* que se analizaron en el paquete estadístico SPSS 25.0. Los resultados indican que los parámetros productivos mostraron una mejora a través de los años, siendo el 2020 el que tiene los mejores promedios en las variables con un promedio de producción (lts) de 35.76 ± 8.53 , un IPPS de 63.53 ± 3.415 días e IPUS de 63.69 ± 3.417 días. De acuerdo con los resultados se puede concluir que en esta explotación comercial el manejo adecuado de los componentes reproductivos y nutricionales a través del uso de programas especializados influyó de manera positiva en la producción y parámetros reproductivos del hato.

Palabras clave: Materia seca, Tasa de preñez, Manejo reproductivo.

ABSTRACT

IMPACTO DEL PERIODO SECO-TRANSICIÓN EN LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DE LA VACA LECHERA

Jaime Rendón Villamil

Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna

Dra. Dalia I. Carrillo Moreno

Adequate nutritional and reproductive management impacts on the main productive parameters in dairy cattle. This management is an important component in the profitability of the dairy farm since it has been described those parameters such as: open days and intervals between days can be optimized and reduced. farrowing, as well as improve milk production. In this study, 12,292 records from 2018 to 2020 were included; of a commercial exploitation located in the municipality of Gómez Palacio, Durango with the coordinates Longitude: 103°73"W Latitude: 25°73"N. It is important to mention that as of 2018, this commercial herd began to be managed through the DairyComp 305® and FeedWatch® software, from which the information was obtained. The variables analyzed were milk production (lts), number of lactations, number of services, calving interval - first service (IPPS) and calving interval - last dry service (IPUS) that were analyzed in the statistical package SPSS 25.0. The results indicate that the productive parameters showed an improvement over the years, with 2020 being the one with the best averages in the variables with an average production (lts) of 35.76 ± 8.53 , an IPPS of 63.53 ± 3.415 days and IPUS of 63.69 ± 3.417 days. According to the results, it can be concluded that in this commercial farm, the adequate management of the reproductive and nutritional components using specialized programs positively influenced the production and reproductive parameters of the herd.

Keywords: Dry matter, Pregnancy rate, Reproductive management

INTRODUCCIÓN

La productividad de la ganadería lechera como actividad principal y su vínculo con la industrialización y comercialización de la leche líquida mexicana y sus derivados son temas relevantes para la economía nacional. México es uno de los principales países productores de leche en el mercado mundial. Los registros indican que México aporta de dos a tres de cada cien litros que se producen el mundo, lo que coloca al país como el productor número 16 en esta categoría. En México la producción de leche de bovino es muy diversa desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo una amplia variedad de climas y características de tradicionales y consuetudinarias de la población.

La producción de leche en México en 2020 fue de 12 mil 554 millones de litros, los registros indican que la región de la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango) aporta el 21 % de la producción nacional colocando a esta región como una de las productoras lácteas más importantes del país (SIAP, 2021). La Comarca Lagunera, que está formada por los estados de Coahuila y Durango, ocupa el primer lugar en el país en producción de leche. El estado de Jalisco es la entidad productora de lácteos más grande en términos de producción por estado (Loera y Banda, 2017).

De acuerdo con la revista *El Economista* (2017) en la región se ubican cerca de 800 explotaciones, siendo hatos ganaderos de diversos tamaños y grado tecnológico, el sector empresarial quien contribuye con el 95% de la producción regional, caracterizada por un alto nivel tecnológico en donde las lactancias proyectadas desde los 9,000 litros hasta los 12,500 litros/vaca/año, con estándares internacionales de calidad.

Las vacas lecheras de alta producción afrontan un período desafiante durante la última etapa de la preñez e inicio de la lactancia, la demanda de energía y de minerales aumenta 2.5 veces, incrementándose en más del 65% para apoyar la lactogénesis en lactancia temprana (Caixeta *et al.*, 2018). El periodo de transición

(3 semanas preparto y 3 semanas postparto), representa cambios fisiológicos significativos que desafían al ganado lechero, durante este tiempo la vaca se adapta a la demanda de lactancia, mientras se encuentran en perfecto estado de salud para poder encarar un bajo consumo de materia seca, balance energético negativo (BEN), resistencia a la insulina y una disminución en la función inmune. Según estudios del 30 % al 50 % de las vacas son afectadas por alguna enfermedad metabólica o infecciosa después del parto (Smith *et al.*, 2017). La adaptación fallida o inadecuada al período de transición se ha asociado con un incremento de enfermedades, disminución de la producción de leche y deterioro del rendimiento reproductivo (Bell, 1995; Mann *et al.*, 2015).

Un adecuado manejo reproductivo del hato en producción es un componente importante en la rentabilidad de la explotación lechera, se mejora la tasa de preñez, se reducen los días abiertos, retorno de reemplazos, se incrementa la producción lechera, se reduce el intervalo entre partos y sobre todo disminuye el desecho voluntario (Santos y Ribeiro, 2014).

Esta investigación se desarrolló debido a que se implementaron cambios importantes en el manejo del hato comercial en cuestión, se introdujeron programas de alimentación automatizados así como programas reproductivos, además de un manejo integral de las etapas de secado y transición; uno de los puntos importantes fue conocer si este cambio en el manejo y alimentación impacta en la producción, por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar los parámetros productivos y reproductivos en un hato comercial de vacas lecheras en la Comarca Lagunera de Durango.

OBJETIVO

Analizar los parámetros productivos y reproductivos en un hato comercial de vacas lecheras en la Comarca Lagunera de Durango.

REVISIÓN DE LITERATURA

Periodo Seco

El periodo seco de una vaca se define como una etapa de descanso antes del parto, con la finalidad de que el tejido mamario se regenere y sobre todo que la vaca tenga una condición corporal ideal para la siguiente etapa que será la lactación (Hernandez-Ceron, 2016).

El periodo seco es variable dependiendo de las condiciones del manejo, pero se ha descrito que las vacas producen leche durante 305 días y generalmente permanecen secas 60 días (Diaz Royon, 2011), esto debido a que la regeneración de la ubre toma de 2 a 3 semanas y se requiere un tiempo similar para restaurar la síntesis de leche antes del parto (Hernández, 2010).

Se distinguen diferentes etapas durante el periodo seco (figura 1):

- 1.- Comprende desde el secado hasta tres semanas previas al parto.
- 2.- Son las tres últimas semanas de la gestación también llamado periodo de reto.

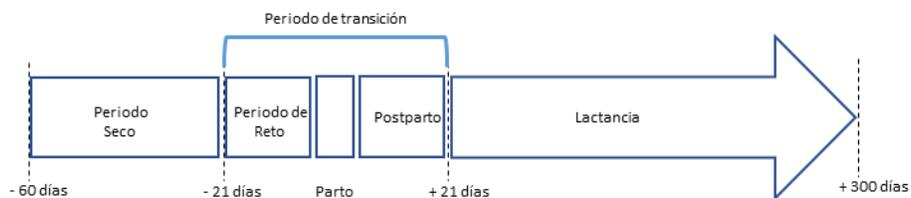


Figura 1. Periodos fisiológicos de la vaca lechera (modificado Hernandez-Ceron, 2016).

