



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

**LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**INTERVALO ENTRE PARTOS DE VACAS PARDO SUIZO EN UNIDADES DE  
PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL SUROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO**

**QUE PRESENTA  
LUIS ENRIQUE REYES REBOLLAR**

**DR. BENITO ALBARRAN PORTILLO  
ASESOR**

**DR. JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ ARMIJO  
COASESOR**

**TEMASCALTEPEC DE GONZÁLEZ, MÉXICO; ENERO, 2026**

## Índice

I. Agradecimientos.....	
II. Dedicatorias.....	
III. Índice de Cuadros.....	
IV. Índice de Figuras.....	
V. Resumen.....	
VI. Introducción.....	1
VII. Justificación.....	3
VIII. Hipótesis general.....	4
IX. Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
X. Revisión de literatura.....	6
Intervalo entre partos.....	6
Etapas de transición en la vaca lechera.....	8
Manejo reproductivo después del parto y el intervalo entre partos.....	9
Parámetros reproductivos.....	10
Edad a primer parto.....	11

Restablecimiento de la actividad ovárica postparto.....	12
Efecto del sexo del producto de la gestación.....	12
Largo de vida productiva o longevidad de una vaca.....	14
XI. Materiales y Métodos.....	17
Localización de las unidades de producción.....	17
Municipio de Zacazonapan.....	18
XII. Condiciones ambientales en los municipios de estudio.....	19
Temperaturas.....	19
XIII. Descripción de las unidades de producción.....	22
XIV. Bases de datos.....	24
XV. Resultados.....	26
Efecto de la unidad de producción.....	26
Efecto del número de parto.....	28
Efecto del año de parto.....	29
Efecto del sexo de la cría.....	31
Efecto de la época del año.....	33
Edad a primer parto.....	35
Edad de las vacas (años) y número de partos.....	35

Análisis de sobrevivencia. ....	36
XVI.    Discusión.....	37
XVII.   Intervalo entre partos. ....	38
Número de parto. ....	40
Año de parto.....	41
Sexo de la cría. ....	42
Época de parto.....	43
Longevidad de la vaca y tasas de desecho. ....	44
XVIII.  Conclusiones. ....	46
XIX.    Referencias.....	47

## I. Índice de Cuadros

Cuadro 1. Diferencia en la meses de edad a primer parto de ganado <i>Bos Taurus</i> vs <i>Bos indicus</i> bajo condiciones tropicales .....	12
Cuadro 2. Análisis estadístico del efecto de la unidad de producción (UP), número de parto (NP), año (AA), sexo de la cría (SC), y época de parto (EP) sobre los días de intervalo entre partos de vacas pardo suizo en unidad de producción Intensiva, Semi-intensiva y Extensiva en el suroeste del Estado de México. ....	26
Cuadro 3. Días de intervalo entre partos (IP) promedio de vacas pardo suizo en una unidad de producción intensiva (UPI), semi-intensiva (UPSI) y extensiva (UPE), en el suroeste del Estado de México.....	27
Cuadro 4. Efecto del número de parto sobre los días de intervalo entre partos (IP) de vacas pardo suizo en unidad de producción Intensiva (UPI), Semi-intensiva (UPSI) y Extensiva (UPE), en el suroeste del Estado de México.....	28
Cuadro 5. Efecto del año de parto sobre los días de intervalo entre partos (IP) de vacas pardo suizo en una unidad de producción intensiva (UPI), semi-intensiva (UPSI) y extensiva (UPE), en el suroeste del Estado de México.....	31
Cuadro 6. Efecto del año de parto sobre el intervalo entre partos (IP) de vacas pardo suizo en unidad de producción Intensiva (UPI), Semi-intensiva (UPSI) y Extensiva (UPE) en el suroeste del Estado de México.....	32

Cuadro 7. Efecto del año de parto sobre el intervalo entre partos (IP) de vacas pardo suizo en unidad de producción Intensiva (UPI), Semi-intensiva (UPSI) y Extensiva (UPE) en el suroeste del Estado de México.....	34
---	----

## II. Índice de Figuras.

<b>Figura 1.</b> Mapa de Localización del Municipio de Temascaltepec .....	18
<b>Figura 2.</b> Mapa de localización Municipio de Zacazonapan, Estado de México .....	19
Figura 3. Temperatura Máxima y mínima Municipio de Temascaltepec.....	20
Figura 4. Promedio de precipitación pluvial en el Municipio de Temascaltepec.....	21
Figura 5. Intervalo entre partos de unidades de producción intensiva (UPI), semi-intensiva (UPSI) y Unidad de producción extensiva (UPE). .....	27
<b>Figura 6.</b> Relación entre el número de parto y los días de intervalo entre parto .....	29
<b>Figura 7.</b> Efecto del año de parto sobre el intervalo entre partos. ....	31
Figura 8. Número de crías nacidas por sexo .....	33
Figura 9. Intervalo entre partos por época de año.....	34
Figura 10. Proporción de machos y hembras nacidos por época de año. ....	35
Figura 11. Distribución de porcentajes de desecho de vacas de acuerdo con su edad en meses.....	36
Figura 12. Tasa de sobrevivencia de vacas Pardo Suizo .....	37

### III. Resumen.

El intervalo entre partos (IP) es un parámetro relativamente fácil de estimar a partir de registros de pequeñas unidades de producción de leche, a diferencia del resto de los parámetros reproductivos de importancia en la evaluación de la eficiencia reproductiva del ganado lechero. El estudio se realizó en los municipios de Temascaltepec y Zacazonapan en la región suroeste del Estado de México. Se seleccionaron dos unidades de producción una de manejo intensivo y otra de manejo semi-intensivo en la comunidad de Telpintla, Temascaltepec, y una unidad de producción de doble propósito en el Municipio de Zacazonapan. De los registros se obtuvo información de las vacas como fecha de nacimiento, edad a primer parto, número de paros, edad en años, fecha de parto, sexo de la cría, nombre y número de identificación de la vaca. Los datos se capturaron en hoja de cálculo (Excel). Se validaron los datos eliminando vacas que no tuvieran toda la información antes mencionada, así como la eliminación de datos extremos. Enseguida se procedió a realizar el análisis estadístico para determinar el efecto de la unidad de producción, año de parto, época de parto, sexo de la cría sobre los días de intervalo entre partos utilizando un Procedimiento Mixed Model del programa SAS en donde la vaca fue el factor aleatorio y los factores fijos fueron la unidad de producción, año de parto, época de parto, y sexo de la cría. Además, se realizó un análisis de sobrevivencia utilizando el procedimiento Lifetest de Programa SAS. Este procedimiento fue utilizado con base en el conocimiento de la edad de la vaca al momento del desecho. Los factores unidad de producción, y sexo de la cría no fueron significativos sobre el intervalo entre partos ( $P > 0.05$ ), mientras que número de parto, año de parto y época de parto tuvieron un efecto significativo sobre el IP, con una probabilidad de 0.04, 0.001 y 0.005, respectivamente. El IP tuvo un promedio de 427.8 días lo que es igual a 14 meses, que solo es dos meses mayor al IP reportado para vacas Holstein en sistemas intensivos. Vacas de quinto a noveno parto registraron intervalos entre partos menores que vacas de menos de cinco partos. La pendiente de la ecuación de regresión lineal indicó que, al incrementarse el número de parto de la vaca, el IP disminuye en 0.6 días. Año de parto fue significativo sobre el IP, lo que indica diferentes condiciones ambientales, de manejo alimenticio etc. Lo que coincide con los reportes en la literatura. El factor sexo de la cría no tuvo significancia estadística sobre el IP, pero numéricamente si el sexo de la cría del parto era macho, este incrementaba en dos días el IP, con respecto a los partos que daban una cría hembra. Existieron diferencias significativas en la época del año sobre el IP; los partos ocurridos en las épocas de invierno, verano y otoño fueron más cortos que los ocurridos en primavera. La edad a primer parto fue de 40.7 meses o 3.4 años. La edad promedio de las vacas en las unidades de producción estudiadas fue de 6.7 años, con valores mínimos de 2.4 y máximos de 14.5 años. La edad promedio al momento de desecho (longevidad) de una vaca en las unidades de producción analizadas fue de 7.2 años. Concluyendo el promedio de las vacas en pequeñas unidades de producción de leche en unidades de producción intensiva, semi-intensiva y de doble propósito fue de 14 meses, y la longevidad de las vacas en este sistema es de 7.2 años.

**Palabras clave:** intervalo entre partos, longevidad, efectos ambientales.

#### **IV. Introducción.**

México ocupa el 14° lugar mundial en producción de leche con una producción de 13.5 millones de toneladas de leche en el año 2023, con un inventario ganadero de 2 millones 714 mil cabezas de ganado lechero especializado, superando en 1.7% el volumen de leche con respecto al año anterior. En promedio, la tasa de crecimiento en la producción de leche en los últimos 10 años ha sido de 2% (SIAP-SAGARPA, 2024).

Por ganado lechero especializado se entiende que se trata de la raza Holstein (*Bos Taurus*) principalmente, aunque se sabe que existen en los hatos lecheros otras razas como Pardo Suizo, Jersey y en menor grado Shorthorn lechero. No obstante, en las estadísticas oficiales solo se considera a las vacas de la raza Holstein (McGuffey and Shirley, 2011).

La región suroeste del Estado de México es una importante zona ganadera debido a las grandes extensiones de terreno en donde es sistema de producción predominante es de doble propósito en donde se produce carne en forma de becerros destetados a las seis meses de edad, los cuáles son vendidos y transportados al norte del país para ser engordados; y por otro lado, se produce leche la cuál en un 80% de los casos se transforma en queso y el resto se comercializa cruda directamente al consumidor (Albarrán-Portillo et al., 2015).

La raza Pardo Suizo es la raza que predomina en la zona debido a su gran adaptabilidad al medioambiente que se semitropical seco, además de terrenos con pendientes pronunciadas lo que dificultan el pastoreo en razas de mayor talla y peso. Las características cárnicas de los becerros son aceptables para el mercado de la carne, mientras que en las hembras una vez que paren tienen rendimientos de leche moderados, así como una composición de leche deseable para la transformación de esta a queso (Morales et al., 2011; Albiter et al., 2015).

En general, en los hatos ganaderos del país y en particular de la región suroeste del estado de México, no llevan registros formales de los eventos productivos y reproductivos de las vacas, por lo que existe poca información sobre el desempeño productivo y

reproductivo de las vacas lecheras. Los productores ganaderos de la región registran a fecha de parte de las vacas en libretas o calendarios, siendo las únicas fuentes de información disponible, de dónde se podría obtener información para la estimación de algunos parámetros reproductivos de las vacas lecheras (Arroyo-Rebollar et al., 2021).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar el intervalo entre partos de vacas de la raza Pardo Suizo en tres unidades de producción de leche en las comunidades de Telpintla, Temascaltepec y cabecera de Zacazonapan, en el suroeste del Estado de México, a partir de los registros que se llevan en las unidades de producción.

