

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CORRELACION DE PARAMETROS REPRODUCTIVOS Y EFICIENCIA
REPRODUCTIVA EN JOHNSON FARM, MICHIGAN, ESTADOS UNIDOS**

POR:

JOSUE MAURICIO RODRIGUEZ ANDINO

**DOCUMENTO FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA
PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, COMO
REQUISITO PREVIO, PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

**CORRELACION DE PARAMETROS REPRODUCTIVOS Y EFICIENCIA
REPRODUCTIVA EN JOHNSON FARM, MICHIGAN, ESTADOS UNIDOS**

POR:

JOSUE MAURICIO RODRIGUEZ ANDINO

KELVIN ESPINOZA BLANDON

Asesor principal

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA PRESENTADO A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, COMO REQUISITO PREVIO A
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

DEDICATORIA

A mi **DIOS** todo poderoso por darme la fuerza, entendimiento y la sabiduría necesaria además de estar conmigo en las adversidades, alegrías y momentos difíciles y nunca soltarme de la mano.

A mis padres **CARLOS MAURICIO RODRIGUEZ MARTINEZ Y OLGA GISSELA ANDINO BACA**, por ese apoyo y ese amor incondicional que me dan. Por darme siempre más de lo que ellos pueden y apoyarme en todo lo que me he propuesto a lo largo de mi vida

A mis hermanos **SARAH NOHEMI RODRIGUEZ ANDINO, GISELL ESTEFANIA RODRIGUEZ ANDINO Y CARLOS MAURICIO RODRIGUEZ GALVEZ** por estar conmigo en todo momento de mi vida, preocuparse por mí y brindarme ese amor tan noble y puro de hermanos.

A mi hermano de otra madre **KENNETH MIGUEL DEHAIS ALVAREZ** por siempre haberme brindando su apoyo en todo momento por alegrarse de mis logros como si fuesen de él y desearme lo mejor en todo lo que hago

A mis amistades de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, que formaron parte de este proceso y en este compartimos aventuras y experiencias inolvidables que marcaron mi vida con grandes enseñanzas.

A todos los docentes de la **UNAG** que hicieron parte de mi formación como profesional y compartieron sus conocimientos conmigo.

AGRADECIMIENTO

A mi **DIOS** todo poderoso por darme la fuerza, entendimiento y la sabiduría necesaria además de estar conmigo en las adversidades, alegrías y momentos difíciles y nunca soltarme de la mano.

A mis padres **CARLOS MAURICIO RODRIGUEZ MARTINEZ Y OLGA GISSELA ANDINO BACA**, por ese apoyo y ese amor incondicional que me dan. Por darme siempre más de lo que ellos podían y apoyarme en todo lo que me he propuesto a lo largo de mi vida.

A mi hermano de otra madre **KENNETH MIGUEL DEHAIS ALVAREZ** por siempre haberme brindando su apoyo en todo momento.

A todos mis amigos que hice en **JOHNSON FARM**, por enseñarme el valor de la amistad, por ser personas que me demostraron su cariño y amabilidad, por su recibimiento en mi estadía en la granja que sin duda alguna fue de lo mejor, gracias por todo eso y más.

A mis asesores **Ph.D KELVIN ORLANDO ESPINOZA BLANDON, M.Sc. ORLANDO JOSÉ CASTILLO ROSA y M.Sc. ROBER DANILO RUBI**, por su apoyo y acompañamiento indispensable para la correcta realización de un trabajo profesional supervisado de esta índole.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	i
PORTADA ADJUNTA	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. JUSTIFICACIÓN.....	12
III. OBJETIVOS	13
3.1 Objetivo general	13
3.2 Objetivos específicos.....	13
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	14
4.1 Parámetros reproductivos.....	14
4.1.1 Intervalo entre partos	14
4.1.2 Días abiertos.....	14
4.1.3 Tasa de preñez	15
4.2 Eficiencia reproductiva	15
4.3 Principales problemas que afectan el desempeño reproductivo	17
4.3.1 Anestro posparto.....	17
4.3.2 Anestro lactacional.....	17
4.3.3 Estrés calórico	17
4.3.4 Efecto de la nutrición en la reproducción	18

4.3.5 Efecto de la condición corporal en la reproducción	18
4.4 Pérdidas económicas	18
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
5.1 Descripción del lugar	20
5.2 Materiales y equipo.....	21
5.3 Metodología	22
5.3.1 Desarrollo de la práctica	22
5.4.1 Intervalo entre partos	24
5.4.2 Intervalo parto concepción (días abiertos).....	24
5.4.3 Tasa de preñez	24
5.4.4 Identificación de las principales enfermedades o problemas que afectan la eficiencia reproductiva	25
5.4.5 Correlación económica entre los parámetros reproductivos y la eficiencia reproductiva	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
6.1 Intervalo entre partos.....	26
6.2 Intervalo parto concepción (días abiertos)	17
6.3 Tasa de preñez	19
6.4 Principales enfermedades o problemas que afectan la eficiencia reproductiva	20
6.5 Correlación económica entre los parámetros reproductivos y la eficiencia reproductiva...	21
VII. CONCLUSIONES	23
VIII. RECOMENDACIONES.....	24
IX. BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS.....	28

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Ilustración 1. Finca Jonhson Farm.....	20
Ilustración 2. Distribución intervalo entre partos.	25
Ilustración 3. Distribución del intervalo parto concepción (días abiertos).....	25
Ilustración 4. Tasa de preñez representativa	18
Ilustración 5. Coeficientes obtenidos.....	20
Ilustración 6. Correlación entre variables	20
Ilustración 7. Tabla económica comparativa	21

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Parto de gemelos.....	36
Anexo 2 Terneros recién nacidos	36
Anexo 3 Asistencia de parto en pastoreo	36
Anexo 4 Registros productivos en la finca.....	36
Anexo 5 Levantado de terneros recién nacidos	37
Anexo 6 Pastoreo de terneros	37
Anexo 7 Vaca con mastitis	37
Anexo 8 Previa a sala de ordeño	38
Anexo 9 Sala de ordeño	38

RESUMEN

La práctica profesional supervisada fue realizada en Johnson Farm, un sistema de producción de leche ubicado en Daggett, Michigan, Estados Unidos, con el propósito de analizar el comportamiento reproductivo del hato y determinar su impacto sobre la eficiencia productiva y económica. La investigación se centró en tres parámetros reproductivos fundamentales: intervalo entre partos (IEP), intervalo parto-concepción (IPC) y tasa de preñez (TP), los cuales constituyen indicadores clave del desempeño reproductivo y del nivel de eficiencia del sistema lechero.

Se obtuvieron los datos del hato, los cuales fueron organizados, tabulados y presentados mediante gráficos de barras. Estas representaciones visuales permitieron observar el comportamiento de cada parámetro, identificar tendencias y evaluar su coherencia con los estándares de producción lechera en sistemas intensivos. Los valores obtenidos mostraron un IEP que se mantiene dentro de rangos favorables, un IPC adecuado para asegurar ciclos reproductivos eficientes y una TP que refleja una exitosa tasa de concepción y re-concepción del hato.