El periodo seco es muy importante para la salud y producción futura del animal, en periodos de secado cortos (40 días) el tejido mamario no tiene el tiempo suficiente para regenerarse, lo que en un futuro puede representar una pérdida del 20 al 40 % de la producción; sin embargo, si el periodo seco se prolonga más allá de los 70

días también se asocia con problemas en el parto y no hay evidencia de un aumento de la producción láctea (Díaz *et al.*, 2011).

Esta etapa de no lactación en la vaca lechera permite a los productores utilizar terapias de secado con antimicrobianos, sin necesidad de descartar la leche debido a los residuos que se eliminan por la glándula mamaria además de dar una protección contra nuevos microorganismos que pudieran afectar en el periodo de secado (Gott *et al.*, 2017). El periodo seco es vital para la prevención y control de la mastitis para la siguiente lactancia, la mastitis es la enfermedad más costosa de la industria lechera debido al efecto negativo en la calidad y producción de leche, en muchos países los productores son compensados por los componentes de calidad de leche que producen, tales como son: la grasa, proteína, sólidos totales, Conteo Celular Somático (CCS), coliformes, crioscopia, urea (Heindrichs, 1996).

Durante los últimos 60 días de gestación, el feto presenta su mayor crecimiento y, por lo tanto, los requerimientos nutritivos se ven significativamente aumentados, normalmente estos 2 últimos meses coinciden con el descanso lácteo de las vacas, en el cual no hay producción de leche y los requerimientos nutritivos están relacionados esencialmente con mantenimiento y gestación. La alimentación para una buena o alta producción a futuro debería empezar durante el periodo seco o previamente al final de la lactancia anterior. En las vacas secas, el consumo de MS se debe limitar a una proporción no mayor al 2% de peso corporal (Spross, 2007).

Periodo de reto

Son las tres semanas antes del parto, se recomienda que los animales en esta etapa estén separados del resto de las vacas en periodo seco, para facilidad del manejo. Además, el propósito de controlar el estado nutricional de la vaca seca es mantener la condición corporal de 3 a 4 (3.25- 3.75) en una escala de 1-5 donde 1 (Emaciada) a 5 (Obesa); para cumplir este propósito se puede alimentar a la vaca con raciones bajas en energía, niveles adecuados de proteínas, vitaminas y minerales que brinden la energía adecuada pero no excesiva (Díaz *et al.*, 2011;

Chapel *et al.*, 2019). Esto le permite a la vaca parir con reservas adecuadas de grasa corporal. La vaca fresca necesitará de sus reservas de energía durante las siguientes semanas para alcanzar la máxima producción lechera (Tufarelli *et al.*, 2015; Mann *et al.*, 2016; Hwa Kim *et al.*, 2019).

Periodo de transición

El periodo de transición, 3 semanas antes del parto y 2 semanas después del parto es una etapa de cambios para la vaca lechera, durante esta etapa el animal cambia de corral, se modificada la dieta (Drackley *et al.*, 2014), además de las grandes adaptaciones metabólicas, principalmente de la glucosa, ácidos grasos y minerales para apoyar la lactancia (Overton *et al.*, 2004). Generalmente después del parto el consumo de MS disminuye por lo que las vacas lecheras presentan un balance energético negativo (BEN). Una alta demanda de nutrientes al inicio de la lactancia genera la activación de enzimas lipolíticas y tejido graso, la grasa del cuerpo es movilizada por un incremento de ácidos grasos no esterificados (AGnes), que son reabsorbidos por el hígado y reesterificados en triacilglicéridos o betahidroxibutirato (BHB) utilizados como fuente de energía (Lacassea *et al.*, 2017; Gobikrushant *et al.*, 2019).

La principal causa de un BEN como ya se mencionó anteriormente es la disminución en el consumo de MS, sin embargo, la demanda energética por parte de la gestación para el crecimiento fetal y producción de calostro, aumenta en 1-2 % durante las últimas 3 semanas, la alta demanda de energía y el poco consumo de MS pueden desencadenar en BEN graves que se asocian con otros trastornos metabólicos (hígado graso, cetosis), además de complicaciones como retención placentaria, desplazamiento de abomaso y mayor susceptibilidad a infecciones que están relacionadas con la etapa de transición (Reynolds *et al.*, 2003; Grummer *et al.*, 2004).

Manejo de la alimentación durante el periodo seco

Necesidades de energía

En los últimos años el periodo seco ha sido motivo de investigaciones, ya que en el pasado los animales que se encontraban en el periodo seco prácticamente eran animales olvidados que se alimentaban con productos de baja calidad y sin manejo hasta el momento del parto. Sin embargo, en la actualidad se ha establecido que para que las vacas lecheras alcancen sus niveles óptimos de producción, así como un excelente desempeño reproductivo se debe brindar al animal un manejo adecuado durante el periodo seco. Los programas de manejo durante el periodo seco reportan una disminución en la incidencia de enfermedades metabólicas en el puerperio (Hernández, 2010).

Por lo tanto, los dos principales objetivos del manejo adecuado durante el periodo seco son:

1) Disminuir los efectos graves de un BEN. Prácticamente todas las vacas después del parto movilizan sus reservas de grasa y pierden condición corporal. La movilización de grasa corporal provoca degeneración grasa del hígado generando alteraciones metabólicas y retrasos en el inicio de la actividad ovárica postparto (Mann, 2016). El grado de degeneración grasa está relacionado con la magnitud de la movilización de grasa corporal, la cual depende directamente de la capacidad de consumo de MS. Así, las vacas con un consumo alto de MS en el periodo postparto movilizan menos grasa y, por lo tanto, el daño hepático es menor (Mann *et al.*, 2015).

2) Que se logren picos de lactación entre la quinta y la sexta semana después del parto con una producción máxima de leche. Para cumplir este objetivo se necesita que la vaca tenga un consumo de MS apropiado después del parto; pero como se menciona anteriormente durante el periodo de transición el animal por naturaleza disminuye su consumo de MS hasta en un 30 %, aquí radica la importancia de un manejo adecuado para promover un alto consumo de MS durante este periodo. Una alimentación adecuada se relaciona con la producción (Poncheki *et al.*, 2015; Gobikrushantha *et al.*, 2019), se ha reportado que por cada kilogramo de leche que se incrementa en el pico de lactación se logra un incremento de 120 kilogramos en toda la lactación (NRC, 2001).

Ibtisham *et al.* (2018) establecen que la nutrición y un manejo adecuado de la vaca seca son críticos para obtener un mayor consumo de MS, buena salud, eficiencia reproductiva y una óptima producción lechera para siguiente lactación. Esto se puede alcanzar alimentando a las vacas secas con dietas balanceadas las cuales evitarán problemas metabólicos y serán resistentes a las enfermedades.

La alternativa más eficaz para aumentar la energía en la dieta de transición es el uso de los carbohidratos no fibrosos (CNF) por que permiten la adaptación del rumen a dietas de alta producción postparto, la NRC (2001) sugiere un aumento de 1.25 – 1.62 Mcal NEL/kg de pienso durante las 3 últimas semanas de gestación, para lograr una densidad de 1.7 a 1.74 Mcal NEL/kg, para que se produzca esa adaptación hay que agregar granos de cereales a la dieta, las bacterias del rumen y las papilas ruminales utilicen el almidón para un mejor desarrollo utilizando los ácidos grasos volátiles (AGV) y ácido propiónico, no debe excederse el 43 % de MS (Díaz *et al.*, 2011;Drackley *et al.*, 2014).