## **V. Justificación.**

El intervalo entre partos es el parámetro más importantes para determinar la eficiencia reproductiva de vacas lecheras. En México existe poca información sobre la duración del intervalo entre partos de la vaca lechera en general, y aún menos información sobre la Raza Pardo Suizo bajo condiciones de pequeña escala como en el caso de las unidades de producción de Telpintla, y de doble propósito en condiciones de clima subtropical seco en condiciones de pastoreo extensivo.

La información sobre intervalos de parto de vacas en lactación en condiciones de manejo de la región suroeste de Estado de México, permitirá saber la duración de este parámetro reproductivo, para tenerlo como referencia y contrastarlo con los parámetros "estándar" reportados en la literatura nacional e internacional que normalmente son establecidos en condiciones de manejo estabulado, intensivo en sistemas de producción especializados con climas diferentes a los de México y el Estado de México, que en específico han sido estimados para vacas de la raza Holstein.

El estudio busca contribuir con información sobre el intervalo entre partos de vacas Pardo Suizo bajo manejo de pastoreo extensivo y en pastoreo de paraderas de clima templado en Telpintla Temascaltepec, en la literatura nacional. Por lo tanto, el objetivo será determinar el efecto del año de parto, época y mes de parto, producto de la gestación (macho o hembra), y unidad de producción sobre intervalo entre partos de vacas de la Raza Pardo Suizo.

## **VI. Hipótesis general.**

El intervalo entre partos de vacas Pardo Suizo en tres unidades de producción de leche en la región suroeste del Estado de México, no es diferente del intervalo entre partos de 12 meses, que se reporta como parámetro estándar para vacas lecheras en sistemas intensivos a nivel internacional; y éste, no es afectado por la época del año (sequía o lluvias), ni por el sexo de la cría.

## **VII. Objetivos.**

### **Objetivo general.**

Determinar el intervalo entre partos de vacas de la Raza Pardo Suizo en unidades de producción de la región suroeste del Estado de México.

### **Objetivos específicos.**

- Determinar el efecto de la unidad de producción ( $n = 3$ ) en el intervalo entre partos, de vacas Pardo Suizo
- Determinar el año de parto (2000 a 2024) sobre el intervalo entre partos, de vacas Pardo Suizo
- Determinar el efecto de la época sobre el intervalo entre partos, de vacas Pardo Suizo
- Determinar el efecto del sexo del producto del parto (macho o hembra) sobre el intervalo entre partos de vacas Pardo Suizo.

## VIII. Revisión de literatura

### Intervalo entre partos.

En los sistemas intensivos de producción de leche a nivel mundial, se ha determinado que el intervalo de partos ideal (IP), en donde se maximiza la producción de leche en 305 días, así como los ingresos económicos es de 12 meses, de acuerdo con el reporte de Strandberg and Oltenacu (1989). Este parámetro se ha utilizado para determinar la eficiencia reproductiva de todo el ganado lechero a nivel mundial.

La eficiencia reproductiva se sigue considerando como el principal factor que determina la rentabilidad en un hato lechero. Por lo que se considera fundamental que en los hatos lecheros la eficiencia reproductiva debe ser alta, lo que implica que el IP sea lo más cercano a 12 meses. En las últimas tres décadas se ha observado una disminución en la fertilidad del ganado lechero, lo cual se ha atribuido a la intensa selección genética hacia características productivas (leche, grasa y proteína), así como a características de conformación (aplomos, inserción de ligamento de la ubre, capacidad torácica etc.). Sin embargo, reportes en la literatura indican que existen otros factores no-genéticos que tienen un mayor efecto en la fertilidad de la vaca lechera. Entre éstos factores se encuentran fisiología, manejo, y factores medioambientales (Lucy, 2001).

La importancia del intervalo entre partos radica en que ha sido utilizado como indicador de fertilidad. A éste respecto, el intervalo entre partos se ha convertido en una característica importante para analizar junto con los rendimientos de leche debido al hecho de que, la disminución en la fertilidad ha sido correlacionada negativamente con altos rendimientos de leche (Albarrán-Portillo and Pollott, 2008).

Lo anterior tiene aspectos económicos negativos, así como también cuestiones de bienestar animal. El IP está relacionado con los días abiertos (días que transcurren entre el parto y el día en que la vaca vuelve a quedar gestante), y ambos parámetros son afectados por factores ambientales como manejo, nivel de alimentación, época del año, clima, enfermedades etc., (Oseni et al., 2004).

La duración del IP está relacionado con los rendimientos de leche, entre más largo el IP, mayor será la producción de leche (Österman and Bertilsson, 2003). Existe evidencia de que vacas con altos rendimientos de leche, conciben 19 día más tarde que vacas con menores rendimientos de leche, y requieren 0.27 más inseminaciones por concepción. Lo anterior sugiere que vacas de alto valor genético hacia altos rendimientos de leche están predispuestas a una menor fertilidad (Dhaliwal et al., 1996). Pryce et al. (2002) determinó que el rendimiento de leche y el IP están altamente correlacionados (67%).

La raza es un factor que determina también el intervalo entre partos. Entre las razas lecheras europeas más utilizadas existen diferencias en los parámetros reproductivos, así como entre el intervalo entre partos. Por ejemplo las vacas Jersey tienen menores días a primer servicio (87), días de concepción al primer servicio (24), días abiertos (116), días de gestación (278) e intervalo entre partos (394), en comparación con vacas Holstein y Guernsey, con 95 días a primer servicio, días de concepción al primer servicio (45 y 35, respectivamente), días abiertos (124 y 125), días de gestación (280 y 282) e intervalo entre partos (401 y 402) (Silva et al., 1992).

Con respecto a lo anterior Arroyo-Rebollar et al. (2021) determinaron un IP promedio para vacas de la raza Pardo Suizo (PS) en una unidad de producción de doble propósito en el suroeste del Estado de México de 438 días (14.4 meses). Además, determinaron que vacas con IP mayores a 20 meses y hasta 40 meses, produjeron más leche y generaron un mayor ingreso económico que vacas con IP de 12 meses o menor.

En las unidades de producción especializadas, los registros reproductivos se realizan en programas de computadora o aplicaciones en dispositivos móviles realizados por personal profesional especializado, los cuáles posteriormente se analizan para realizar toma de decisiones. Por el contrario, en pequeñas unidades de producción los registros reproductivos son inexistentes, y en el mejor de los casos, los productores registran el libretas o calendarios las fechas de parto de las vacas, no así las fechas de servicio y mucho menos se realizan diagnósticos de gestación.

Debido a lo anterior, la única forma de analizar la eficiencia reproductiva de ganado productor de leche pequeñas unidades de producción de leche es, mediante la consulta de libretas, calendarios para registrar las fechas de parto de las vacas y así poder determinar el IP.

### **Etapa de transición en la vaca lechera.**

El 75% de las enfermedades en las vacas ocurre poco antes y poco después del parto, ha esto se le ha llamado etapa de transición y va de 21 días antes del parto y 21 días después del parto. En este periodo ocurre el 75% de la enfermedades en la vaca lechera con un tendencia a la alza en los reportes de enfermedades en la última década (Ingvarsten, 2006). A este respecto, una gran cantidad de investigaciones se han realizado con el objetivo de entender mejor este periodo enfocándose en fisiología, metabolismo y nutrición de la vaca en transición, y su relación con la productividad y salud.

Las enfermedades más frecuentes o afectaciones que se presentan en la etapa de transición son mastitis clínica con 16.5 de prevalencia, seguido por laminitis con 14%, en tercer lugar, está la no gestación al día 150 de lactación con 12.9%, retención de placenta con 7.8%, fiebre de leche con 4.9%, enfermedades reproductivas (distocia, metritis etc.) 4.6%, abortos 4.5% y desplazamiento de abomaso con 3.5% (Nydam et al., 2017).

Inmediatamente después del parto las vacas importantes cambios en la demanda de nutrientes, así como adaptaciones metabólicas que ocurren para mantener la homeorresis. Uno de los mecanismos adaptativos más interesantes es la regulación del calcio y la homeostasis energética. El calcio es un mineral necesario para el funcionamiento muscular y nervioso, siendo fundamental en el momento del parto para la síntesis de calostro y las contracciones uterinas. Lo anterior, representa una gran pérdida de calcio que se requiere posteriormente para la síntesis de grandes cantidades de leche en coordinación con la hormona responsable de la movilización de calcio en el organismo (paratohormona), cuando ocurre un desbalance en este proceso ocurra la hipocalcemia (Nydam et al., 2017).

Paralelamente, existe una disminución en el consumo de materia seca alrededor del parto, el cual es insuficiente para mantener altos rendimientos de leche, resultando en balance energético negativo. La síntesis de lactosa en leche incrementa la demanda de glucosa, al disminuir la glucosa en sangre se activan mecanismos de fuentes de energía alternativos como lo es la grasa acumulada en el cuerpo de la vaca, liberando ácidos grasos no esterificados (AGNE) a la circulación sanguínea para ser metabolizados por el hígado y otros tejidos e incorporarlos en la grasa de la leche e través de la glándula mamaria (Nydam et al., 2017).

La formación de cuerpos cetónicos (beta hidroxibutirato), acetato y acetona en el hígado funcionan como fuentes de energía alterna para el tejido corporal. Sin embargo, cuando se forman cuerpos cetónicos en exceso, ocurre una hiperacetonemia. Por el contrario, cuando la vaca tienen un alto consumo de materia seca el rededor del posparto, generalmente se encuentran bajos niveles de ácidos grasos no esterificados y bajos cuerpos cetónicos (beta hidroxibutirato), lo cual está relacionado con mejoras en la salud, rendimientos productivos y un balance energético menos severo (Nydam et al., 2017).

El sistema inmune también entre en un periodo de desbalance durante el periodo de transición, y las vacas experimentan una disminución en las funciones del sistema inmune alrededor del periodo de parto. El sistema inmune juega un papel importante en la expulsión de la placenta después del parto, la involución uterina, así como apropiada eficacia de los mecanismos de defensa contra las bacterias para evitar la mastitis. Una inadecuada respuesta inmune incrementa la susceptibilidad a infecciones, retenciones de placenta y mastitis (Nydam et al., 2017).

### **Manejo reproductivo después del parto y el intervalo entre partos.**

Reproductivamente hablando, el estándar de indicadores reproductivos que se aplica para determinar la eficiencia reproductiva en ganado lechero, independientemente del tipo de sistema de explotación, así como de clima y tipo de manejo se obtiene de ganado Holstein manejado en sistemas intensivos. Teniendo que el intervalo entre partos debe ser de 365 días, con 305 días de lactación y 60 días de periodo seco. De esta forma, se logra

un parto cada año (Strandberg and Oltenacu, 1989), y se asocia con la maximización de los rendimientos de leche por lactancia, debido a la relación entre el parto y el pico de producción (Burgers et al., 2021).