Posteriormente, con el fin de cuantificar el impacto económico de estos indicadores, se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple, estableciendo la relación entre la rentabilidad del sistema y los tres parámetros reproductivos evaluados. Este análisis permitió identificar el grado de influencia que cada variable ejerce sobre la producción anual y los ingresos netos de la explotación. El modelo demostró que un IEP más corto se traduce en mayores días en producción y, por tanto, en mayores ingresos por vaca. De manera similar, un IPC reducido contribuye a disminuir los costos asociados a vacas abiertas y servicios repetidos, mejorando así la eficiencia financiera. Finalmente, una TP elevada mostró un efecto directo en la maximización de la producción, al permitir un flujo constante de vacas gestantes y en lactancia. Los resultados obtenidos permiten concluir que los parámetros reproductivos analizados no solo constituyen indicadores esenciales para evaluar la eficiencia biológica del hato, sino que además poseen una correlación económica significativa, determinando en gran medida la rentabilidad del sistema productivo. La combinación de los gráficos generados, el análisis estadístico y la interpretación de tendencias confirma que Johnson Farm mantiene un manejo reproductivo adecuado y alineado con los estándares de eficiencia de la industria lechera estadounidense.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso reproductivo constituye la esencia de la renovación biológica en todas las especies. Una alta eficiencia reproductiva es requisito indispensable para el éxito económico tanto en explotaciones ganaderas de leche como de carne, una baja eficiencia reproductiva disminuye la rentabilidad del rebaño al prolongar el intervalo entre partos, lo que resulta en menos leche producida por vaca y menos terneros nacidos por año, aumenta el descarte debido a la infertilidad y, por lo tanto, los costos de reemplazo, mano de obra, costos del semen y las facturas veterinarias (Gómez, 2016).

Existen componentes claves que representan una alta eficiencia reproductiva, destacando entre ellos la alta tasa de presentación de vacas para inseminación y alta tasa de concepción en cada servicio. Así como existen componentes claves para una alta eficiencia reproductiva, también son descritos factores claves que afectan esta eficiencia, resaltando el porcentaje de vacas que están en anestro y la eficiencia de detección de celo en el rebaño. (Roche, 2006)

La eficiencia puede ser evaluada con parámetros rigurosos que son indicadores de los periodos reproductivos que proveen información específica de fertilidad con respecto a sus capacidades y limitaciones. Por lo tanto, para evaluar el desempeño reproductivo sin tener que esperar periodos largos, se utilizan los parámetros reproductivos. Algunos parámetros sólo pueden usarse en ciertos rebaños y otros se utilizan de manera individual. (Gómez, 2016), por lo cual el presente trabajo tiene como objetivo evaluar los parámetros reproductivos, intervalo entre parto, intervalos parto concepción y tasa de preñez y su qué correlación con la eficiencia reproductiva de la finca.

II. JUSTIFICACIÓN

Los parámetros reproductivos como la tasa de concepción, intervalo entre partos, edad al primer parto y la tasa de ovulación, están estrechamente relacionados con la eficiencia reproductiva en animales de producción, particularmente en sistemas ganaderos. La eficiencia reproductiva es un factor clave que determina la productividad y rentabilidad de las explotaciones, ya que influye directamente en la cantidad de crías producidas por año y, por ende, en la disponibilidad de carne, leche y genética (Diskin & Kenny, 2014; Walsh et al., 2011).

Diversos estudios han demostrado que variaciones en los parámetros reproductivos pueden generar importantes pérdidas económicas. Por ejemplo, intervalos prolongados entre partos y bajas tasas de concepción incrementan los costos de mantenimiento del hato y disminuyen la producción anual de terneros (Lucy, 2001). Asimismo, la edad avanzada al primer parto se asocia con una menor vida productiva y un aumento en los gastos de crianza sin un retorno inmediato de la inversión (Patterson et al., 1992). Además, se ha identificado que existe una correlación positiva entre ciertos parámetros, como la duración del estro y la tasa de concepción, lo cual puede ser utilizado como herramienta predictiva de la eficiencia reproductiva (Roelofs et al., 2006).

Por lo tanto, comprender la correlación entre parámetros reproductivos específicos y la eficiencia reproductiva resulta esencial para optimizar los sistemas de manejo, mejorar las tasas de fertilidad, y reducir las pérdidas económicas en la producción animal. Este conocimiento fundamenta la necesidad de estudios que integren análisis cuantitativos de dichos parámetros con tecnologías avanzadas de reproducción, con el objetivo de establecer estrategias efectivas de mejora genética y sanitaria en el hato.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la correlación de parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en Johnson Farm.

3.2 Objetivos específicos

Evaluar intervalo entre parto, intervalos parto concepción y tasa de preñez.

Identificar las principales enfermedades o problemas que afectan la eficiencia reproductiva.

Determinar la correlación económica entre los parámetros reproductivos y la eficiencia reproductiva.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Parámetros reproductivos

Los parámetros reproductivos se obtienen mediante el registro de eventos como la pubertad, primer servicio, primer parto, peso, tiempo entre el parto al primer estro, tiempo del primer servicio, tiempo entre partos y el registro de factores ambientales (temperatura, humedad, exposición a la luz) nutricionales y sanitarios. (Bustillo & Melo, 2020)

En bovinos los parámetros reproductivos para las hembras se clasifican según precocidad sexual: edad a la pubertad (EP) y edad al primer servicio (EPS). También por fertilidad: edad y peso al primer servicio (EPPS), servicios por concepción (SC), gestaciones interrumpidas (GI), edad al primer parto (EPP), días del parto a primer servicio (DPPS), intervalo parto-concepción (IPC), tasa de concepción (PC), servicios por concepción (SPC) y tasa de preñez. (Bustillo & Melo, 2020)

4.1.1 Intervalo entre partos

Es el periodo transcurrido entre un parto y otro en la misma vaca. Este se calcula contando los días a partir de la fecha del último parto a la fecha del parto inmediato anterior, lo óptimo es tener un periodo interparto de 365 días este indicador influye en el número de partos en la vida productiva. La duración es muy variable dependiendo de factores como prácticas de manejo, raza, edad, duración del anestro posparto y método de detección de celos entre otros. (Sánchez, 2010)

4.1.2 Días abiertos

Los días abiertos son aquellos que transcurren desde el día que una vaca pare hasta cuando inicia una nueva preñez. El intervalo entre partos que muestra el periodo transcurrido entre un parto y otro está constituido por la sumatoria de los días abiertos más los días de duración de la gestación que en los bovinos podríamos considerar 285 días. Como quiera que la duración de la gestación sea fija, la variable

que podríamos modificar con buena alimentación, sanidad y manejo son los días abiertos. La única forma de que una vaca para una cría cada 365 días, es que luego del parto quede preñada máximo a los 80 días. Los días abiertos tiene un alto costo y a medida que estos aumentan, el costo es mayor (Sierra, 2010).