Proteína

Las vacas deben de ser alimentadas con dietas de preparto (cuadro 1): 12 % de proteína, 4.8 - 5.2 kg de proteína metabolizable (MP), esto se puede lograr con dietas de 13.5- 15 % de proteína y 36 % de CNF basado en 12-14 kg de MS/vaca/día (Heindrichs, 1996). El crecimiento fetal, desarrollo de la ubre y síntesis de calostro son las responsables de la demanda proteica como un efecto del BEN generado por la baja de consumo de MS, la movilización de proteínas es limitada comprometiendo la síntesis y producción de inmunoglobulinas (Díaz *et al.*, 2011).

Calcio

Bajo condiciones normales, las concentraciones séricas de Ca (calcio) y P (fósforo) están bajo control endócrino regulado a nivel de intestino (Overton *et al.*, 2004). La producción de calostro al inicio de la lactancia genera pérdidas irreversibles de Ca. La cantidad de Ca secretada en el calostro el día del parto es 8-10 veces más que las reservas que tiene una vaca, cuando el animal es incapaz

de adaptarse a esta pérdida repentina de Ca se producen problemas como la hipocalcemia. Aunque el porcentaje de hipocalcemia clínica ha disminuido con la adopción de dietas acidogénicas y vitamina D, para manipular el DCAD preparto (Diferencia Cation-Anión de la Dieta) la prevalencia subclínica sigue siendo elevada en hatos lecheros. La hipocalcemia subclínica disminuye el consumo de MS, altera el metabolismo energético y la función inmunológica, teniendo un mayor riesgo de enfermedades metabólicas e infecciosas (Martínez *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Guía de componentes en raciones de vacas secas y en reto

Nutriente (unidades)	Seca	Reto	Reto aniónico
Proteína Cruda (% MS)	12-13	13-14	13-14
Proteína soluble (% CP)	30-38	30-38	30-38
NEL, Mcal/kg (% MS)	0.60-0.64	0.62-0.66	0.64-0.68
Forraje FDN (% MS)	27 min	27 min	27 min
Total FDN (% MS)	36 min	36 min	36 min
CNS (% MS)	26 min	26 min	26 min
Calcio (% MS)	0.45-0.55	0.45-0.55	1.40-1.60
Fósforo (% MS)	0.30-0.35	0.30-0.35	0.35-0.40
Magnesio (% MS)	0.20-0.22	0.22-0.24	0.28-0.32
Potasio (% MS)	0.80-1.00	0.80-1.00	0.80-1.00
Sulfuro (% MS)	0.19-0.21	0.19-0.21	0.35-0.40
Sal (% MS)	0.25-0.30	0.25-0.30	0.25-0.30
Sodio (% MS)	0.10-0.12	0.10-0.12	0.10-0.12
Cloruro (% MS)	0.20-0.24	0.20-0.24	0.70-0.80
Manganeso (ppm)	44	44	44
Cobre (ppm)	11-25	11-25	11-25
Zinc (ppm)	70-80	70-80	70-80
Hierro (ppm)	100	100	100
Selenio (ppm)	0.3	0.3	0.3
Cobalto (ppm)	0.2	0.2	0.2
Iodo (ppm)	0.5	0.5	0.5
Total Vit A (UI/kg MS)	3500	3500	3500
Vit D (UI/kg MS)	750-1100	750-1100	750-1100
Vit E (UI/kg MS)	35-45	35-45	35-45

(Tomado de Heindrichs, 1996).

Desordenes metabólicos

Hipocalcemia

La hipocalcemia subclínica y clínica se presentan en el periodo de transición y predisponen a las vacas lecheras a otras enfermedades asociadas. Es un problema importante en México y en todo el mundo ya que genera pérdidas económicas debido a su tratamiento, pérdida de la producción láctea y desecho de animales. Este desorden ocurre antes o después del parto, generalmente en vacas con mayor número de lactancias o con un historial de alta producción (Caixeta *et al.*, 2017; Probo *et al.*, 2018). Las vacas hipocalcemicas presentan concentraciones de calcio < 8 mg/dl en sangre en las primeras 48 horas después del parto. El impacto de esta enfermedad tiene un efecto negativo muy pronunciado en la salud y fertilidad (Bisinotto *et al.*, 2012; Rodríguez *et al.*, 2016).

Cetosis

Durante el inicio de la lactancia la mayoría del ganado lechero pasa por un periodo de BEN, estrés metabólico y un grado de pérdida de condición corporal causada por un retardo en el consumo de MS, así como por la movilización de reservas corporales en respuesta a un mayor requerimiento de energía para la lactogénesis. El manejo de las dietas de forma inadecuada conduce al desarrollo de cetosis (Benedet *et al.*, 2019).

La cetosis se puede definir como una enfermedad metabólica que se presenta cuando las demandas energéticas exceden el consumo de carbohidratos, generando que se produzca de manera anormal concentraciones elevadas de cuerpos cetónicos (acetona, acetato, β -Hidroxibutirato) en tejidos y fluidos. Los animales que manifiestan un cuadro clínico de cetosis se muestran inapetentes, tiene perdida considerable de peso, heces secas y sobre todo una disminución en la producción (Gazón Audor y Oliver Espinosa, 2018).

Retención de placenta

En condiciones normales las membranas fetales son expulsadas en las primeras ocho horas después del parto, si después de las doce horas no se produce la expulsión se considera una patología conocida como retención de placenta (Pontes *et al.*, 2014). La retención de placenta es una alteración común del postparto, la cual es causada por diversas condiciones que pueden ser originadas por problemas infecciosos, abortos, metabólicos como la hipocalcemia, cetosis entre otros, así como deficiencias nutrimentales (selenio y vitamina E) y errores de manejo, animales con demasiada intervención en los partos y condiciones estresantes en las áreas de partos (Tagesu *et al.*, 2017; Macmillan *et al.*, 2020). Esta patología genera problemas en el animal a corto y largo plazo, retrasa la involución uterina y función ovárica, afecta la primera ovulación y la tasa de concepción, puede generar hígado graso además de presentar una inmunosupresión (Pontes *et al.*, 2014).

Desplazamiento de abomaso

Es un problema común en la ganadería intensiva, es un trastorno mecánico del cuarto compartimento gástrico de los bovinos que generalmente se presenta después del parto como consecuencia de otras enfermedades del puerperio y cambios bruscos de alimentación. Altas cantidades de carbohidratos y proteína, forrajes en mal estado provocan un cambio que causan una atonía ruminal (Bruckmaier *et al.*, 2017).

Hígado graso

En rumiantes aproximadamente el 90 % de la síntesis de grasa del tejido adiposo ocurre en el hígado, vacas con alguna condición de BEN resulta de una movilización excesiva de grasa incrementando los ácidos grasos en sangre. Cuando los ácidos grasos se incrementan en la sangre el hígado aumenta la captación de ácidos grasos libres. El hígado de los rumiantes tiene una capacidad limitada para la síntesis de grasa se produce una acumulación de lípidos en el hígado (Bisinotto *et al.*, 2012; Jayaprakash *et al.*, 2016).

Eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva se puede definir como “una medida del logro biológico neto de toda la actividad reproductiva, que representa el efecto integrado de todos los factores involucrados, celo, ovulación, fertilización, gestación y parto” (Cavestany, 2005). Se considera uno de los aspectos más importantes de la producción de ganado lechero, ya que tiene un alto impacto en los costos de producción. No existe un solo método para determinar la eficiencia reproductiva del ganado, pero generalmente se consideran varios parámetros: número de servicios por concepción, intervalo entre partos, días abiertos, edad al primer parto, intervalo parto primer celo, intervalo parto primer servicio (Lane *et al.*, 2013; Cathy *et al.*, 2014).

A continuación, se resumen los principales parámetros reproductivos en vacas lecheras establecidos por diversos estudios (Fricke P, 2006; Hernández, 2010; Stevenson J, 2005; Machado *et al.*, 2017).

Intervalo entre partos

Parámetro esencial, para el manejo intensivo de las vacas con el objetivo de producir volúmenes superiores a 9,500 kg. La meta de un intervalo entre parto y parto es de 13.5-14 meses, intervalos de 18 meses pueden ser económicamente rentables.

Porcentaje de vacas gestantes

Parámetro que ofrece una visión general de la fertilidad del hato, es decir el porcentaje de vacas gestantes. La meta deseada para el parámetro es del 50 % de vacas preñadas en cualquier época de año incluyendo vacas secas.

Porcentaje de vacas inseminadas

La tendencia actual en los establos es incrementar la cantidad de vacas expuestas a semen por mes, para lograr la meta de porcentaje de vacas preñadas por mes,

se deben inseminar un número especificado de vacas diariamente. Con una meta del 21 % del total de las vacas inseminadas por mes.

Detección de celos

Parámetro que se refiere a la proporción de vacas activas o en celo, del total elegible para presentar celo, en un periodo de 21 días (duración de un ciclo estral). Proyectándose a partir de las vacas que reúnen las siguientes características: vacas no inseminadas, sin problemas reproductivos, de más de 60 días postparto y no gestantes.

Porcentaje de fertilidad

Se refiere a la proporción de vacas gestantes del universo inseminado durante un intervalo de tiempo definido. Meta por alcanzar del 35 al 40 % de las vacas gestantes después de la inseminación artificial.

Tasa de preñez

Es la proporción de vacas que gestan del total de las vacas elegibles para que presenten calor durante un ciclo estral. Meta en hatos lecheros es de 20 %.

Porcentaje de desecho

Este parámetro indica la proporción de vacas que se eliminan del hato (muerte o enfermedad), falla reproductiva o por bajo rendimiento (escasa producción). El desecho anual es diferente entre los hatos y varía de 20 a 40 % anual; es decir del 2.5 al 3 % mensual.

Porcentaje de vaca secas

En un hato se espera que 15 % de las vacas estén secas en cualquier momento del año, de las cuales un 3 % serán vaquillas y un 12 % vacas secas.

Días en leche (DEL)

Es el promedio en lactación de todas las vacas del hato e indica la regularidad de los partos a través del año. El objetivo de días en producción es de 160-180 en cualquier momento del año.

Días abiertos

Inicia desde el día que ocurre el parto hasta el momento en que la vaca queda gestante, meta ideal 120-130 días abiertos.

Reemplazos

La reposición de vaquillas debe de ser suficiente para sustituir a las vacas que se desechan anualmente y para contribuir con el crecimiento del hato. Si se desecha el 30 % del hato, se debe de tener de reposición al menos el 30 % para mantener la producción.

Para principios del año 2000, los países productores de leche tradicionalmente basaban sus programas de selección genética en la producción de leche, a menudo a expensas de otras características relevantes, incluyendo la fertilidad y salud (Crowe *et al.*, 2018). Los vínculos entre la nutrición, producción de leche, desempeño reproductivo y sus interacciones constituyen temas importantes en el ganado lechero. Actualmente a pesar de los avances significativos en la selección genética y el cuidado nutricional para aumentar la producción de leche, la eficiencia reproductiva del ganado lechero ha disminuido durante los últimos 50 años (Beever, 2006; Farman *et al.*, 2016).

Por este motivo la integración de herramientas tecnológicas, así como de paquetes computacionales enfocados a la generación de información sobre los rebaños y de alimentación se han convertido en herramientas importantes para la toma de decisiones (Crowe, 2018; Prata *et al.*, 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente estudio fue realizado en el municipio de Gómez Palacio Durango, en una explotación lechera comercial (16,500 vacas lecheras). Se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud: 103°73"W Latitud: 25°73"N. Durante el periodo de enero 2018 a diciembre 2020 se presentó una temperatura media anual de 25 °C; rango 3.4 a 43 °C.

Manejo de los animales

En este estudio retrospectivo se incluyeron un total de 16,667 datos de individuos, generados durante el 2018 al 2020. Las vacas se mantuvieron en 8 salas con capacidad para ordeñar 2,000 vacas en producción, capacidad de corrales para 235 vacas y con una ocupación de corral del 85 %. Corrales abiertos con banquetas, trampas en el área de pesebre y piso de tierra para descanso en patio de corral, equipados con sombras de estructura metálica en el centro de los corrales y callejones de alimentación. Las vacas lactantes fueron alimentadas con dietas totalmente mezclas, tres veces al día 100 % de la ración y sirviendo un 5-7 % de ración extra, teniendo como rechazo aproximadamente 2- 3 % de rechazo del alimento. Estos residuos se eliminaron al final de un ciclo de alimentación de 24 horas, antes de cada alimentación matutina. La ración se calculó para cumplir con los requisitos nutricionales para sustentar la producción de 35 kg/día de leche para vacas que consumen 23.35 kg de MS/día según NRC (2001). Las vacas se ordeñaron diariamente a las 05:00, 13:00 y 21:00 h.

Vacas secas y reto

Las vacas secas recibieron una alimentación 50 % am y 50 % pm de ración totalmente mezclada (RTM), requerimiento de materia seca (MS) de acuerdo NRC 2001 de 14 kg de MS/vaca.

Manejo de la salud

Frescas.

Revisión de temperaturas 1-10 DEL

- Vacas 1er lactancia a los 5 días.
- Vacas 2da lactancia en adelante a los 7 días.
- Aplicación de tratamientos para RP, metritis, cetosis.
- Revisión de cetosis a los 7 días postparto, prueba en orina.

Revisión de 20- 26 DEL

- Revisión Matriz
- Vacunación (DVB, IBR, PI3) y Leptospira (Hardjo Bovis)
- Suplementar con fósforo, anabólico y Vitamina ADE.