### **Parámetros reproductivos.**

Los estudios sobre reproducción animal se basan en registros de los eventos reproductivos del ganado, lo que debe incluir toda la información posible de las hembras como fecha de nacimiento, edad a primer servicio, peso a primer servicio, edad a primer parto, número de servicios, a partir de lo cual es posible calcular y analizar los parámetros reproductivos para la toma de decisiones, estrategias de manejo etc. (Nájera-Garduño et al., 2016).

Cómo parámetros reproductivos más importantes tenemos (Vanraden et al., 2004):

- Edad a primer parto
- Días a primer celo
- Días a primer servicio
- Días abiertos
- Servicios por concepción
- Intervalo entre partos

La baja eficiencia reproductiva ocasiona incrementos en los costos de producción de leche, debido al incremento en el número de servicios por concepción, intervalo entre partos largo lo que tiene un efecto negativo en los rendimientos de leche durante la lactancia, así como una reducción en el número total de crías producidas por una vaca durante su vida productiva. Además, una baja fertilidad ocasiona que una vaca tenga que ser desechada (desecho involuntario), lo cual incrementa la necesidad de criar suficiente número de reemplazos en el hato los cuales representan un costo adicional (Pritchard et al., 2013).

### **Edad a primer parto.**

Galina y Rubio, (2001) indica que bajo condiciones tropicales existen suficientes reportes de investigación que indica que el ganado *Bos taurus* tiende a lograr edades más tempranas al primer parto (32 meses) en comparación con el ganado *Bos indicus* (40 meses). Lo anterior aparentemente representaría una ventaja del ganado *Bos taurus* sobre el ganado *Bos indicus*, sin embargo, lo anterior no se debe a ventajas de la raza *per se* si no se deben al manejo diferenciado en la crianza de cada tipo de animal. De manera general, el ganado *Bos taurus* aun en condiciones tropicales recibe un manejo diferenciado al ubicarlo en potreros con mejores pastos, mientras que debido a su rusticidad el ganado *Bos indicus* es colocado en potreros con forrajes de menor calidad con el conocimiento del productor de que este tipo de animales se adaptan bien a este tipo de condiciones. Los autores también mencionan que pocos estudios al respecto de indicadores reproductivos de ganado bovino en condiciones tropicales reportan suficiente información como el tipo de manejo, tipos y calidad de los suplementos, tasas de desecho de animales, carga animal, o métodos reproductivos, así como el manejo integral de un animal desde que nace hasta que este es desechado.

Cuadro 1. Diferencia en la meses de edad a primer parto de ganado *Bos Taurus* vs *Bos indicus* bajo condiciones tropicales

<b>Raza</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor máximo</b>
Bos taurus	32.2	5.9	26	47.2
Bos indicus	44.4	6.4	33.6	54.8

Fuente: Galina y Rubio, (2001)

### **Restablecimiento de la actividad ovárica postparto.**

El restablecimiento de la actividad postparto en ganado explotado en condiciones tropicales se da en promedio a partir de los 104 días con el incremento de los niveles sanguíneos de progesterona (Corro et al., 1999), aunque este también depende del tipo de sistema de manejo. Al respecto Fallas, (1987) indica que en cruces de ganado Holstein x Cebú en condiciones tropicales el regreso de la actividad ovárica se dio al día 93. Por lo tanto, el parámetro de días abiertos normales en condiciones tropicales va del día 110 al 157 de acuerdo con reportes en la literatura (Galina and Arthur, 1989).

### **Efecto del sexo del producto de la gestación.**

El sexo de la cría va a determinar el peso al nacimiento de las crías. Se sabe que el nacimiento de machos incrementa los riesgos de distocias al parto, la cual está asociada con problemas de salud que afectan los rendimientos de leche, grasa, proteína, fertilidad, muerte del becerro y/o de la vaca, así como costos por medicinas y servicios veterinarios. En cuanto a la fertilidad, esta se verá afectada por incremento en los días abiertos, mayor

número de servicios por concepción, incremento en los días a primer servicio (Dematawena and Berger, 1997). Por el contrario, becerros de bajo peso tienen mayor riesgo de muerte temprana, además de mayor probabilidad de desarrollar enfermedades metabólicas en la edad adulta (Symonds et al., 2010).

Factores como la edad de la vacuilla durante la primera gestación y concepción, así como el nivel de rendimiento de leche son factores que se cree contribuyen al medioambiente nutricional del desarrollo del embrión y del feto, que determinarán el peso al nacimiento de la cría. Todo esto mientras la vacuilla debe seguir destinando nutrientes para su crecimiento y desarrollo (Funston and Summers, 2013).

Kamal et al., (2014), reportaron que el sexo de la cría, la época de parto, largo de gestación, número de parto, longitud de madre y cría, así como la producción de leche acumulada del momento de la gestación al momento del secado fueron factores que determinaron el peso de la cría al nacimiento. Estos autores también encontraron una correlación débil entre la calificación de facilidad de parto del semental con el peso de la cría al nacimiento, lo que indica que el medioambiente uterino tiene una mayor influencia sobre el peso de la cría al nacimiento que el genotipo paterno.

Vacas Holstein que parieron a una hembra produjeron en promedio  $142 \pm 5.4$  kg de leche más en una lactación de 305 días (7,612 vs. 7,470) que vacas que parieron a un macho, lo que equivalió a 1.3% más leche. Este efecto se presentó en menor medida del segundo al quinto parto de la vaca, es decir, existe un efecto residual del sexo de la cría en el primer parto hasta el quinto parto (Hinde et al., 2014).

Vacas que producen una hija en el primer parto, producen significativamente más leche en el segundo parto independientemente del sexo de la cría del segundo parto. En el caso de que el producto de la primera gestación haya sido macho y el sexo del producto de la segunda gestación fue hembra, la lactación total de leche en la segunda lactación se incrementa (Hinde et al., 2014).

Las vacas lecheras Holstein han demostrado un sesgo significativo en la producción de leche por lactancia en favor de las crías hijas. En manejo intensivo las crías son

removidas un día después del nacimiento, y la vaca pasa a sistemas estandarizados de ordeño, por lo que se puede decir que el sesgo post-natal no explica los resultados mostrados anteriormente. Por el contrario, se refuerza el argumento de que la producción de leche varía en función del sexo de la cría, indicando que el desarrollo funcional de la glándula mamaria está determinado antes del parto, por efecto del sexo de la gestación (Hinde et al., 2014).

Por el contrario, la gestación de un macho en la primera gestación suprime la producción de leche en las primeras dos lactaciones, pero la gestación de una hembra en la segunda gestación parcialmente mejora la producción de leche en la segunda lactación (Hinde et al., 2014).

### **Largo de vida productiva o longevidad de una vaca.**

La vida productiva de una vaca o longevidad de una vaca es el resultado de la eficiencia reproductiva, habilidad materna en el caso de ganado de carne, salud y sobrevivencia (libre de enfermedades). Una vida productiva larga disminuye el costo el costo de un animal de remplazo permitiendo maximizar el rendimiento productivo del hato al tener una mayor proporción de animales adultos en el hato, con un mayor número de lactaciones, con mayores rendimientos de leche o carne , así como un mayor número de becerros nacidos y destetados (Aranda-Avila et al., 2010).

Los costos de producción más importantes en una unidad de producción lechera son en primer lugar la alimentación y en segundo lugar la cría de remplazos. Por tanto, es fundamental asegurar una vida productiva larga de una hembra nacida dentro de un hato (García-Peniche et al., 2006).

Después de la producción de leche, la longevidad de una vaca tiene el impacto económico más importante en una unidad de producción. La longevidad se puede describir como permanencia binaria, es decir, la vaca logra o no logra vivir a cierta edad. Por otro lado, la longevidad también puede ser contable en términos de número de lactaciones o número de años, días o meses (García-Peniche et al., 2006).

Por ejemplo, en Canadá en la región de Alberta el estándar es que la vaca de sexta lactación es remplazada, resultando en alto valor económico producido por la vaca. Aunque, se reporta que no existe diferencia en vacas desechadas a la tercera o décima lactación. Por otro lado, existe suficiente evidencia que vacas desechadas entre una y dos lactaciones representan pérdidas económicas importantes (Manzon, 2004).

García-Peniche et al. (2006) determinaron la longevidad de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en diferentes regiones de Estados Unidos y de Canadá. Encontrando que las vacas de las razas Pardo Suizo y Jersey tenían índices de longevidad iguales a los 5 años, mientras que vacas Holstein eran menos longevas. Sin embargo, las vacas Holstein parían por primera vez a edades más tempranas que las vacas Pardo Suizo, así como menos días en lactación a 5 años. Por el contrario, las vacas Jersey tuvieron mejores indicadores en términos de número de lactaciones, edad más temprana a primer parto y cortos intervalos entre partos en comparación con las vacas Pardo Suizo.

El inicio de la lactación posterior al parto es una etapa difícil para la vaca lechera debido a que entre el día 40 y el día 80 alcanza su pico de producción (Albarrán-Portillo, 2007), sin embargo su consumo voluntario aún se mantiene bajo por lo que la vaca no puede consumir la cantidad suficiente de nutrientes (principalmente energía) por lo que normalmente las vacas en esta etapa se encuentran en balance energético negativo. Entre mayor sea el balance energético negativo, la vaca tiene más riesgo de sufrir enfermedades metabólicas y baja fertilidad. Un estudio reciente determinó la relación entre los parámetros de la curva de lactación con las razones de desecho en vacas Holstein (Fahim et al., 2025). Este estudio reportó que vacas desechadas por problemas reproductivos (baja fertilidad, alto número de servicios, infertilidad etc.) no fueron estadísticamente diferentes de vacas

que permanecieron en el hato, pero su lactación fue de 54.9 semanas siendo más larga que vacas sanas con 48.9 semanas. A excepción de vacas desechadas por problemas reproductivos, todas las vacas desechadas tuvieron lactaciones cortas, baja persistencia de la lactación, días al pico de producción temprano en comparación con las vacas que permanecieron en el hato. Por otro lado, vacas que fueron desechadas por problemas metabólicos tuvieron altos rendimientos de leche al inicio de la lactación (35 kg de leche/día), y altos rendimientos al pico de producción (44.2 kg/día), mayores a las vacas que permanecieron en el hato y que aquellas que fueron desechadas por otras razones.

En otro estudio se comparó la longevidad de vacas de las razas doble propósito como la “Original Braunvier” (OB) y Simmental (SI), contra Pardo Suizo (PS), “Swiss Fleckvieh” (SF) y Holstein (HO), todas dentro de unidades de producción de bajo uso insumos es decir primordialmente pastoreo. Las razas Original Braunvier” y Simmental, produjeron menos leche por día (17.8 BO y 18.0 SI), que SF 19.1 y HO 19.7. Sin embargo, las vacas Original Braunvier tuvieron una mayor longevidad de 1,946 días o 5.3 años, lo que resultó en una mayor producción de leche en el largo de la vida de la vaca de  $35,584 \pm 1,315$  kg, lo cual fue estadísticamente igual a la producción total de leche en el largo de vida de las otras razas comparadas. Por lo que los autores concluyeron que vacas de razas de doble propósito no necesariamente asegura una mayor longevidad. Por lo tanto, la raza a escoger en este tipo de sistemas debe considerar el contexto del sistema de producción, las condiciones del mercado de leche y carne lo que va a determinar la longevidad de la vaca en sistemas basados en pastoreo y bajo uso de insumos.