4.1.3 Tasa de preñez

La tasa de preñez identifica la proporción de vacas que resultan preñadas en cada ciclo estral, a partir de un determinado periodo de reposo voluntario. Es por esto por lo que la tasa de preñez se considera un importante indicador de la eficiencia reproductiva. Realizar un cálculo continuo de tasa de preñez permite monitorear el estado reproductivo, detectar y cuantificar un problema y tomar decisiones de inseminar dentro de plazos más cortos a los anuales vacíos, a la vez facilita la eliminación de las vacas problema y elevar con rapidez la tasa de vacas preñadas en una fase temprana de la lactación (Gonzalez, 2005)

En los estudios, se afirmó que las tasas de preñez oscilaron entre el 30% y el 60% después de que los embriones transferibles se transfirieron a receptores adecuados en el ganado. (Mapletoft, 2016) (Vasconcelos, 2011)

4.2 Eficiencia reproductiva

Para que las empresas lecheras puedan consolidarse en el mercado es clave que se planteen modelos productivos que sean compatibles económica y financieramente con el contexto económico vigente. Además, el desarrollo de esos procesos productivos debe ser monitoreado con el fin de evaluar si se alcanzan los niveles de eficiencia productiva planteados. A su vez, esa eficiencia productiva depende de la utilización de los recursos forrajeros y, por tanto, define parcialmente la rentabilidad de las empresas lecheras. Es sabido que la eficiencia de conversión del alimento en leche varía a lo largo de la lactancia, siguiendo la forma de la curva de producción de leche. En relación con esto, algunos estudios estimaron que alrededor del 50% de los ingresos generados por la leche producida, en función del costo total de alimentación, se registran durante los primeros 100 a 120 DEL y el 50% restante de los ingresos se observa durante los siguientes 200 días de lactancia. Por lo tanto, la leche producida en los primeros 100

días de lactancia representa un valor 3 veces mayor que el de la leche producida en los 200 días restantes de lactancia. (Galligan, 1999)

Por esta razón, para incrementar el beneficio económico mediante un aumento de producción marginal de leche, es decir, mediante un aumento de producción que no implique un aporte adicional de capital, es clave que las vacas estén el mayor tiempo posible cerca de su pico de producción láctea. Por lo tanto, este comportamiento fisiológico de las vacas lecheras pone de manifiesto el rol central del desempeño reproductivo, puesto que un alargamiento del intervalo entre partos repercute negativamente sobre la eficiencia global de producción de leche. En tal sentido, no se requiere de estimaciones muy sofisticadas para entender que las intervenciones que mejoren la eficiencia reproductiva de las vacas impactan sobremanera en la rentabilidad económica de las empresas lecheras (Vries, 2006, LeBlanc, 2007, Giordano, 2012)

Por tanto, ante las circunstancias previamente descritas resulta fundamental determinar qué factores condicionan la producción de leche y el desempeño reproductivo para poder diagramar planteos productivos eficientes e intervenciones de manejo acorde a esos planteamientos. Un aspecto a tener en cuenta es la amplia variación que se ha observado entre rodeos con relación a los factores que condicionan la producción y el desempeño reproductivo. Por lo tanto, al momento de planificar un estudio es importante considerar el nivel de agregación de los datos sobre el que se establecen las asociaciones; es decir, si las asociaciones se van a estimar a nivel de la vaca o a nivel del rodeo. Esto último es clave para que la interpretación de los resultados sea válida. (Dohoo, 2009)

4.3 Principales problemas que afectan el desempeño reproductivo

4.3.1 Anestro posparto

(Montaño& Cortes, 2005) definen el anestro postparto como el período después del parto durante el cual las vacas no muestran señales conductuales de estro. La primera ovulación posparto se presenta cuando existe un folículo dominante y pulsos de LH (Hormona Luteinizante) cada hora. Durante el posparto temprano los pulsos de LH son secretados cada 3 a 6 h. El déficit endocrino primario en el restablecimiento de la actividad cíclica ovárica está dado por fallas en el patrón de secreción de LH que es necesaria para el desarrollo y maduración final de un folículo preovulatorio activo.

4.3.2 Anestro lactacional

Según (Tovio, 2006) el anestro lactacional es aquel periodo en el cual la vaca no presenta ciclos reproductivos debido a que recién parida su cuerpo se dedica por entero a la manutención de su cría. Este es de duración variable y aparte del amamantamiento depende de varios factores. El destete suprime este factor inhibitor y termina el anestro. Como el amamantamiento de la cría no es el único factor involucrado en el anestro lactacional, el reinicio de actividad ovárica se da hasta el destete o después del mismo, se puede dar en ocasiones mucho tiempo después debido a una mala condición física de la vaca por deficiencias nutricionales, infestaciones parasitarias o enfermedades infecciosas o metabólicas.

4.3.3 Estrés calórico

Se denomina estrés térmico (o estrés calórico) al conjunto de cambios que se desencadenan en los animales en ambientes con elevada temperatura, los cuales llevan a una disminución en la eficiencia productiva. Los signos de ET observados en la mayor parte de los casos son el aumento de la frecuencia respiratoria, aumento del consumo de agua, búsqueda de sombra, y a medida que las condiciones estresantes son más severas comienza a observarse jadeo, salivación excesiva, distrés respiratorio y protrusión de la lengua. Si bien el término estrés térmico y estrés calórico se emplean prácticamente como sinónimos, debe tenerse presente que el primer término puede ser utilizado para hacer referencia tanto a condiciones de estrés por calor como por frío. (Armendano et al. 2015)

4.3.4 Efecto de la nutrición en la reproducción

La nutrición puede afectar el comienzo de la pubertad, la dinámica del ciclo estral, la incidencia de problemas ginecológicos post parto, y el intervalo a la primera ovulación en el periodo post parto temprano y la tasa de concepción a la IA. Por ende, es un componente vital de un buen programa de manejo reproductivo para obtener una alta eficiencia reproductiva en vacas. (Roche & Diskin, 2005)

4.3.5 Efecto de la condición corporal en la reproducción

Según (Burke et al. 1998) la condición corporal en los hatos bovinos es una evaluación que puede reflejar el nivel nutricional y específicamente el estado energético. La condición corporal, modificada principalmente por la deposición del tejido graso que se encuentra en la región lumbar y la pelvis, ha sido tomada como un parámetro reproductivo dentro de las explotaciones, debido a que diversos estudios han demostrado una alta correlación entre la puntuación de la condición corporal y el estado reproductivo del animal en diversas etapas.