Vaca Seca

- Vacunación de DVB, IBR y Leptospira
- Vacunación contra *Clostridium*
- Aplicación de Vitamina E y Selenio

Vaca en Reto

- Aplicación de Vitamina E y Selenio
- Monitorear el proceso del parto

Manejo reproductivo

Presincronización

- 28 – 34 DEL Prostaglandina Purga o Limpieza (Celo Fresco)
- 43 – 49 DEL 1ra Prostaglandina (Celo Fresco Limpio)
- 57 – 63 DEL 2da Prostaglandina

Periodo de Espera Voluntaria

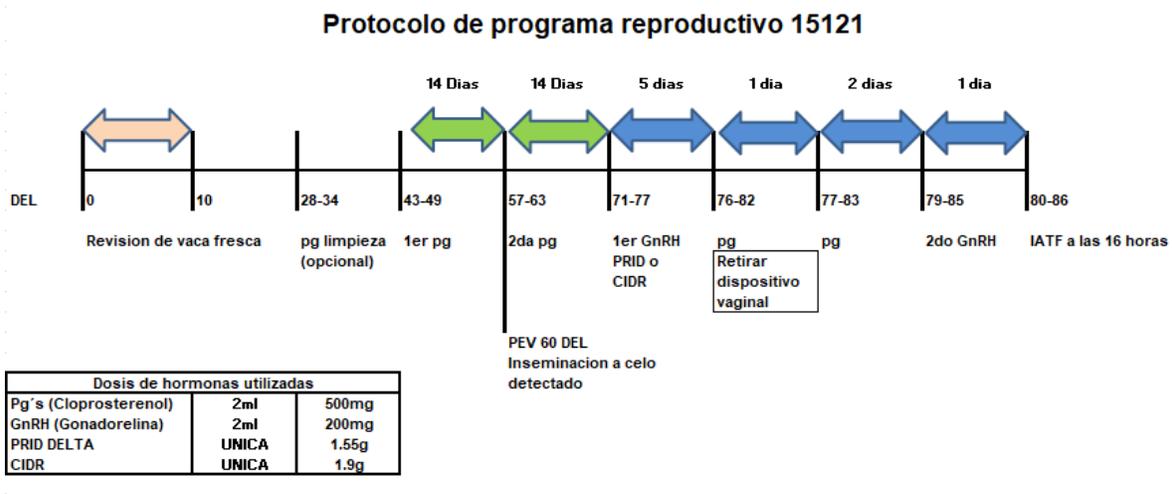
- 65 DEL en adelante se insemina
- Vaca de más de 4 servicios inyectar gonadotropina coriónica (Chorulon) a los 5 días post inseminación

Inseminación a Tiempo Fijo

- Vacas mayores a 70 DEL

Programa 15121

- 71-77 DEL
 - 1er GnRH (200 mcg) + PRID DELTA (1.55g) o CIDR (1.9g)
- 76-82 DEL
 - Aplicación de 1ra Prostaglandina (500mcg) Cloprosterenol
 - Retirar el dispositivo
- 77-83
 - Aplicación de 2da Prostaglandina (500mcg)
- 79-85 DEL
 - 2do GnRH
- 80-86 IATF a las 16 hrs



Diagnóstico de Gestación

- 40 días post-inseminación, (+) vacunar contra leptospira hardjo.
- Vaca vacía al diagnóstico re-enrolar a programa de 15121

Reconfirmación de gestación

- A los 90 días de gestación
- Al secado 7 meses

Análisis estadístico

La base de datos fue revisada y depurada. Se considero como criterio de eliminación: Registros donde faltará el valor de una variable y/o que estuvieran incompletos para todas las variables consideradas en el estudio. Después de la depuración de la base de datos se analizaron en total 12,292 registros considerando solo un registro por animal para cumplir con los supuestos de independencia de las observaciones. Se realizaron comparaciones de medias en el paquete estadístico SPSS 25 (IMB, 2017) para todos los análisis estadísticos, los valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante mencionar que el manejo del establo cambio a partir del año 2018, de acuerdo con lo descrito en materiales y métodos.

Una vez depurada la información total se trabajó con una base de datos de 12,292; la distribución del número de individuos por año se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Distribución del número de individuos de acuerdo con el año de registro.

Año	Número de registros
2018	164
2019	11,592
2020	536
Total	12,292

En el cuadro 3 se muestran los principales parámetros reproductivos y de producción clasificados por año.

Cuadro 3. Parámetros reproductivos y de producción

Variable	2018	2019	2020
	Media	Media	Media
IPPS (días)	71.15 ±11.57 ^a	68.62 ±9.828 ^b	63.56 ±3.415 ^c
IPUS (días)	298.66 ±50.216 ^a	123.05 ±63.592 ^b	63.69 ±3.471 ^c
Número de servicios (n)	7.95 ±2.107 ^a	2.91 ±2.202 ^b	1.01 ±0.105 ^c
Producción (lts)	25.83 ±5.797 ^a	32.79 ±8.261 ^b	35.76 ±8.532 ^c
Lactancia (n)	2.51 ±1.285	2.31 ±1.384	2.29 ±1.517

Se muestran medias y desviación estándar. IPPS= Intervalo entre el parto-primer servicio. IPUS= Intervalo entre el parto-último servicio. Letras diferentes entre columnas muestran diferencias con la prueba de Tukey $p \leq 0.01$.

Parámetros Reproductivos

IPPS

En el año 2020 el intervalo entre el parto y el primer servicio fue el más corto con una media de 63.53 ± 3.415 mostrando diferencias estadísticamente significativas comparado con los años anteriores ($p \leq 0.01$). La evaluación de parámetros reproductivos como los intervalos entre el parto y la concepción sirve para monitorear el estado de los sistemas de producción animal (La Roche Loiza *et al.*, 2019). Generalmente se recomienda inseminar a las vacas en el primer celo detectado aproximadamente de los 50 a los 60 días (Arana *et al.*, 2006), Lozano-Domínguez *et al.* (2020) reporta un intervalo entre el parto y el primer servicio de 58 a 60 días con diferentes tratamientos. Por lo tanto, los resultados de este trabajo indican que se disminuyó el IPPS a través de los años, sin embargo, la media en el año 2020 aún no se encuentra en lo ideal.

IPUS

El intervalo entre el parto y el último servicio está relacionado con el término de días abiertos. Los días abiertos hace referencia al tiempo promedio desde el día del parto hasta la fecha de servicio en que se logra la preñez confirmada (Montenegro, 2020). Se considera que un hato lechero tiene una eficiencia reproductiva cuando se produce una cría viva y sana por vaca en el lapso de un año; para alcanzar estos parámetros se debe conseguir con un intervalo parto concepción no superior a 100 días (La Roche Loiza *et al.*, 2019). Los resultados de este trabajo muestran un IPUS con una media de 63.69 ± 3.417 en el año 2020 con una diferencia estadísticamente significativa de más de 230 días comparado con el año 2018. De acuerdo con Ortiz *et al.* (2005) días abiertos con cifras mayores a 140 días pueden ser un indicador de problemas sobre todo en los sistemas intensivos, que genera grandes pérdidas económicas. El aumento de los días abiertos puede deberse a un mal manejo o una mala alimentación (Montenegro, 2020).

Número de servicios

Ortiz *et al.* (2005) señalan que 1.7 servicios por concepción es un valor óptimo, mientras que un valor superior a 2.5 indicaría problemas reproductivos o de manejo. El número de servicios disminuyó de manera drástica a través de los años pasando de un promedio de 7.95 servicios en el año 2018 a 2.91 para el 2019; aunque todavía este valor está por encima del óptimo. Los resultados de este trabajo muestran como a través de los años se mejoró el número de servicios logrando en el 2020 un promedio de 1.01 servicios, valor que se encuentra dentro de lo ideal.

En la figura 2 se observa el número de servicios de acuerdo con el número de lactancia para los años 2018 y 2019.