De acuerdo con De Vries, (2020), a través del uso de modelos de optimización se determinó que el óptimo económico para la característica de longevidad de una vaca eran 40 meses, lo que representa 3.3 años de vida, o bajo el estándar para la vaca Holstein que pare por primera vez a los 24 meses de edad, solo vive 1.3 años más, lo que representa 2.3 lactancias por vaca. Pero debido, a los altos rendimientos de leche de las vacas actuales, así como a los altos costos de producción de un animal de remplazo los anteriores parámetros ya no se adecuan a la nueva situación. El autor menciona que el manejo, el

alojamiento pueden afectar la vida productiva de una vaca, a través de mejoras en la salud y el confort de la vaca. Mejoras en la eficiencia reproductiva de las vacas, así como en la disponibilidad de semen sexado, han ocasionado una abundancia de vaquillas de remplazo, lo que ha ocasionado en una menor longevidad de las vacas en producción. Al haber menos vacas longevas dentro del hato la productividad del hato disminuye ya que son estas vacas longevas de entre 3 y 6 partos las que tienen mayores rendimientos totales de leche por lactancia (Albarrán-Portillo, 2007). Por otro lado, altas tasas de remplazo significan mayores costos por crianza de vaquillas de remplazos en los hatos.

Por otro lado, el lograr que las vacas tengan una mayor longevidad permite reducir la huella medioambiental de la producción de leche, debido a la menor necesidad de crianza de vaquillas de remplazo. Lo anterior también tiene relación con un menor bienestar animal, por las altas tasas de desecho forzado en los hatos de producción (De Vries, 2020).

De Vries, (2020) menciona que, en los sistemas de producción de leche intensivos y modernos, la longevidad de una vaca va de 3 a un máximo de 5 años, mientras que de forma natural una vaca puede llegar a vivir hasta 20 años. En el año 2018 en Estados Unidos, la tasa de desecho de vacas Holstein fue de 38%, del cual 4% de vacas dentro de esta proporción se vendieron a otros hatos para la producción de leche, mientras que el restante 34% fueron desechos. Las vacas desechadas tuvieron un promedio de 35.3 meses de edad o 3.9 años, lo que representa menos de 3 lactancias.

## **IX. Materiales y Métodos.**

### **Localización de las unidades de producción.**

Las unidades de producción intensiva (UPI) y semi-intensiva (UPSI) pertenecen a la comunidad de Telpintla, Municipio de Temascaltepec, y la unidad de producción extensiva se localizó en la cabecera municipal de Zacazonapan, Estado de México.

El Municipio de Temascaltepec se localiza en las siguientes coordenadas latitud  $19^{\circ}3'59''$  N y longitud  $100^{\circ}3'6''$  oeste, con una altitud de 1,882 metros sobre el nivel del mar. Tiene una extensión de  $568.3 \text{ km}^2$ , lo que representa el 2.5% de la superficie estatal. Colinda al norte con los Municipios de Valle de Bravo, Amanalco de Becerra y Zinacantepec; al este con Zinacantepec y Coatepec Harinas; al sur con Coatepec Harinas, Texcaltitlán y Tejupilco, y al oeste con Zacazonapan.



Figura 1. Mapa de Localización del Municipio de Temascaltepec

### **Municipio de Zacazonapan.**

El municipio de Zacazonapan se localiza entre  $19^{\circ}00'17''$  y  $19^{\circ}16'17''$  latitud norte y entre  $100^{\circ}12'55''$  y  $100^{\circ}18'13''$  longitud oeste, a una altitud de 1,470 metros sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de  $67.1 \text{ km}^2$ , colindando el norte con Otzoloapan, y Valle de Bravo; al sur con Temascaltepec, Tejupilco y Luvianos; al este con

los municipios de Valle de Bravo y Temascaltepec, y al oeste con el Municipio de Luvianos y Otzoloapan (INEGI, 2023).

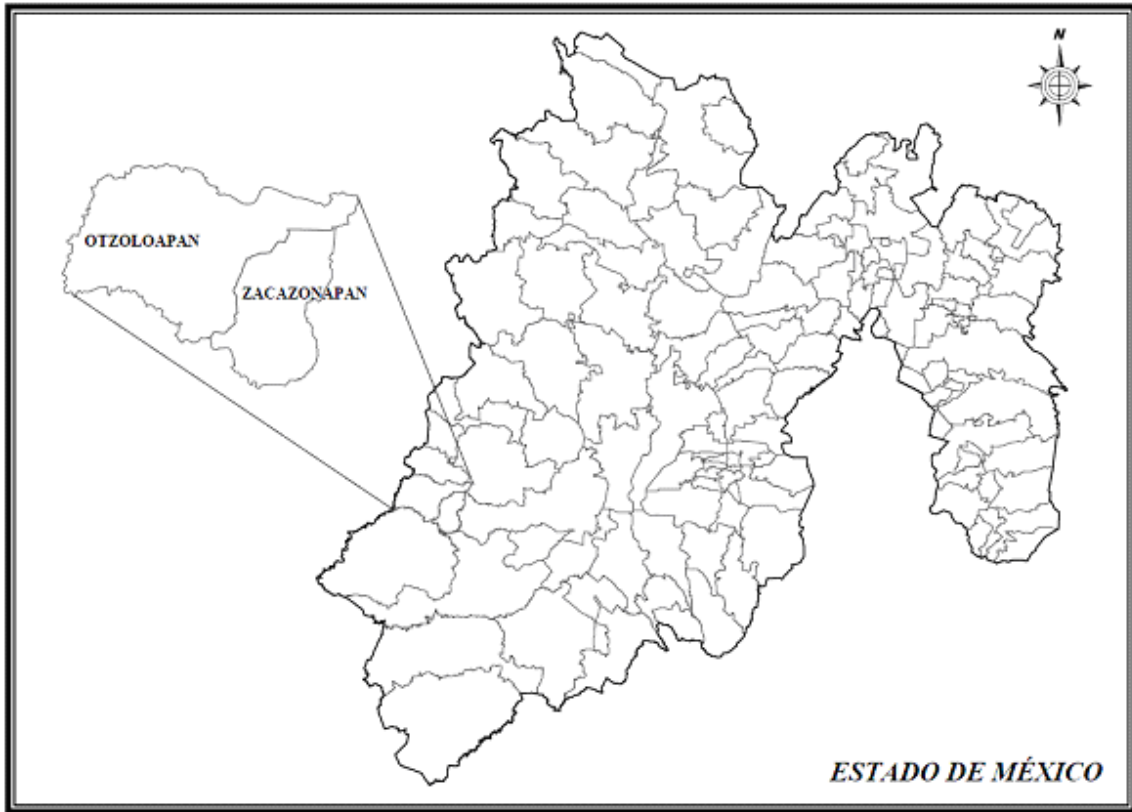


Figura 2. Mapa de localización Municipio de Zacazonapan, Estado de México

## **X. Condiciones ambientales en los municipios de estudio.**

### **Temperaturas.**

El clima del municipio de Temascaltepec se clasifica como Cwb subtropical de acuerdo con la clasificación de Köppen; con una temperatura promedio de 15.7°C, con un rango que oscila entre 6 y 24°C, siendo que las temperaturas más frías se presentan en los

meses de diciembre y enero. Mientras que el rango de precipitación va de 1,300 a 2,000 mm de lluvia anual, para una precipitación anual promedio de 1,650 mm. El clima se clasifica como templado subhúmedo con lluvias en verano siendo la época de mayor humedad (52.9%) (SMN, 2020).

Por su parte el clima del municipio de Zacazonapan se clasifica como semi-caliente A (C) (w2), con una temperatura anual de 23°C y una precipitación promedio anual de 1,115 mm de lluvia, con lluvias en verano y una marcada época seca de noviembre a mayo (SMN, 2020).

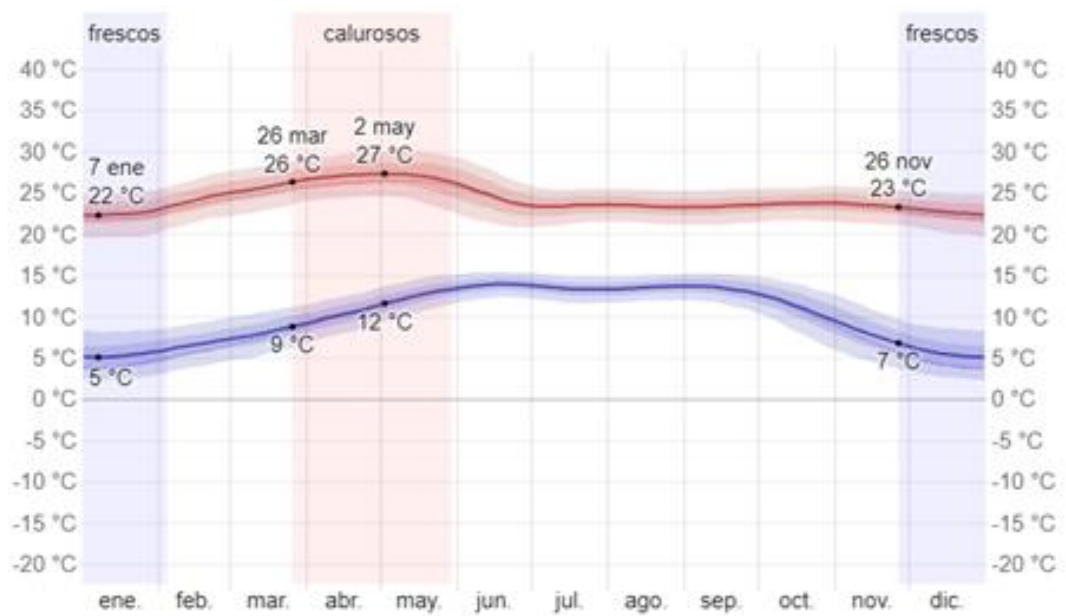


Figura 3. Temperatura Máxima y mínima Municipio de Temascaltepec.