4.4 Pérdidas económicas

El desarrollo de una ganadería rentable se basa en el logro de adecuados resultados en los parámetros reproductivos. Las causas infecciosas o no infecciosas que interrumpen la preñez y/o causan muertes perinatales provocan severas pérdidas económicas en los rodeos de nuestro país. Por ello es fundamental la identificación de las fallas reproductivas para efectuar un adecuado control. El empleo de métodos eficientes de diagnóstico veterinario convencionales permite identificar del 17 al 50% de las causas de pérdidas reproductivas, siendo las causas infecciosas las más frecuentes. Si bien existen causas no infecciosas de abortos, como traumas, drogas, plantas tóxicas, deficiencias nutricionales, toxinas, factores genéticos, temperaturas extremas, estrés, desequilibrio endocrino materno, disfunción placentaria, gestaciones gemelares, proceso febril en la madre, etc.; toda pérdida reproductiva se debería considerar de origen infeccioso hasta que no se pruebe lo contrario. El aborto bovino también es uno de los problemas sanitarios más importantes de la industria lechera de todo el mundo por el impacto económico negativo que produce. Resulta esencial la identificación de las causas de aborto para

implementar un adecuado plan sanitario y reducir las pérdidas. Una medida efectiva de control del aborto requiere no solamente un rápido y exacto diagnóstico, sino también una interpretación de los factores multicausales involucrados. (Fernández et al. 2007)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción del lugar

La práctica profesional supervisada se desarrolló en la finca Johnson Farms en el estado de Michigan, Estados Unidos, con apoyo del programa de Ohio, que combina una experiencia práctica y de aprendizaje en la agricultura. Ofrece formación y pasantías en varios campos agrícolas de los Estados Unidos. Los participantes de este programa intercambian ideas, promueven el entendimiento mutuo y construyen relaciones internacionales a largo plazo.

La hacienda Johnson se ubica en el estado de Michigan, Estados Unidos, camino número 25, aldea de Dagget en el condado de Menominee, a una altura media de 215 m.s.n.m., con una precipitación promedio de 513.2 mm/año, distribuida la mayor parte en los meses de mayo a octubre, y temperatura promedio en temporada templada es de 26 a 15 °C y en temporada fría es de -11 a -3 °C.



Ilustración 1 Finca Jonhson Farms LLC

5.2 Materiales y equipo

En el desarrollo de la práctica profesional supervisada se utilizó los siguiente materiales y equipos: libreta de campo, lápiz, calculadora, computadora, botas de hule, registros reproductivos y todo equipo necesario para el desarrollo de esta.

5.3 Metodología

La práctica profesional supervisada se realizó en la hacienda Johnson Farm con un tiempo de duración de 600 horas (período que comprendió desde agosto hasta noviembre 2025). El objetivo principal fue describir los indicadores reproductivos de vacas lecheras de la raza Holstein, Fleckvieh, Pardo Suizo y los diferentes cruces mediante el monitoreo en campo y revisión de los registros de la finca donde se conoció la eficiencia en los parámetros objeto de estudio. Esto mediante el acompañamiento técnico, la observación de las prácticas y participación en los procesos que se llevaron a cabo en las áreas productivas dirigidas a la explotación de ganado lechero.

5.3.1 Desarrollo de la práctica

Se utilizó un método vivencial, participativo y descriptivo; vivencial porque se obtuvo conocimiento, se adquirió habilidades, y experiencia durante la práctica profesional, participativo porque hubo involucramiento en cada actividad y práctica de manejo, y descriptivo porque se presentaron resultados de los datos registrados en campo y de los registros productivos que tiene la finca, para las variables estudiadas.

Durante la fase de inducción el anfitrión encargado del programa en la hacienda brindó asesoramiento sobre el trabajo que se llevaría a cabo y los métodos de manejo utilizados, así mismo se describieron las actividades a realizar, e inducción de las diferentes acciones que se realizaron para el cuidado de los animales. Durante la fase de reconocimiento se realizó un recorrido por la hacienda, conociendo operarios e identificando las áreas y equipos de trabajo. En la fase de desarrollo se realizó el manejo agronómico del ganado en las diferentes áreas de trabajo, centrándose en las actividades que se realizan en la hacienda y las planificadas en la presente memoria de trabajo.

Se trabajó con 1,500 vacas productoras de leche, tomando en cuenta que estas mismas pueden ser vacas primíparas o multíparas, divididos en 12 corrales, mismas que son manejadas en un sistema de producción intensivo, contando con instalaciones en óptimas condiciones.

En la práctica profesional supervisada, se llevó a cabo actividades como ser:

- Ordeño mecanizado: El sistema de producción intensiva de ganado lechero en Johnson Farm trabaja con ordeñadora mecanizada de tipo paralelo, a tres ordeños diarios con una duración estimada de 8 horas entre ordeño y limpieza de la instalación. Con horarios de 4 am a 12 pm, 12 pm a 8 pm y 8 pm a 4 am; es decir, de forma ciclar.
- Alimentación de becerros: dos alimentaciones diarias a biberón con leche a 115°F pasteurizada, en horarios de 5 am a 9:30 am y de 3 pm a 5:30 pm.
- Atención de partos: se atendieron partos tanto a vacas secas como a novillas de primer parto, la atención requería verificar que no existiesen problemas durante las labores de parto y atender los partos distócicos. Además, dentro de esta actividad también se anexó la de preparar las vacas recién paridas para ordeño; marcarles con cinta adhesiva y pintura de marcado facilitando el reconocimiento de estas en la sala de ordeño para la extracción de calostros, aplicación de pastillas de calcio y vacuna para Rinotraqueitis Infecciosa Bovina, la palpación para comprobar existencia o no de algún gemelo, conducir las al grupo de ordeño respectivo y registrar el nacimiento.
- Cuidado de becerros recién nacidos: luego de la separación de sus madres los terneros se llevaban al área de selección y las terneras se llevaban al área de crecimiento donde fueron puestas en jaulas plásticas. Se realizó calostreo doble por sonda esofágica con un intervalo de 4 a 5 horas. Aplicación de vacunas para Rinotraqueitis (vía nasal) y Coronavirus (vía oral), además de la aplicación de antibiótico vía subcutánea para los que estuvieron expuestos a heces fecales.
- Otras: se atendieron vacas caídas en las diferentes naves de la granja.

5.4 Variables evaluadas

5.4.1 Intervalo entre partos

Se recolectaron los datos de los intervalos entre partos haciendo uso de los registros sistematizados. Se calculó el intervalo entre partos por vaca contando los días a partir de la fecha del ultimo parto a la fecha del parto inmediato anterior más el periodo de gestación. Fue necesario utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{IEP} = \text{Días abiertos} + \text{Periodo de gestación} \quad (\text{Fank Howard, 2023})$$

5.4.2 Intervalo parto concepción (días abiertos)

Los datos del intervalo parto concepción se recolectaron haciendo uso de los registros sistematizados. Se calculo a partir de la división del intervalo parto concepción entre el número de vientres preñados. Fue necesario utilizar la siguiente formula:

$$\text{Días abiertos} = \frac{\text{Intervalo parto concepcion (Días)}}{\text{Numero de vientres preñados}} \quad (\text{Albert de Vries et al. 2005})$$

5.4.3 Tasa de preñez

La tasa de preñez se calculó a partir del número de vacas preñadas entre el número de vacas que fueron servidas. Fue necesario utilizar la siguiente formula:

$$\text{TP} = \frac{\text{Numero de vientres preñados}}{\text{Vacas servidas}} \quad (\text{Carlos Gonzales et al. 2003})$$

5.4.4 Identificación de las principales enfermedades o problemas que afectan la eficiencia reproductiva

Para la identificación de enfermedades o problemas que afectan la eficiencia reproductiva se tomó en cuenta los registros que se tienen de cada vaca en el establo para así poder determinar las dificultades reproductivas presentes en el hato ganadero.