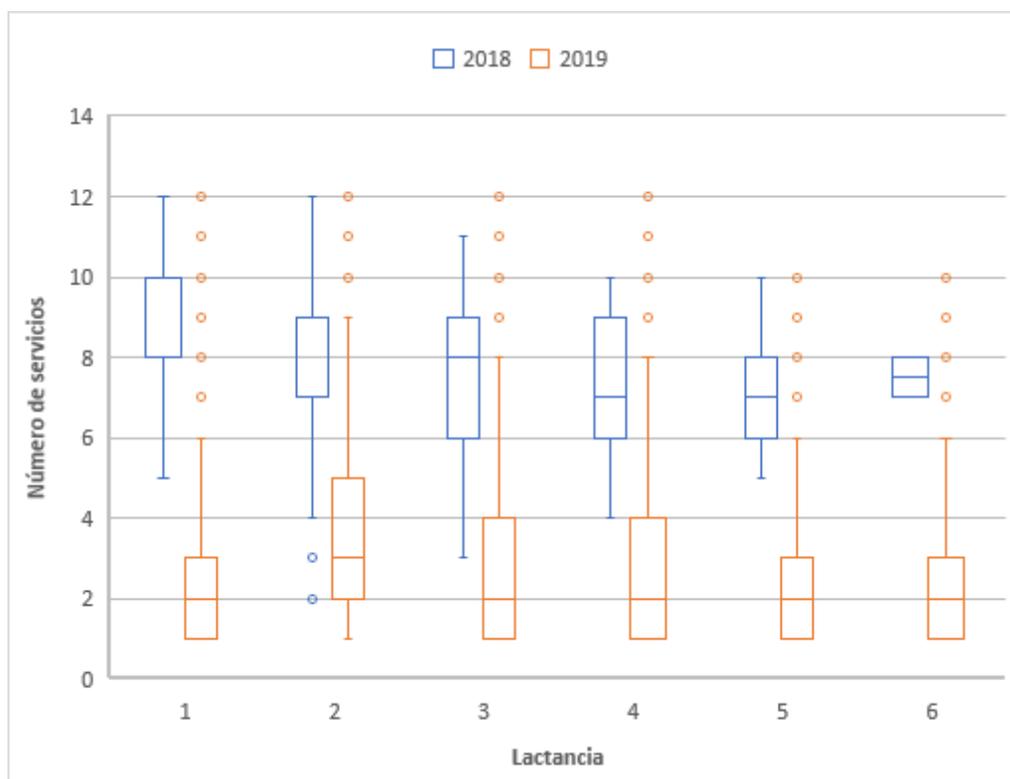


Figura 2. Número de servicios de acuerdo con el número de lactancia por año.

Existen muchos factores que pueden influir en el comportamiento reproductivo de las vacas lecheras y que son de gran importancia en la fertilidad, uno de estos factores es la edad del animal y el número de partos; las vacas que tienen uno o

dos partos tienen mejor porcentaje de concepción que aquellas que tienen más de dos (Hillers *et al.*, 1984). Sin embargo, existen discrepancias en este concepto, Flores Domínguez *et al.* (2015) reportan que las tasas de gestación observadas en su estudio no mostraron diferencia entre aquellos animales que eran primíparas o multíparas datos que concuerdan con los resultados de este trabajo.

Parámetros Productivos

Producción diaria (lts)

La producción de litros de leche por día fue de 25.83 \pm 5.79, 32.79 \pm 8.26 y 35.76 \pm 8.53 para los años 2018, 2019 y 2020 respectivamente, estos valores fueron estadísticamente significativos ($p \leq 0.01$). Estos resultados indican que del periodo analizado el promedio más alto en la producción fue en el año 2020. Romo-Bacco *et al.* (2022) reportan para el estado de Aguascalientes un promedio de litros de leche diarios de hasta 28.5 litros dato que se encuentra por debajo de los valores reportados en este estudio para el año 2019 y 2020. El número de animales y grado de tecnificación del establo influye en la producción diaria del hato (Romo-Boco *et al.*, 2022).

Si consideramos el número de lactancia en que se encontraban las vacas el promedio de producción (lts) máximo se alcanzó en la tercera lactancia en los años 2019 y 2020; mientras que para el año 2018 el pico máximo fue en la segunda lactancia como lo podemos observar en la figura 3. Las vacas en primer parto presentan una curva con menos pico de producción contrario a lo observado en animales de segundo parto y de más de tres partos (Vasques *et al.*, 2021).

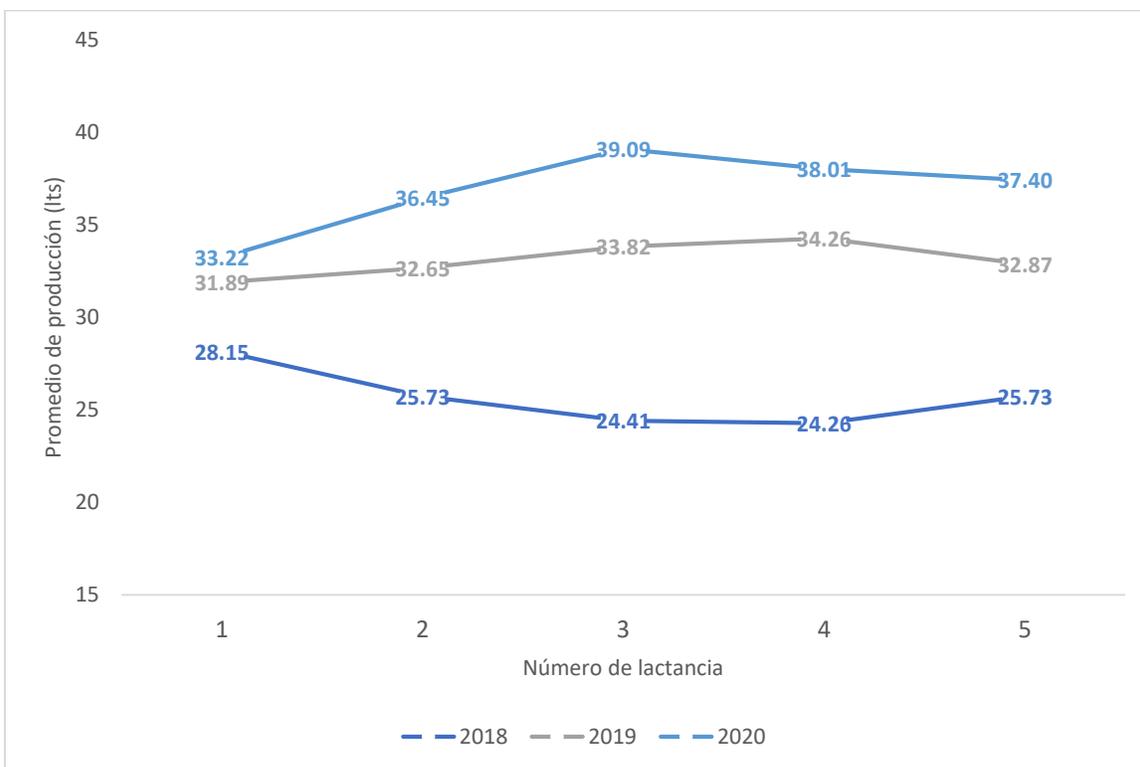


Figura 3. Promedio de producción (lts) de acuerdo con el número de lactancia.