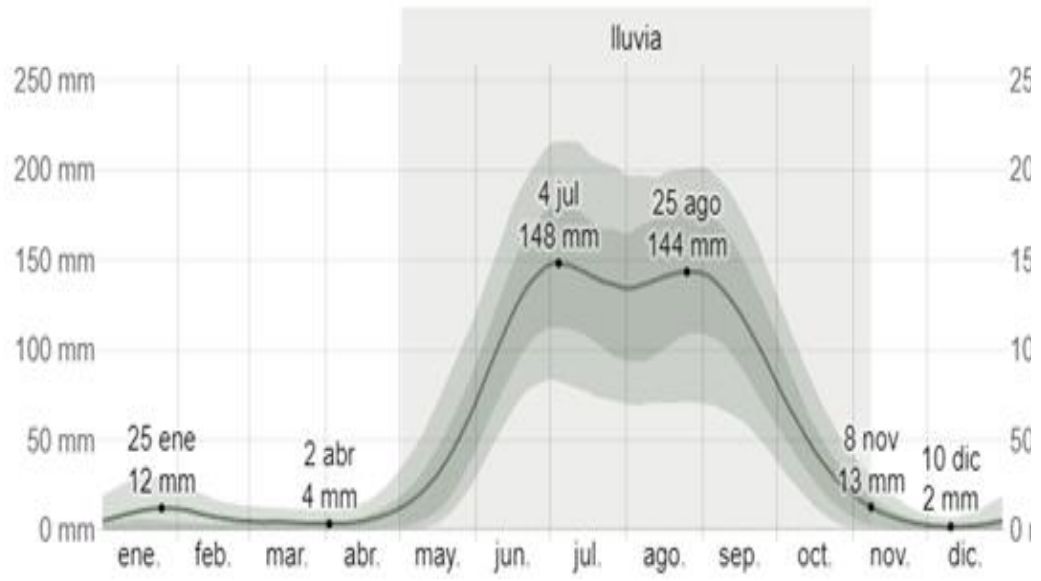


Figura 4. Promedio de precipitación pluvial en el Municipio de Temascaltepec.

## **XI. Descripción de las unidades de producción.**

En el municipio de Telpintla se consultarán los registros de dos unidades de producción de leche Rancho el Corralito que fue la unidad de producción semi-intensiva y, Racho El Potrero que fue la unidad de producción intensiva en el municipio de Temascaltepec, en dónde se produce leche para la producción de quesos artesanales. Y en el segundo caso el principal objetivo de la unidad de producción (UP) es la reproducción, cría y venta de ganado puro de alto mérito genético de la raza Pardo Suizo, y en dónde la producción de leche genera ingresos que permiten cubrir los costos de operación de la UP.

La unidad de producción intensiva (UPI) contaba con una extensión de 50 ha, de las cuales diez se cultivaban con raigrás italiano (*Lolium multiflorum*). Los pastos se irrigaban y fertilizaban con 100 kg de urea/ha después de la cosecha. Se producía heno de Rye Grass el cual se cortaba cada 30 a 45 días y se dejaba secar al aire libre, volteándolo cada dos días antes de su recolección y almacenamiento. El resto de la extensión correspondía a pastos de especies nativas como *Paspalum notatum* y *Paspalum convexum*, y a gramíneas introducidas como la estrella de África (*Cynodon plechtostachyus*), donde pastaban terneros en crecimiento y novillas de reemplazo. Había 80 cabezas de ganado Pardo Suizo puro, de las cuales 33 eran vacas lactantes y el resto, terneros en diferentes etapas de desarrollo, estabulados en corraletas. Las vacas se ordeñaban mecánicamente en una sala de ordeño dos veces al día, a las 7:00 a. m. y a las 3:00 p. m. La dieta de las vacas lactantes consistía en 7.0 kg de materia seca (MS) por vaca al día de concentrado comercial (CC), dividido en dos raciones después de cada ordeño, y aproximadamente 12 kg de MS por vaca al día de heno de Rye Grass recién cortado y heno de alfalfa (50:50), ofrecidos después de consumir el concentrado. Las vacas tenían libre acceso a bebederos y minerales.

La unidad de producción semi-intensiva (UPSI) contaba con 11 vacas lactantes, tres novillas y terneros jóvenes. Tres vacas eran Holstein, seis de raza Pardo Suizo y cinco eran cruces de Holstein x Pardo Suizo. El ganadero no poseía tierras. Por lo tanto, rentaba 3 hectáreas de terreno con pasto anual de raigrás (*L. multiflorum*), contiguas al establo, para

pastoreo, y el excedente de forraje se conservó como heno. En otra ubicación, se cosecharon cinco hectáreas de maíz (*Zea mays*), moliendo la planta entera para usarla como alimento complementario. Las vacas pastorearon raigrás (*L. multiflorum*) después del ordeño de la mañana, de 8:00 a. m. a 3:00 p. m., y después del ordeño de la tarde tuvieron un segundo período de pastoreo de 4:30 p. m. a 6:30 p. m., desde diciembre hasta abril (época seca). Debido a las altas temperaturas durante la estación lluviosa (superiores a 23 °C), el raigrás no crece; por lo tanto, las vacas pastorearon el forraje disponible en los pastos, que consiste en hierba estrella de África (*C. plectostachyus*) y pasto bahía (*P. notatum*). Las vacas tuvieron libre acceso al agua en bebederos en todo momento. Las vacas se alojaban por la noche en un establo de corrales contiguo a la sala de ordeño.

El ordeño se realizaba dos veces al día, a las 6:00 y a las 15:00, en una sala de ordeño rústica con una ordeñadora portátil. Se les proporcionaba un suplemento de 8 kg de materia seca por vaca al día, dividido en dos raciones, y se les ordeñaba con una mezcla de maíz molido (12%), harina de soya (4%), concentrado comercial (75%) y salvado de trigo (9%).

La tercera unidad de producción llamada Rancho Cerro Pelón, se encuentra en la cabecera municipal del municipio de Zacazonapan, en dónde se explota ganado Pardo Suizo para la producción de carne en forma de becerros destetados, y leche bajo un sistema de producción extensivo en condiciones de clima semitropical seco.

El hato estaba compuesto por 60 animales de raza Pardo Suizo, de los cuales 35 eran vacas lactantes y el resto terneros (50 machos y 50 hembras). Las terneras se conservaban como reemplazo y los terneros se vendían como toros de seis meses. La unidad de producción tenía 100 ha, de las cuales 30 ha se utilizaban para el cultivo de maíz (*Zea mays*) y 70 ha para pastos dominados por la gramínea estrella de África (*C. plectostachyus*), el pasto bahía (*P. notatum*) y otros pastos nativos, con árboles dispersos. Las vacas permanecían en los potreros las 24 horas del día y se ordeñaban una vez al día (a las 7:00 a. m.) con la presencia del ternero como apoyo para la bajada de la leche, atado al cuello de la vaca (práctica habitual en la región). Durante el ordeño, las vacas recibieron

5.0 kg de materia seca de una mezcla concentrada, compuesta por maíz mazorca (94%), harina de soya (6%) y urea (100 g/vaca/día). Después del ordeño, los becerros permanecían con su madre desde las 9:00 hasta las 14:00 horas, luego se separaba y permanecían en un corral hasta el ordeño de la mañana siguiente. Las vacas tenían acceso a agua a través de canales que atravesaban los potreros.

## **XII. Bases de datos.**

El estudio utilizó datos retrospectivos de las tres unidades de producción participantes, obtenidos de los registros de partos de los ganaderos desde el año 2000 hasta el 2022, con excepción de los años 2014 y 2015. Después del proceso de depuración de la base de datos el número total de registros fue de 532 correspondientes a 179 vacas, de las cuales la UPI contribuyó con 15 registros con intervalo entre artos, la UPSI contribuyó con 9 registros de intervalo entre partos, y la UPE contribuyó con 404 registros con intervalo entre partos.

El número de partos se agrupó en 10 clases, en dónde la clase 10 agrupo paridades de 10, 11 y 12 partos; el año de parto en 22 clases y la estación de parto en 4 clases.

De los registros reproductivos de las tres UP participantes se obtuvieron los siguientes datos:

- Nombre de la vaca,
- Fecha de nacimiento,
- Fecha de partos,
- Número de partos,
- Sexo de la cría

La información se capturó inicialmente en una hoja de cálculo (Excel), para ser validados y depurados. Para el cálculo del intervalo entre partos se requería que una vaca hubiera tenido al menos dos partos.

Una vez que se validó la base de datos, éstos se analizarán con el programa SAS- (SAS OnDemand, 2025), utilizando un Procedimiento "MIXED Model", mediante la siguiente ecuación:

$$y_{ijklm} = \mu + UP_i + AA_j + EP_k + SX_l + V_m(UP) + e_{ijkl}$$

en dónde:  $y_{ijkl}$  = intervalo entre partos,  $\mu$  = media general, efecto fijo de la unidad de producción  $UP_i$  = efecto fijo del año de parto (AA) ( $j = 2000, 2001 \dots 2022$ ), efecto fijo de la época de parto EP ( $k = Primavera, verano, otoño e invierno$ ), efecto fijo del sexo de la cría ( $l = mach, hembra$ ), y efecto aleatorio de la vaca  $V_m(UP)$  dentro de la unidad de producción ( $UP = 1, 2$  y  $3$ ) y efecto residual del error  $e_{ijkl}$ .

### **XIII. Resultados.**

En el Cuadro 2 se observan los resultados del análisis estadístico de los factores unidad de producción, número de parto, año de parto, sexo de la cría y época de parto sobre el intervalo entre partos. Los factores unidad de producción, y sexo de la cría no fueron significativos sobre el intervalo entre partos ( $P > 0.05$ ), mientras que número de parto, año de parto y época de parto tuvieron un efecto significativo sobre el intervalo entre partos, con una probabilidad de 0.04, 0.001 y 0.005, respectivamente.

Cuadro 2. Análisis estadístico del efecto de la unidad de producción (UP), número de parto (NP), año (AA), sexo de la cría (SC), y época de parto (EP) sobre los días de intervalo entre partos de vacas pardo suizo en unidad de producción Intensiva, Semi-intensiva y Extensiva en el suroeste del Estado de México.

<b>Factor</b>	<b>P =</b>
Unidad de producción	0.06
Número de parto	0.04
Año de parto	0.001
Sexo de la cría	0.96
Época de parto	0.005

#### **Efecto de la unidad de producción.**

El intervalo entre partos tuvo una media de 427.8 días lo que es igual a 14.0 meses. Sin embargo, existió una tendencia ( $P = 0.06$ ) de la unidad de producción sobre el intervalo entre partos, teniendo que la unidad de producción semi-intensiva registró el menor intervalo entre partos con 415.1 días o 13.6 meses; seguido por la unidad de producción intensiva con 421.6 días o 14.1 meses, mientras que la unidad de producción extensiva registró el intervalo entre partos más largo con 437.0 días o 14.3 meses (Cuadro 3).

Cuadro 3. Días de intervalo entre partos (IP) promedio de vacas pardo suizo en una unidad de producción intensiva (UPI), semi-intensiva (UPSI) y extensiva (UPE), en el suroeste del Estado de México.

Unidad de Producción*	Intervalo entre partos	n =
UPI	431.4	9
UPSI	415.1	15
UPE	437.0	404

\* P = 0.06, n = número de registros

En la figura cinco se observa gráficamente la tendencia (P = 0.06) hacia un mayor intervalo entre partos entre las unidades de producción extensiva (UPE), con respecto a las unidades de producción intensiva (UPI) y semi-intensiva (UPSI). Dentro del gráfico se observa que el valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es 0.06 lo cual se considera como una relación baja.