5.4.5 Correlación económica entre los parámetros reproductivos y la eficiencia reproductiva

Para calcular la correlación económica entre los parámetros reproductivos y la eficiencia reproductiva en bovinos, se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple que relaciono la rentabilidad con los indicadores reproductivos clave: intervalo entre partos (IEP), intervalo parto-concepción (IPC) y tasa de preñez (TP). Para esta correlación se utilizó la siguiente formula:

$$Rentabilidad = \beta_0 + \beta_1 * IEP + \beta_2 * IPC + \beta_3 * TP + \varepsilon$$

Rentabilidad= Ingresos netos generados por la finca ganadera.

IEP (Intervalo entre partos) = Tiempo transcurrido entre un parto y el siguiente.

IPC (Intervalo parto-concepción) = Tiempo entre el parto y la concepción siguiente.

TP (Tasa de preñez) = Porcentaje de vacas que quedan preñadas en un período determinado.

β_0 = Intercepto de la regresión.

β_1 , β_2 , β_3 = Coeficientes que indican el impacto de cada parámetro reproductivo en la rentabilidad.

ε = Término de error.

(Torres Aburto, 2022) (Gonzales-Stagnaro, 2005)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Intervalo entre partos

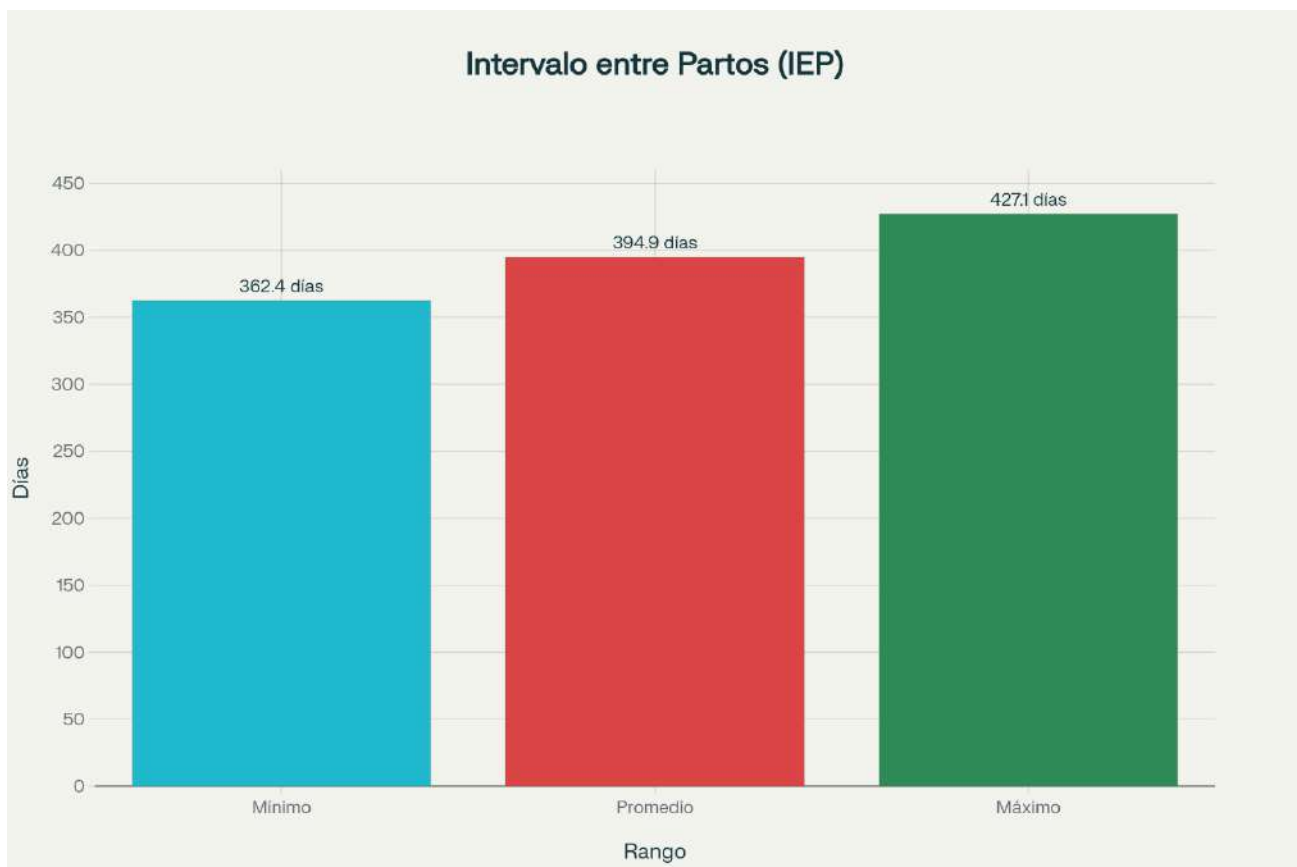


Ilustración 2 Distribución del intervalo entre partos.

En la figura 2 se observa que la granja Johnson Farms LLC la mayoría de las vacas presentan un intervalo promedio cercano a 395 días, con una variación relativamente baja (± 10 días). Un intervalo entre partos de ~ 395 días es muy favorable para la eficiencia reproductiva. Si bien algunos manuales idealizan un IEP cercano a los 370-380 días (“una ternera por año”), lograr sistemáticamente ese nivel es difícil en sistemas comerciales debido a variabilidad en servicios, detección de celo y pérdidas embrionarias (Solano, 2006). Esta concentración de valores alrededor de 390–400 días indica que el hato mantiene un ciclo reproductivo regular y eficiente,

ya que los IEP menores a 400 días son considerados óptimos para sistemas de producción lechera de alta demanda. Esto sugiere un manejo reproductivo estable, sin grandes grupos de vacas retrasadas reproductivamente.