Consumo de materia seca

El consumo de kg de materia seca por cabeza (kg-MS-C) se calculó en el año 2019 en una sala con un promedio de 224 vacas por corral. De las cuales 1,795 vacas estaban en producción con un promedio anual de 19.43 ± 2.25 kg-MS-C. Los animales que estaba en reto fueron 40 vacas por corral (950 vacas en reto) con un promedio de consumo de 13.10 ± 1.99 kg-MS-C (figura 4). Gadberry (2011) establece que los requerimientos nutricionales para el ganado ya sea de leche o carne, debe ser determinado por el tamaño del cuerpo (peso) tasa de crecimiento, lactancia y etapa de la producción. Es importante mencionar que los requerimientos nutricionales en vacas lecheras dependen mucho de la etapa productiva en la que se encuentre por tal motivo reciben raciones diferentes (Erickson & Kalscheur, 2020). Por ejemplo, las vacas que están próximas al parto disminuyen su ingesta de materia seca como lo observamos en la figura 4.

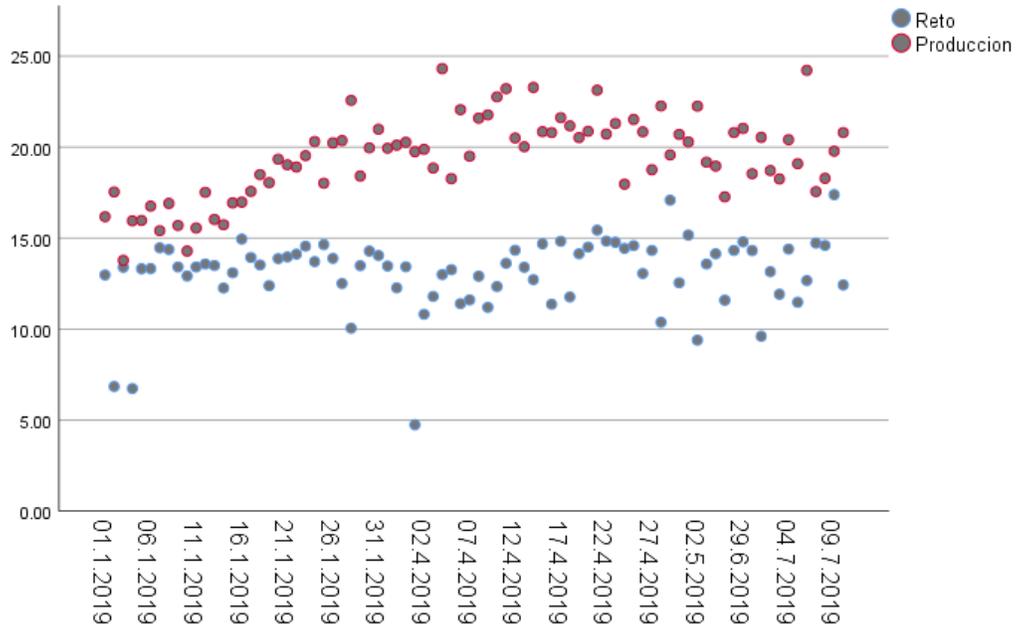


Figura 4. Promedio de consumo de materia seca en el año 2019 de animales en producción y en reto.

CONCLUSIÓN

El manejo adecuado de un sistema de producción influye en sus parámetros productivos y reproductivos, de esta manera es importante resaltar que un correcto manejo de la alimentación durante cada una de las etapas de producción de una vaca puede mejorar considerablemente la producción de leche, así como disminuir los tiempos de espera entre un parto y el próximo.

REFERENCIAS

- Arana D., Carlos, Echevarría C., Luisa, & Segura C., Julia. (2006). Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 17(2), 108-113.
- Bell, A. W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73:2804–2819
- Benedet A, Manuelian C. L, Zidi A, Penasa M y M. De Marchi M (2019) β -hydroxybutyrate concentration in blood and milk and its associations with cow performance. *Animal*, 13:8, pp 1676–1689
- Beever D. E. (2006). The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal Reproduction Science* 96 212–226
- Bisinotto R. S, Greco L.F, Ribeiro E.S, Martinez N, Lima F. S, Staples C. R., Thatcher W. W, J.E.P. Santos J. E. P. (2012) Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *Anim Reprod*, v.9, n.3, p.260-272
- Bruckmaier R. M y Gross J. J.(2017) Lactational challenges in transition dairy cows. *Animal Production Science*
- Caixeta, L. S, Ospina P. A, Capel M. B, Nydam D. V.(2018). Association between subclinical hypocalcemia in the first 3 days of lactation and reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 94(1-7)
- Carvalho M. R, Peñagaricano F, Santos J. E. P, DeVries T. J, McBride B. W y E. S. Ribeiro E. S. (2019). Long-term effects of postpartum clinical disease on milk production, reproduction, and culling of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 102:11701–11717
- Chapel J.M, Muiño R, Pereira V, Castillo C, Hernández J y Benedito J.L. (2017). Relationship of BCS Prepartum with Reproductive Performance and Lipomobilization in Holstein Dairy Cows. *Pak Vet J*, 37(2): 215-219
- Crowe M. A, Hostens M and Geert Opsomer G, (2018) Reproductive management in dairy cows - the future Mark A. *Irish Veterinary Journal* 71:1

- Cavestany, D. (2005). Manejo reproductivo en vacas de leche. *Revista INIA*.
- Cathy, T.R., D. P. Berry, A. Fitzgerald, S. MacParland, E.J. Williams, S.T. Butler, A.R. Cromie, and D. Ryan. 2014. Risk factors associated with detailed reproductive phenotypes in dairy and beef cows. *Animal* 8(5): 695-703.
- Drackley J.K y Cardoso F.C. (2014). Parturition and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. *The Animal Consortium*, 8:s1, pp 5–14.
- Diaz Royon, Garcia A, Kalscheur K. (2011) Feeding the Dry Cow. *Dairy Science, South Dakota State University, College of agriculture and Biological Science*.
- Farman M, Nandi S , Girish Kumar V, Tripathi S. K. y Gupta P. S. P. (2016). Effect of Metabolic Stress on Ovarian Activity and Reproductive Performance of Dairy Cattle: A Review *Iranian Journal of Applied Animal Science*
- Flores Domínguez, Silvano, Muñoz Flores, Luis Ramón, López Ordaz, Reyes, Aréchiga Flores, Carlos Fernando, Mapes, Gabriela, & Hernández Cerón, Joel. (2015). Gestación en vacas lecheras con dos protocolos de sincronización de la ovulación e inseminación a tiempo fijo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 6(4), 393-404.
- Fricke P. M. (2006) Estrategias de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras. *Universidad de Wisconsin, Madison*.
- Galina C. S y Valencia M. J, (2006) Reproducción de los animales domésticos. Limusa.
- Garzón Audor AM, Oliver Espinosa OJ. Epidemiología de la cetosis en bovinos: una revisión. *Rev. CES Med. Zootec*. 2018; Vol 13 (1): 42-61.
- Gobikrushantha M., Macmillanb K., Behrouzib A., Hoffc B., Colazob M.G. (2019). The factors associated with postpartum body condition score change and its relationship with serum analytes, milk production and reproductive performance in dairy cows. *Livestock Science* 228 (2019) 151–160
- Gott P. N, Rajala-Schultz P. J, Schuenemann G. M, K. L. Proudfoot K. L y Hogan J. S. (2017). Effect of gradual or abrupt cessation of milking at dry off on