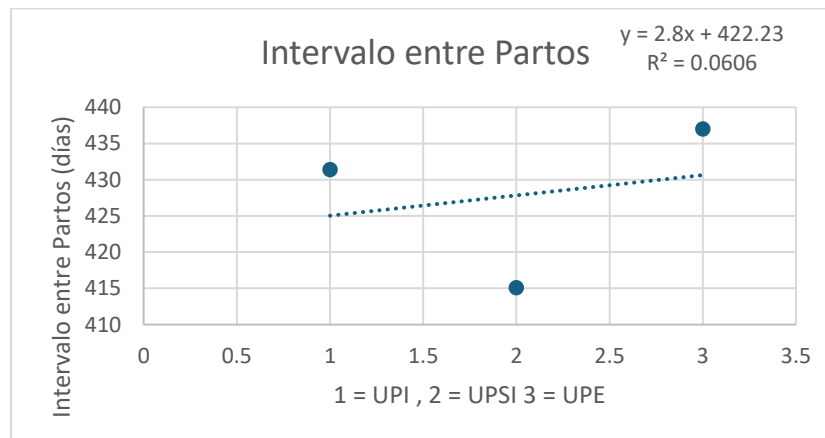


Figura 5. Intervalo entre partos de unidades de producción intensiva (UPI), semi-intensiva (UPSI) y Unidad de producción extensiva (UPE).

### Efecto del número de parto.

Existieron diferencias significativas en el intervalo entre partos debido al número de parto con un valor de  $P = 0.04$ . Vacas de quinto, octavo y noveno parto tuvieron el intervalo entre partos más corto que vacas de primer parto (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del número de parto sobre los días de intervalo entre partos (IP) de vacas pardo suizo en unidad de producción Intensiva (UPI), Semi-intensiva (UPSI) y Extensiva (UPE), en el suroeste del Estado de México.

Número de parto	Intervalo entre partos
1	457.9 <sup>b</sup>
2	424.4 <sup>ab</sup>
3	414.2 <sup>ab</sup>
4	421.4 <sup>ab</sup>
5	388.4 <sup>a</sup>
6	413.5 <sup>ab</sup>
7	405.9 <sup>ab</sup>
8	380.0 <sup>a</sup>
9	391.9 <sup>a</sup>
10	400.0 <sup>ab</sup>

$P = 0.04$

En la Figura 6 se observa la tendencia a la disminución en el intervalo entre partos con el avance en el número de partos. Como se mencionó anteriormente, los intervalos entre partos entre quinto, octavo y noveno fueron estadísticamente diferentes a vacas de primer parto. Sin embargo, por cada incremento en el número de parto, el intervalo entre

partos disminuye en 5.7 días, como se observa en la ecuación de regresión en le Figura 6, con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.6 lo cual se considera como una fuerte relación.

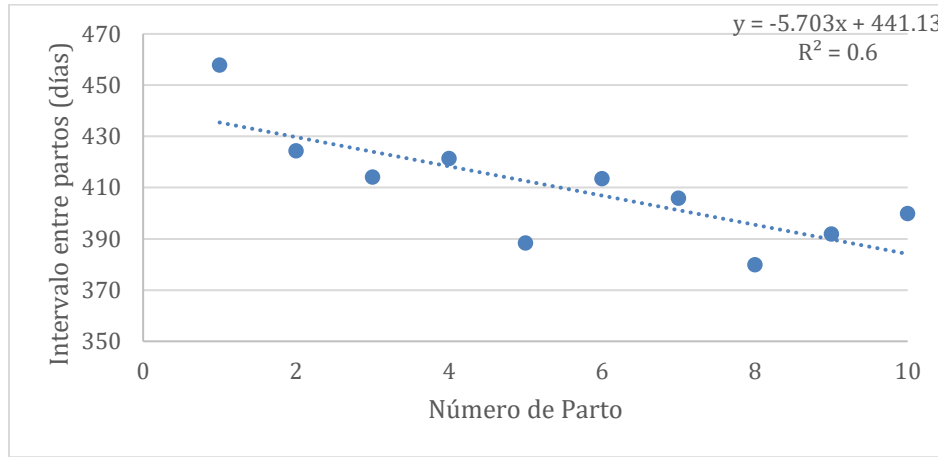


Figura 6. Relación entre el número de parto y los días de intervalo entre parto

### Efecto del año de parto.

En el Cuadro 5, se observa el efecto del año de parto sobre el intervalo entre partos con una significancia estadística de  $P = 0.001$ .

Año	Intervalo entre partos
2000	409.9 <sup>a</sup>
2001	430.4 <sup>ab</sup>
2002	385.2 <sup>a</sup>
2003	453.8 <sup>ab</sup>
2004	421.0 <sup>a</sup>

2005	426.4 <sup>a</sup>
2006	408.9 <sup>a</sup>
2007	414.2 <sup>a</sup>
2008	525.95 <sup>b</sup>
2009	415.9 <sup>a</sup>
2010	396.9 <sup>a</sup>
2011	428.4 <sup>a</sup>
2012	385.4 <sup>a</sup>
2013	328.0 <sup>a</sup>
2016	359.9 <sup>a</sup>
2017	425.7 <sup>ab</sup>
2018	386.2 <sup>a</sup>
2019	446.4 <sup>ab</sup>
2020	403.9 <sup>a</sup>
2021	381.8 <sup>a</sup>
2022	369.5 <sup>a</sup>

---

P = 0.001

---

Cuadro 5. Efecto del año de parto sobre los días de intervalo entre partos (IP) de vacas pardo suizo en una unidad de producción intensiva (UPI), semi-intensiva (UPSI) y extensiva (UPE), en el suroeste del Estado de México

Debido al gran número de diferencias y similitudes entre los años de parto, podemos decir que en general se observa una tendencia a la disminución del intervalo entre partos con el incremento en el número de año. Como se puede observar en la Figura.

Como se puede observar en la Figura 7, la línea de tendencia indica una tendencia hacia la disminución del intervalo entre partos con el incremento en el año (eje X). Aunque el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es bajo (0.11), existieron diferencias significativas como ya se ha mencionado anteriormente. La ecuación de regresión indica que, por cada incremento en el número de años, existe una disminución de en el intervalo entre partos de 1.9 días.

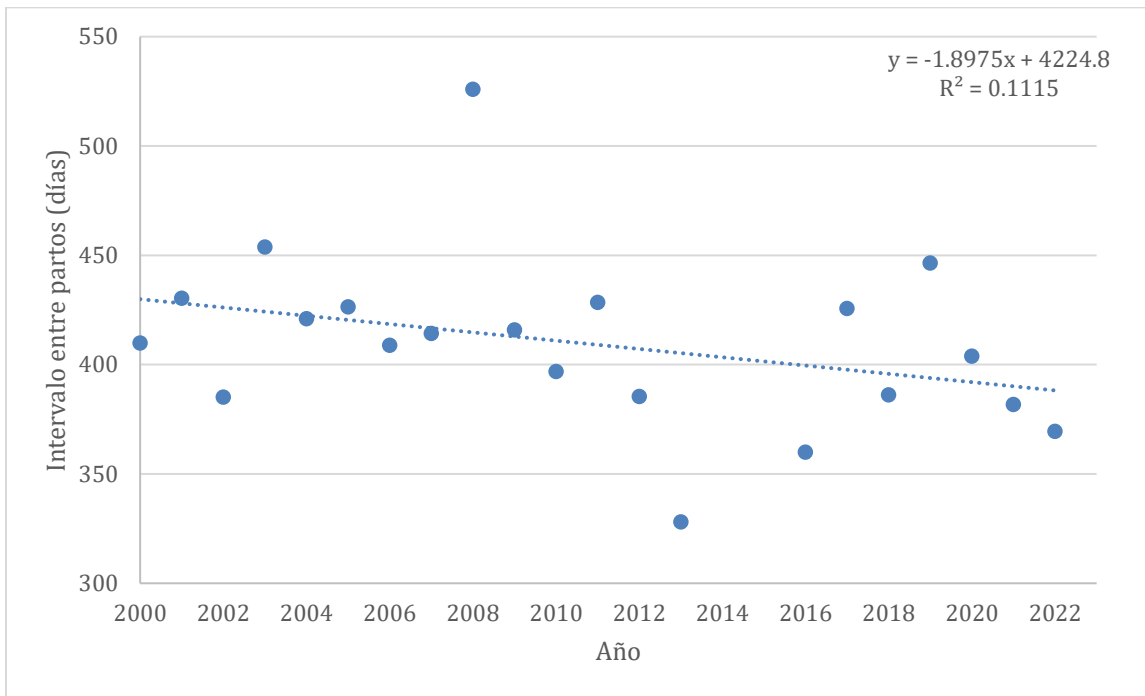


Figura 7. Efecto del año de parto sobre el intervalo entre partos.

### Efecto del sexo de la cría.

En el cuadro 5 se presenta el efecto del sexo de la cría sobre el intervalo entre partos, no existiendo diferencias estadísticamente significativas con un valor de  $P = 0.96$ . El promedio de intervalo entre partos cuando el sexo de la cría fue macho fue de 410.9 días mientras que cuando el sexo de la cría fue hembra fue de 408.6 días. Es decir, cuando el sexo de la cría es macho el intervalo entre partos tarda dos días más.

Cuadro 6. Efecto de del sexo al momento del parto (IP) de vacas pardo suizo en unidad de producción Intensiva (UPI), Semi-intensiva (UPSI) y Extensiva (UPE) en el suroeste del Estado de México

<b>Cría</b>	<b>Intervalo entre partos</b>
Macho	410.9
Hembra	408.6
P = 0.96	

Mientras que en la Figura 8 se observa el número de hembras nacidas y la proporción de partos de acuerdo con el sexo de la cría. De un total de 483 partos, 216 partos el sexo de la cría fueron machos y 267 hembras para una proporción de 45 y 55%, respectivamente.