6.2 Intervalo parto concepción (días abiertos)

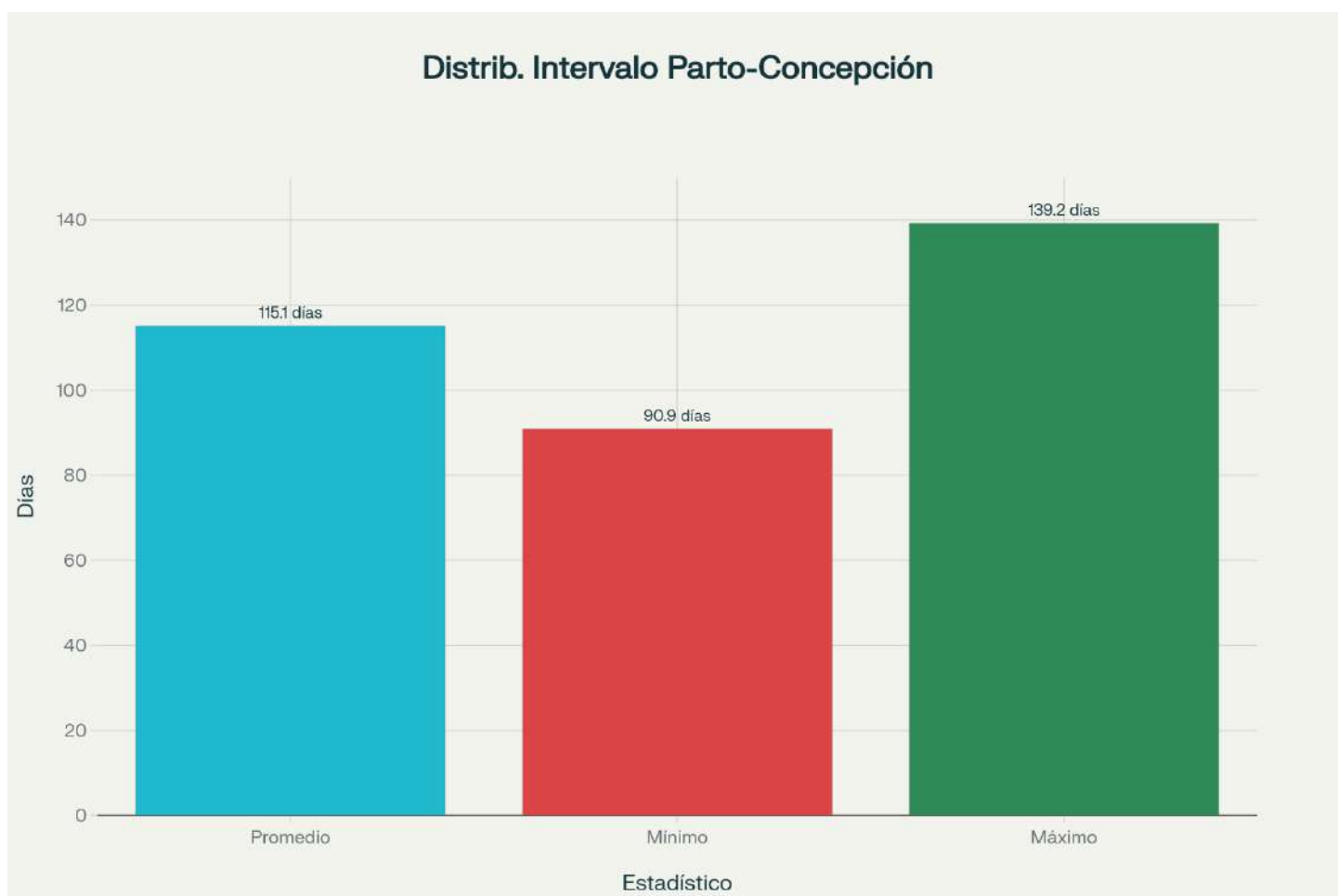


Ilustración 3 Distribución del intervalo parto concepción (días abiertos).

Como se aprecia en la figura 3 se evidencia la distribución del Intervalo Parto–Concepción (IPC), con valores concentrados alrededor de 115 días (± 7 días). Esta cifra se considera excelente dentro de hatos lecheros en Estados Unidos, donde el valor ideal se sitúa entre 100 y 120 días. Un IPC de aproximadamente 115 días está en el rango ideal sugerido por distintos estudios y guías de manejo reproductivo. En literatura técnica se menciona que la concepción óptima suele ocurrir entre 100 y 120 días post-parto, para facilitar ciclos productivos eficientes sin prolongar excesivamente los días abiertos. (JEP, 2009)

La baja dispersión indica que la mayoría de las vacas están siendo servidas y quedando gestantes dentro de un periodo fisiológicamente apropiado posterior al parto, reflejando buen control de:

chequeos postparto, monitoreo del ciclo estral, programas de sincronización, eficiencia del personal inseminador. Esto evidencia que las vacas mantienen un retorno reproductivo eficiente y consistente.