- milk yield and somatic cell score in the subsequent lactation, *J. Dairy Sci.* 100:2080–2089
- Grummer R.R, Mashek D. G, Hayirli A. (2004). Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Vet Clin Food Anim*20, 447–470
- Heindrichs A. J. (1996). Feeding and managing dry cows, *Penn State, College agricultural Sciences.*
- Hernandez C. (2010). *Reproducción Bovina. Diplomado SUA-UNAM*, P, 194
- Hernández Cerón. (2016). Fisiología Clínica de la reproducción de bovinos de leche. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.
- Hwa Kim y Jae Kwan Jeong (2019). Risk factors limiting first service conception rate in dairy cows and their economic impact. *Asian-Australas J Anim Sci*
- Ibtisham F, Nawab A, Li G, Xiao M, An L, Naseer G. (2017). Effect of nutrition on reproductive efficiency of dairy animals. *Med. Weter*74 (6), 356-361
- Jayaprakash G, Sathiyabarathi M, Arokia Robert M y Tamilmanni T. (2016). Rumen-protected choline: A significance effect on dairy cattle nutrition. *Veterinary World*, EISSN: 2231-0916
- Lacassea P, Vanackera N, Olliera S, Stera C. (2017) Innovative dairy cow management to improve resistance to metabolic and infectious diseases during the transition period. *Veterinary Science*10-106
- Lane, E.A., M.A. Crowe, M.E. Beltman, and S.J. More. 2013. The influence of cow and management factor on reproductive performance of Irish seasonal calving dairy cows. *Animal Reproduction Science* 141:34-41.
- Lima F. S, Silvestre F. T, Peñagaricano F y Thatcher W.W.(2019). Early genomic prediction of daughter pregnancy rate is associated with improved reproductive performance in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 103:3312–3324
- Loera, J. y Banda, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(1), 419–426.

- Machado V. S, Neves R, Lima F. S, Bicalho R. C. (2017) The effect of Presynch-Ovsynch protocol with or without estrus detection on reproductive performance by parity, and the long-term effect of these different management strategies on milk production, reproduction, health and survivability of dairy cows. *Theriogenology* 93 84-92
- Macmillan K, Gobikrushanthbb M, Lopez Helguera I, Behrouzi A, Colazo M. G. (2020). Relationships between early postpartum nutritional and metabolic profiles and subsequent reproductive performance of lactating dairy cows. *Theriogenology* 151 52-57
- Mann S. (2016). Transition cow metabolism in relation to plane of energy prepartum. *Cornell University*.
- Mann S, Leal Yepes F. A, Overton T.R, Wakshlag J.J, Lock A. L, Ryan C.M, y Nydam D.V.(2015). Dry period plane of energy: Effects on feed intake, energy balance, milk production, and composition in transition dairy cows, *J. Dairy Sci.* 98:3366–3382
- Mann S, Leal Yepes F, Duplessis M, Wakshlag J.J, Overton T. R, Cummings B. P, Y D. V. Nydam D.V. (2016). Effects on glucose tolerance in transition dairy cows, *J. Dairy Sci.* 99:701–717
- Martinez N, Rodney R. M, Block E, Hernandez L. L y Nelson C. D, Lean I. J y J. E. P. Santos J. E. P. (2018). Effects of prepartum dietary cation-anion difference and source of vitamin D in dairy cows: Health and reproductive responses. *J. Dairy Sci.* 101:2563–2578
- Montenegro López, S. A. (2020). Descripción de diferentes métodos farmacológicos utilizados en bovinos para disminución de los días abiertos. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mostert P. F, Bokkers E. A , Van Middelaar C. E, Hogeveen H y de Boer I. J. (2018) Estimating the economic impact of subclinical ketosis in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *Animal*, 12:1, pp 145–154
- N. R. C (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, pp 184-206

- Overton R y Waldron M. R. (2004) Nutritional Management of Transition Dairy Cows: Strategies to Optimize Metabolic Health. *J. Dairy Sci.* 87:(E. Suppl.):E105–E119
- Poncheki J. K., Schultz C. M. L., Viechnieski S. L., Almeida R., (2015). Analysis of daily body weight of dairy cows in early lactation and associations with productive and reproductive performance. *R. Bras. Zootec*, 44(5):187-192
- Ponsart A.H, Le Bourhis A. Knijn H, Fritz C, Guyader-Joly D, T. Otter B , Lacaze E , Charreaux F, Schibler C , Dupassieux G y Mullaart B. (2014) Reproductive technologies and genomic selection in dairy cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 26, 12–21
- Pontes G. C. S, Monteiro Jr P. L J, Prata A. B , Guardieiro M, Pinto D. A. M, Fernandes G. O, Wiltbank M, Santos J. E. P y Santori R. (2015) Effect of injectable vitamin E on incidence of retained fetal membranes and reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98:2437–2449
- Prata A. B, Guilherme Pontes C. S, Monteiro Jr P, Drum J. N, Wiltbank M. C, Santori R. (2017). Equine chorionic gonadotropin increases fertility of grazing dairy cows that receive fixed-time artificial insemination in the early but not later postpartum period. *Theriogenology* 98 (2017) 36-40
- Probo M, Bogado Pascottini O, LeBlanc S, Opsomer G y Hostens M. (2018). Association between metabolic diseases and the culling risk of high-yielding dairy cows in a transition management facility using survival and decision tree analysis. *J. Dairy Sci.* 101:9419–9429
- Reynolds C. K, Aikman P. C, Lupoli C. B, Humphries D.J y Beever D. E. (2003). Splanchnic Metabolism of Dairy Cows During the Transition From Late Gestation Through Early Lactation. *J. Dairy Sci.* 86:1201–1217
- Rodríguez E. M, Arís A y Bach A (2017) Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:7427–7434
- Rhoads M. L, Kim W. L, Collier R. J, Crooker B. A , Boisclair Y. R, Baumgard L. H y Rhoads R. P. (2009) Effects of heat stress and nutrition on lactating

- Holstein cows: II. Aspects of hepatic growth hormone responsiveness. *J. Dairy Sci.* 93:170–179
- Rupprechter G, Noro M, Meotti O, Batista C, Adrien M, L, Barca J, Meikle A. (2020). Endocrine and reproductive parameters in sick and healthy primiparous and multiparous dairy cows. *Theriogenology* 141 173-179
- Rutherford A. J, Oikonomou G y Smith R. F. (2016). The effect of subclinical ketosis on activity at estrus and reproductive performance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 99:1–8
- Santos J.E.P, Ribeiro E. S. (2014). Impact of animal health on reproduction of dairy cows. *Anim Reprod.*, v.11, n.3, p.254-269
- Smith, G.L, Friggens N.C, Ashworth C.J y Chagunda M.G.G.(2017). Association between body energy content in the dry period and post-calving production disease status in dairy cattle. *The Animal Consortium* 11:9, pp 1590–1598.
- Spross S. K. (2007). Alimentación Animal, *Diplomado SUA-UNAM*, pp 127.
- Stevenson J. S.(2005). Reproductive programs Aids Beneficial or Band Aid
- Tagesu T, Ahmed W, Economic and reproductive impacts of retained placenta in dairy cows (2017). *Journal of Reproduction and Infertility* 8 (1): 18-27
- Tufarelli V, Lacalandra G.M yLaudadio V. (2015). Reproductive and Metabolic Responses of Early-lactating Dairy Cows Fed Different Dietary Protein Sources. *Reprod Dom Anim* 50, 735–739
- Vukasinovic N, Bacciu N, Przybyla C.A, Boddhireddy P y DeNise S. K.(2016) Development of genetic and genomic evaluationfor wellness traits in US Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 100:428–438