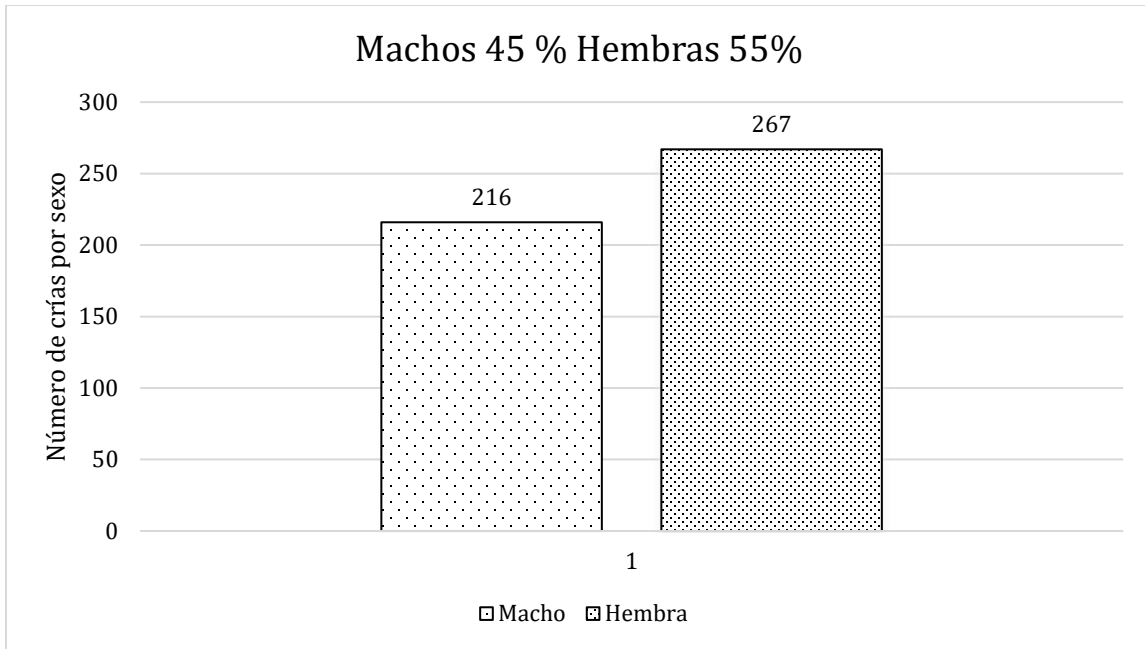


Figura 8. Número de crías nacidas por sexo

### Efecto de la época del año.

En el Cuadro 7 se observa el efecto de la época del año sobre el intervalo entre partos, existiendo una diferencia altamente significativa con un valor de  $P = 0.03$ . El intervalo entre partos promedio de las vacas que parieron en las épocas de invierno fue de 393.7 días, siendo estadísticamente igual a los intervalos entre partos de las épocas de verano con 417.8 días y otoño con 401.9 días. Mientras que el intervalo entre partos de primavera fue estadísticamente igual a los intervalos entre artos promedio de verano y otoño.

Cuadro 7. Efecto de la época del año entre partos (IP) de vacas pardo suizo en unidad de producción Intensiva (UPI), Semi-intensiva (UPSI) y Extensiva (UPE) en el suroeste del Estado de México

Época	IP
Invierno <sup>a</sup>	393.7
Primavera <sup>b</sup>	426.0
Verano <sup>ab</sup>	417.8
Otoño <sup>ab</sup>	401.9

P = 0.05

De manera general, el intervalo entre partos promedio más largo se registró en primavera con 426 días y seguido por las épocas de verano y otoño siendo estadísticamente iguales entre ellas como se observa en la Figura 9. Por otro lado, el intervalo entre partos más corto se registró en invierno con 393.7 días, siendo estadísticamente igual que las épocas de verano y otoño.

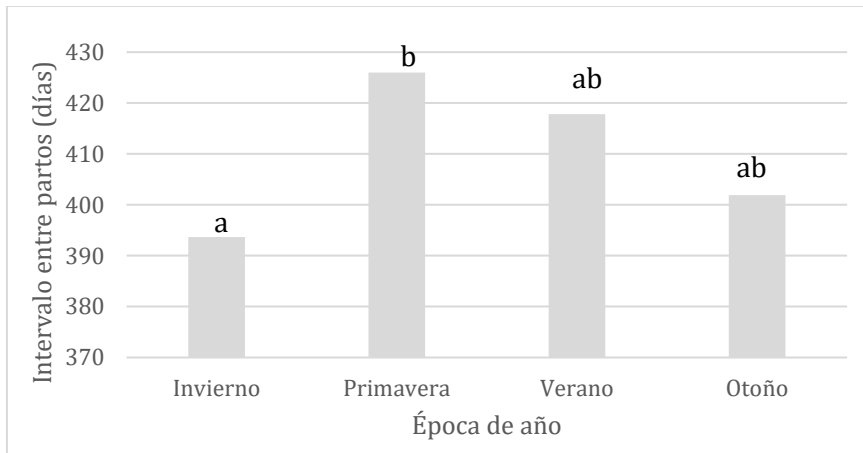


Figura 9. Intervalo entre partos por época de año.

En la figura 10 se observan los porcentajes de machos y hembras nacidos por época de año. Aunque ya antes se mencionó el efecto del sexo de la cría sobre la época del año en esta figura se observa la proporción macho y hembra para cada época de año, de forma descriptiva.

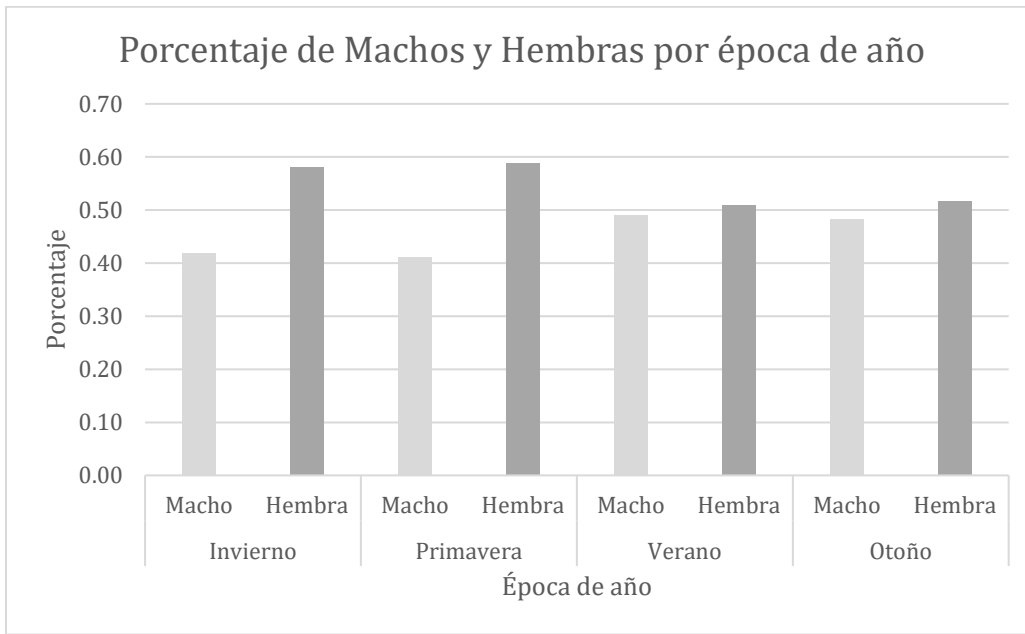


Figura 10. Proporción de machos y hembras nacidos por época de año.

De forma gráfica se observa que la proporción de hembras en las épocas de invierno y primavera es mayor que de machos. Algo similar ocurre en las épocas de verano y otoño, aunque la diferencia entre las proporciones es menor.

### **Edad a primer parto.**

Del total de datos, el 21% correspondieron vacas de primer parto de la unidad de producción de manejo extensivo o doble propósito, a partir de los cuáles se pudo determinar que la edad a primer parto fue de 40.7 meses. La edad a primer parto mínima, máxima fue de 29 y 60 meses, respectivamente, y una moda de 36 meses.

### **Edad de las vacas (años) y número de partos.**

Del total de registros se pudo obtener información sobre la edad de las vacas. La edad promedio del hato productor fue de 6.7 años, con un valor mínimo de 2.4 años, un valor máximo de 14.5 años y una moda de 4 años.

### **Análisis de sobrevivencia.**

Se realizó un análisis de sobrevivencia el cual nos permite determinar la duración de la vida productiva de una vaca en las unidades de producción analizadas.

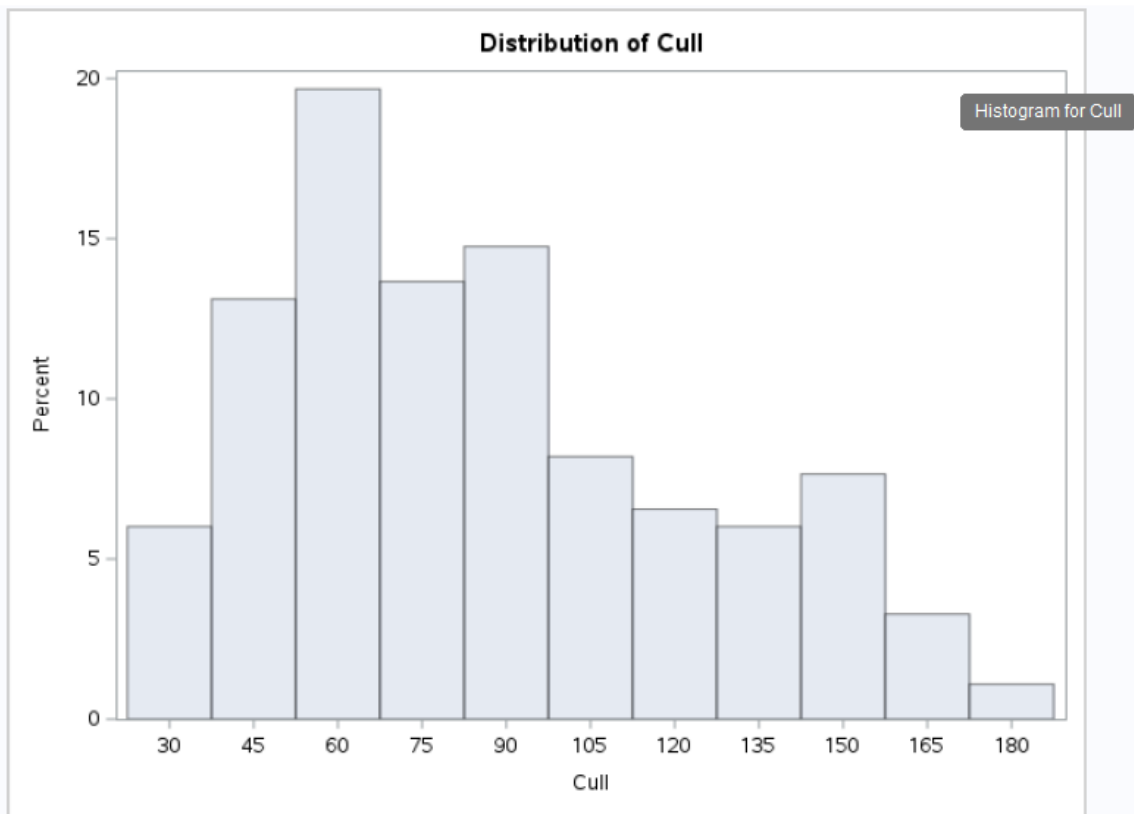


Figura 11. Distribución de porcentajes de desecho de vacas de acuerdo con su edad en meses.

En la Figura 11 se observa la distribución de los porcentajes de desecho de acuerdo con la edad en meses de las vacas a partir del análisis de 183 datos de meses vida máximos encontrados en las bases de datos. La edad promedio de desecho fue a 86 meses (7.2 años), con una mediana de 79 meses (6.6 años) y una moda de 50 meses (4.2 años). El mayor

porcentaje de desecho se presentó en los grupos de vacas con edades de 45 (13%) 60 (19%) 75 (13%) y 90 (14%) meses de edad lo que representa aproximadamente el 59% de los desechos de las vacas en este rango de edad.