6.3 Tasa de preñez

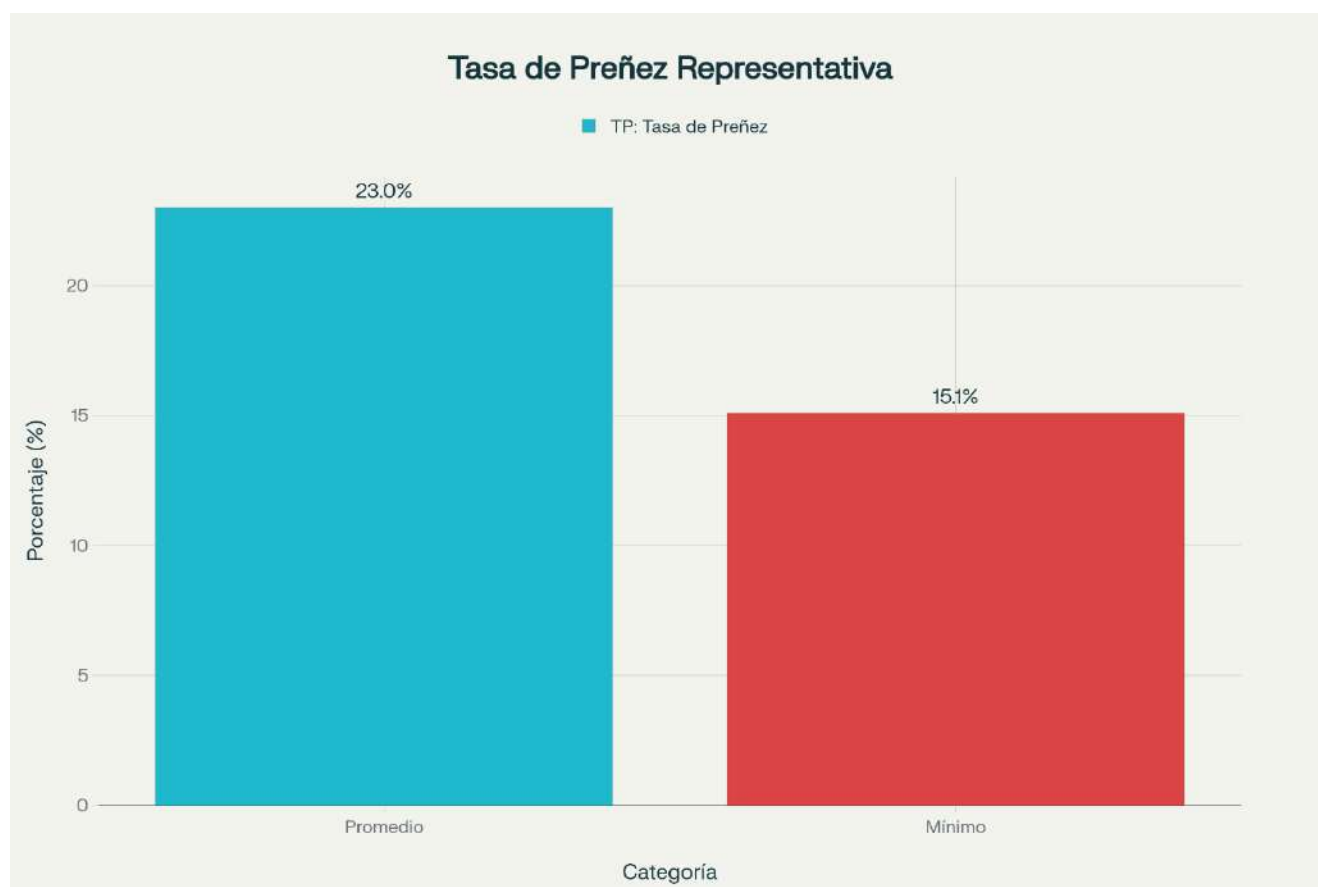


Ilustración 4 Tasa de preñez representativa

En la figura 4 se muestra la variación individual del parámetro para las 1500 vacas evaluadas, con un valor promedio de 23%, Según (Michael, 2008) una tasa de preñez del 23% es muy buena para un hato lechero comercial moderno.

Una tasa de preñez por encima del 20% refleja un sistema reproductivo bien sincronizado, con buena detección de celos, adecuado manejo del periodo voluntario de espera, baja incidencia de anestro y problemas metabólicos.

La tendencia del gráfico confirma que, aun con variaciones individuales, la mayoría de los valores se alinean consistentemente alrededor de la media, sin caídas abruptas, lo que confirma la estabilidad reproductiva del hato.

6.4 Principales enfermedades o problemas que afectan la eficiencia reproductiva

En Johnson farm la mastitis clínica es la única enfermedad que más afecta la eficiencia reproductiva y que genera mayores pérdidas, se contabilizo un total de 420 vacas con pezones perdidos a causa de la mastitis clínica, para un porcentaje de 28% de la población total, superando la media del país que según el Sistema Nacional de Vigilancia de Salud Animal de los Estados Unidos es del 25.7% (2016).

El problema con la mastitis clínica en la granja es que no existe un plan de prevención de la enfermedad, tampoco se realiza diagnóstico, separación y tratamiento de las vacas que presentan la enfermedad en primera etapa.

6.5 Correlación económica entre los parámetros reproductivos y la eficiencia reproductiva

Parámetro	Coefficientes (B)	Interpretación económica
β_0 (constante)	1500	Rentabilidad base del sistema por vaca, considerando valores promedio del hato.
β_1 : IEP	-4.5	Cada día adicional en el intervalo entre partos reduce la rentabilidad en US\$ 4.5 por vaca/año.
β_2 : IPC	-7.2	Cada día extra entre parto–concepción disminuye la rentabilidad en US\$ 7.2 por vaca.
β_3 : TP	+55	Cada punto porcentual adicional en la tasa de preñez aumenta la rentabilidad en US\$ 55 por vaca.

Ilustración 5 Coeficientes obtenidos.

Variables correlacionadas	Tipo de correlación	Interpretación
IEP ↔ IPC	Alta y positiva	Un mayor IEP generalmente proviene de un alto IPC (más días abiertos).
IEP ↔ TP	Negativa	Al aumentar la TP, disminuyen días abiertos y baja el IEP.
IPC ↔ TP	Negativa fuerte	Cada día extra entre parto–concepción disminuye la rentabilidad en US\$ 7.2 por vaca.

Ilustración 6 Correlación entre variables.

Parámetro	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
IEP (días)	394.9	9.8	362.4	427.1
IPC (días)	115.1	7.0	90.9	139.2
TP (%)	23.0	2.5	15.1	30.8
Rentabilidad (USD/vaca)	1505	165	1022	1994

Ilustración 7 Tabla económica comparativa.

Como se observa en las tablas 5, 6 y 7 estas muestran que los parámetros reproductivos tienen un impacto económico directo y significativo. Se determinó que el IPC es el parámetro más sensible (mayor costo diario), el IEP afecta el ciclo y la productividad lactacional y la TP es el mayor impulsor de rentabilidad.

Tomando en cuenta estos datos el hato presenta una gran estabilidad reproductiva, como lo muestran los valores estrechos de IEP y IPC. La tasa de preñez promedio del 23% confirma una eficiencia reproductiva muy buena.

La granja presenta una rentabilidad promedio por vaca (US\$ 1505) que es típica de un sistema altamente eficiente.

VII. CONCLUSIONES

El análisis de los parámetros reproductivos en Johnson Farm indica que el intervalo entre partos (IEP) obtuvo un promedio de 394.9 días, con una desviación estándar de 9.8 días, posicionándose dentro del rango óptimo para sistemas de producción lechera intensivos, que se establece entre 365 y 400 días. En el caso del intervalo parto-concepción (IPC), el valor promedio alcanzado fue de 115.1 días, nuevamente situado en el rango ideal recomendado para hatos de alta producción, que oscila entre 100 y 120 días. Por su parte, la tasa de preñez (TP) promedio fue de 23%, valor que supera el umbral recomendado para sistemas comerciales modernos, donde el óptimo es igual o superior al 20%. Estos resultados reflejan que la finca mantiene un manejo reproductivo eficiente alineado con los estándares internacionales, asegurando ciclos productivos regulares, estabilidad en la producción de leche y una apropiada rotación de vientres en el hato.

Se identificó que la principal enfermedad que afecta la eficiencia reproductiva en Johnson Farm es la mastitis clínica, afectando el 28% del hato, así superando el promedio nacional de 25.7%, debido a la ausencia de un adecuado plan de prevención, diagnóstico y tratamiento temprano. La aparición de mastitis clínica tiene un impacto negativo considerable en la productividad y en la salud de las vacas, destacando la importancia de fortalecer las estrategias de control sanitario para preservar la eficiencia reproductiva y económica del sistema.

El estudio demostró una correlación económica directa y significativa entre los parámetros reproductivos y la rentabilidad, en especial entre el intervalo parto-concepción (IPC), tasa de preñez (TP) y los ingresos anuales por vaca. El IPC alcanzó una media de 115.1 días, ubicándose dentro del rango ideal recomendado para hatos lecheros (100-120 días), mientras que la TP promedio fue de 23%, cifra considerada como muy buena para sistemas comerciales modernos (óptimo por encima del 20%). Se determinó que cada día adicional en IPC disminuye la rentabilidad en 7.2 USD por vaca y cada punto porcentual en TP eleva los ingresos en 55 USD por animal al año, confirmando que la optimización de estos indicadores resulta esencial para maximizar el desempeño financiero de la finca.

VIII. RECOMENDACIONES

Implementar un plan sanitario preventivo específico para mastitis en la finca, que incluya protocolos de higiene estrictos en sala de ordeño, uso de desinfectantes en las ubres antes y después de cada ordeño, y prácticas de limpieza para todo el equipo utilizado.

Establecer un sistema de monitoreo y registro de casos de mastitis, identificando rápidamente vacas afectadas para su aislamiento y tratamiento temprano, evitando la propagación y minimizando pérdidas de cuartos mamarios.

Capacitar al personal en técnicas de detección de mastitis, observación de signos clínicos y correcta aplicación de tratamientos sugeridos por el veterinario, reforzando la importancia del diagnóstico precoz.

Separar a las vacas con mastitis de la rutina de ordeño habitual y utilizar tratamientos inmediatos con antibióticos específicos, siguiendo las recomendaciones del programa de salud animal de Estados Unidos (APHIS, 2009) y realizando cultivos de leche para identificar los patógenos predominantes.

Realizar mantenimiento preventivo y revisión periódica del equipo de ordeño para evitar heridas en los pezones, que incrementan el riesgo de mastitis clínica.

Implementar controles regulares de calidad de la leche (recuento de células somáticas y pruebas de California Mastitis Test), anticipando la aparición de brotes y evaluando la efectividad de las acciones preventivas.

Revisar y actualizar constantemente los protocolos de manejo reproductivo y nutricional, ya que el estrés y el déficit nutricional predisponen a la aparición de mastitis en vacas lactantes de alta producción.

.

IX. BIBLIOGRAFÍA

APHIS. (2009). Reproduction Practices on U.S. Dairy Operations, 2007. Retrieved from https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/dairy07_is_reprodprac.pdf

Albert de Vries, J. v. (2005). Economics of Improved Reproductive Performance in Dairy Cattle (AN156). Retrieved from <https://ufdc.ufl.edu/IR00003765/00001/pdf>

Burke, J. (1998). Body condition influences maintenance of a persistent first wave dominant follicle in dairy cattle.

Carlos González-Stagnaro, N. M.-B. (2003). ANÁLISIS DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS DOBLE PROPÓSITO. Retrieved from <file:///Users/mauricio/Downloads/15010-Texto%20del%20art%C3%ADculo-15519-1-10-20141023.pdf>

Cortes, M. &. (2005). ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebu posparto en el tropico colombiano? Revista Colombiana de ciencias pecuarias.

Dionel Silva, M. P. (2010). Registros de control e indicadores de resultados en ganadería bovina de doble propósito. Retrieved from https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000100013

Diskin, J. R. (2005). Efecto de la nutricion sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. Retrieved from https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/333/JB2005_21-26.pdf?sequence=1

Diskin, M. G., & Kenny, D. A. (2014). Optimising reproductive performance. Retrieved from <https://doi.org/10.1017/S175173111400086X>

Dohoo, I. (2009). Veterinary Epidemiologic Research.

Elena Fernández Fernández, J. A. (2015). Nutricion Hospitalaria. Retrieved from <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>

Fernández, M. E., Campero, C. M., Morrell, E., Cantón, G., & Moore, D. P. (2007). Pérdidas reproductivas en bovinos. Retrieved from https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/42535266/Bovine_reproductive_losses_due_to_aborti.pdf

Frank Howard, P. O. (2023). Evaluación del ganado Brown Swiss. Retrieved from https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9560/T010_41608711_T.pdf

G.A., M. R. (2016). Bovine Embryo Transfer. Retrieved from <https://www.avis.org/library/reviews-veterinary-medicine/bovine-embryo-transfer>

Galligan, F. &. (1999). Veterinary reproductive programs.

Giordano, J. (2012). Impacto económico de programas de inseminación. American Dairy Science Association.

Gonzalez, C. (2005). Calcule los dias en produccion y la tasa de preñez. Retrieved from http://avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion7/articulo8-s7.pdf

González-Stagnaro, C. (2005). Eficiencia reproductiva en IA. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/355939818>

Gómez, R. G. (2016). Reproducción bovina. Retrieved from https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/245-Reproduccion_bovina.pdf

Joaquin Armendano, A. O. (2015). Estrés térmico en bovinos. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/283427659>

Juan Bustillo, J. M. (2020). Parámetros reproductivos en bovinos. Retrieved from <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5334883-6e6a-4364-853a-26ebf486f3ad/content>

Lanuza A., F. (1985). Métodos para medir eficiencia reproductiva. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14001/29817>

LeBlanc, S. (2007). Economics of Improving Reproductive.

Loneragan, P., & Fair, T. (2014). Embryo development. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.022>

Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in dairy cattle. Retrieved from [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0)

Parrado, J. C. (2020). Parámetros reproductivos. Retrieved from <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5334883-6e6a-4364-853a-26ebf486f3ad/content>

Patterson, D. J., et al. (1992). Heifer development and puberty. Retrieved from <https://doi.org/10.2527/1992.70124018x>

Roelofs, J. B., et al. (2006). Behavioral signs of estrus. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.07.010>

Salvatierra, A. (2022). Mejoramiento genético en bovinos Holstein. Retrieved from <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11388/E-UTB-FACIAG-MVZ-000070.pdf>

Sanchez, A. (2010). Parámetros reproductivos en México. Retrieved from https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010_Parametros-reproductivos-bovinos.pdf

Sartori, R., et al. (2010). AI vs. embryo transfer. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.09.027>

Sierra, J. V. (2010). Reducción de días abiertos. Retrieved from <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/b2d1deee-7b02-4c7b-a5d1-32b200b3e15b/content>

Torres Aburto, V. F. (2022). Evaluación económica de la eficiencia reproductiva. Retrieved from <https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/3501/3819>

Tovio. (2006). Anestro lactacional. Retrieved from [http://reprogeneticscolombia.com/descargas/MORTALIDAD%20EMBRIONA RI.A%20EN%20BOVINOS](http://reprogeneticscolombia.com/descargas/MORTALIDAD%20EMBRIONA%20RI.A%20EN%20BOVINOS)

Vasconcelos, J. (2011). Comparison of progesterone-based protocols. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X10006205?via%3Dihub>

Vries, D. (2006). Economic Value of Pregnancy in Dairy Cattle. American Dairy Science Association.

Walsh, S. W., Williams, E. J., & Evans, A. C. O. (2011). Causes of poor fertility. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.12.001>

JEP, S. (2009). Synchronization programs for reproductive management of dairy herds. Obtenido de Revista de la

Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639221012>

Michael, N. (2008). Improving Reproductive Performance on Commercial Dairies. Obtenido de The Cattle Site :
<https://www.thecattlesite.com/articles/1324/improving-reproductive-performance-on-commercial-dairies>

Solano, G. C. (2006). Cómo medir la Eficiencia Reproductiva de su Hato Lechero. Obtenido de Engormix:
https://www.engormix.com/lecheria/manejo-reproductivo-vacas-lecheras/como-medir-eficiencia-reproductiva_a26622?ut.com

ANEXOS



Anexo 1 Parto de gemelos



Anexo 2 Terneros recién nacidos



Anexo 3 Asistencia de parto en pastoreo



Anexo 4 Registros productivos en la finca



Anexo 5 Levantado de terneros recién nacidos



Anexo 6 cuidado de terneros



Anexo 7 Vaca con mastitis



Anexo 8 Previa a sala de ordeño



Anexo 9 Sala de ordeño