En la Figura 12, se puede observar que la probabilidad de sobrevivencia de vacas de menos de 47 meses de edad (eje X) fue de 0.907, a los 60 meses la tasa fue de 0.705, mientras que, a partir de los 78 meses de edad, únicamente había sobrevivido la mitad de las vacas del hato, es decir 6.5 años.

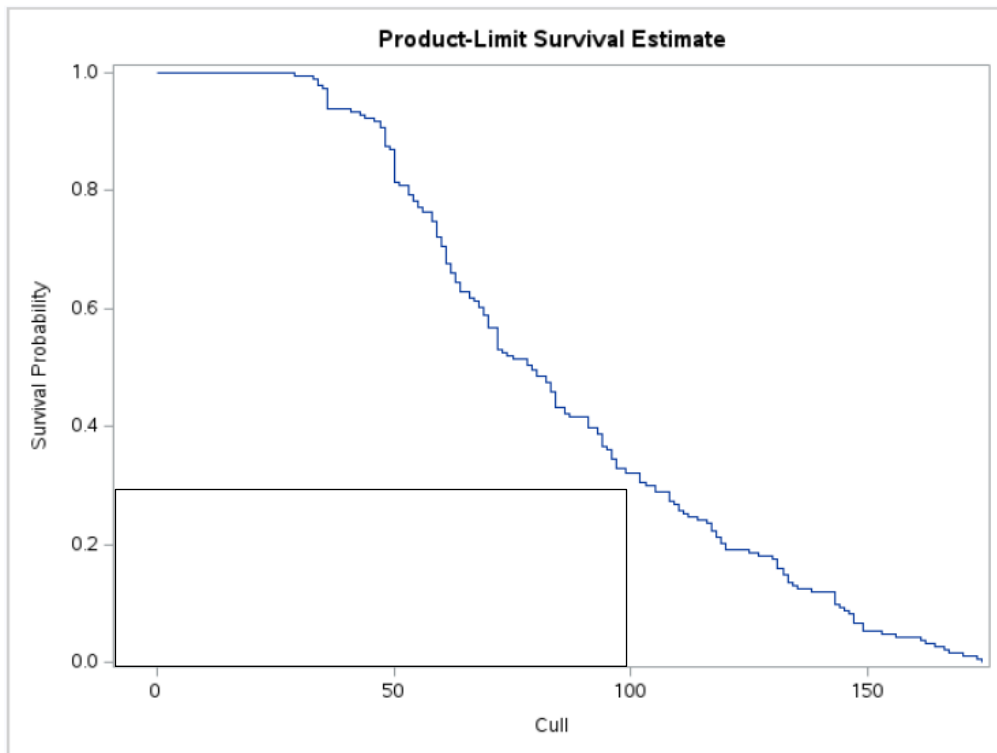


Figura 12. Tasa de sobrevivencia de vacas Pardo Suizo

#### **XIV. Discusión**

La base de datos se conjuntó de tres unidades de producción de manejo intensivo, semi-intensivo y extensivo, con el objetivo de determinar el intervalo entre partos de vacas Pardo Suizo sujetas a diferente manejo en la región. Desafortunadamente, las dos primeras

unidades de producción solo aportaron el 8% de los datos analizados, mientras que la unidad de producción extensiva aportó el 92% de los datos, por lo que los resultados aquí presentados básicamente reflejan el intervalo entre partos de vacas Pardo Suizo bajo un manejo extensivo, o de doble propósito.

La falta de registros formales y consistentes en la unidades de producción de pequeña escala, así como de unidades de producción de doble propósito representan la principal limitante para poder tener parámetros de desempeño productivo, y reproductivo en este caso. Debido a lo anterior, el intervalo entre partos ha sido utilizado como el mejor indicador de la eficiencia reproductiva en ganado lechero (Olori et al., 2002).

Como ya se mencionó anteriormente, el 92% de los datos en este estudio correspondieron a una unidad de producción de manejo extensivo o de doble propósito ubicada en el municipio de Zacazonapan. De esta misma unidad de producción Arroyo-Rebollar et al. (2021), analizó el intervalo entre partos entre los años 2000 y 2013, reportando un intervalo entre partos promedio de  $438 \pm 49$  días lo que corresponde a 14.4 meses, mientras que en este estudio la base de datos incluyó ese mismo periodo de tiempo además de registros a partir del año 2013 y hasta 2022, con un intervalo entre partos promedio de 437 días, prácticamente el mismo dato, lo que confirma el intervalo entre partos para vacas Pardo Suizo bajo un manejo extensivo, siendo estadísticamente similar a vacas de la misma raza bajo un manejo intensivo y semi-intensivo, en condiciones ambientales más favorables.

## **XV. Intervalo entre partos.**

En condiciones de manejo intensivo de ganado Holstein en México. Las vacas comienzan a ser inseminadas después de 10 y hasta 30 días después del periodo de espera voluntario de 40 días y del restablecimiento del ciclo estral en la vaca después del parto. Lo anterior da 71.5 días de promedio de días a primer servicio con rangos de 70 hasta 93 días. Lo anterior determina intervalos entre partos que van desde 389 días hasta 444 días.

Lo que se considera como parámetros estándar para ganado Holstein manejado intensivamente. En un estudio realizado en México por Durán-Álvarez et al. (2023), determinaron el intervalo entre partos de vacas Holstein de unidades de producción de manejo intensivo pertenecientes a la Asociación México Holstein, reportando un intervalo entre partos promedio de 413 días (13.5 meses), lo cual se encuentra dentro del rango normal para la raza.

En condiciones subtropicales en el estado de Puebla García-Bravo et al. (2023) determinó el intervalo entre partos de vacas puras de la raza Holstein, Pardo Suizo, Holstein x Pardo Suizo y Pardo Suizo x Holstein, reportando un intervalo entre partos promedio de 410 día (13.5 meses), en donde las vacas Holstein tuvieron el intervalo entre partos más corto con 405 días (13.3 meses), y el más largo fue para vacas puras Pardo Suizo con 417 días (13.7 meses)

El intervalo entre partos reportado en este estudio de 427.8 días es menor al promedio de 473.9 y 487 días reportado por Arellano et al. (2006) y Murillo Medina et al., (2009). En el caso del primer reporte, los datos provinieron de una unidad de producción en el norte del estado de Veracruz, en condiciones de clima de trópico subhúmedo, con vacas producto de la cruce de Pardo Suizo, Holstein y Cebú, bajo condiciones de pastoreo extensivo y suplementación (3 kg/vaca/día).

En el caso de Murillo Medina et al. (2009), el estudio también fue realizado en el estado de Veracruz solo que en unidades dedicadas a la producción de carne y con diferentes razas y sus mezclas. Las razas evaluadas fueron Brahman (*Bos indicus*), Brangus (*Bos indicus x Bos taurus*), Aberdeen Angus (*Bos taurus*), y Pardo Suizo (*Bos taurus*). De igual forma que en el caso anterior la alimentación se dio en condiciones de pastoreo de pastos tropicales con suplementación. El intervalo entre partos promedio fue de 467 días (15.3 meses). Los autores determinaron diferencias significativas debido al grupo racial, animales *Bos indicus* tuvieron un intervalo entre partos de 432 días (14.2 meses), siendo más corto que 488 (16.0 meses) de los animales *Bos taurus*. Las vacas Aberdeen Angus registraron el intervalo entre partos más largo dentro del estudio con 489 días.

Por otra parte González Blanco y WingChing-Jones, (2018) en Costa Rica, determinaron el intervalo entre partos de vacas Holstein, Jersey y sus cruzas reportando un intervalo entre partos promedio de 410.7 días (13.5 meses) con un rango que va de 383.8 días (12.6 meses) para vacas con dominancia Jersey (Jersey x Holstein) y el más largo con 434,5 días (14.2 meses) para ganado Holstein puro. Al igual que en los casos anteriores, los estudios se realizaron en condiciones tropicales bajo sistemas de pastoreo.

### **Número de parto.**

El intervalo entre partos disminuye en 0.6 días con el avance en el número de partos de la vaca, es decir, vacas de primer parto tienen intervalos entre partos más largos que vacas multíparas hasta el quinto o sexto parto, lo cual coincide con el reporte de Ray et al., (1992), en su estudio del intervalo entre partos de vacas Holstein en Arizona. Al respecto De Luna de la Peña et al. (2008), reportó una disminución en el intervalo entre partos de vacas Cebú de Cuba de 508.3 días en vacas de primer parto, a 441.2 días en vacas de quinto parto, lo que corresponde a una disminución de 16.5 días por cada incremento en el número de parto, lo cual fue mucho mayor al valor reportado en ese estudio.

En una tendencia similar a la del presente estudio Mejía-Bautista et al., (2010), reportó una disminución en el intervalo entre partos de vacas cruce *Bos indicus* (Brahman, Nerolle y Cebú) x *Bos taurus* (Pardo Suizo) y sus cruces en un sistema de vaca: cría en el estado de Yucatán. Vacas de primer parto tuvieron un intervalo entre parto promedio de 496 días mientras que vacas de décimo parto tuvieron un intervalo entre artos menor de 421 días, lo que representa una disminución de 4.1 días por cada incremento en el número

de parto. Al respecto de esta tendencia, los autores argumentaron que el mayor intervalo entre partos de las vacas de primer parto se debe a que estas vacas aun no han completado su desarrollo corporal por lo que parte de los nutrientes que consumen los destinan a su crecimiento, sacrificando la producción de leche, así como su fertilidad.

En línea con los reportes anteriores Segura-Correa et al., (2017), reporta la misma tendencia hacia intervalos entre partos más largos en vacas de primer parto, en comparación con vacas multíparas.

Por el contrario, Arce-Recinos et al., (2017) reportó que el intervalo entre partos de vacas cruza Cebú x Holstein de quinto parto fue 92 días mayor al de vacas de primer parto (506.1 vs 413.7 días, respectivamente), es decir un incremento de 23 días por cada número de parto que aumenta en la vaca de segundo a tercer, de tercero a cuarto y de cuarto a quinto parto. Los autores mencionan que los animales jóvenes tienen un buen manejo nutricional, lo que le permite mejores condiciones corporales al primer parto, así como una adecuada madurez sexual al inicio de su vida productiva.

### **Año de parto.**

Varios estudios coinciden con lo encontrado en este estudio sobre los efectos de año de parto sobre el intervalo entre parto (Arellano et al., 2006; Arce-Recinos et al., 2017). Las diferencias significativas del efecto del año de parto sobre el intervalo entre parto obedecen a diferencias en los factores ambientales como temperatura y precipitación que son factores ambientales que van a modificar otros factores ambientales como manejo del hato, nivel y tipo de suplementación, disponibilidad y calidad de forrajes en las áreas de pastoreo (Aguilar-Pérez et al., 2009; Absalón-Medina et al., 2012; Arroyo-Rebollar et al., 2021). El valor antes mencionado es mucho mayor a los 5.7 días de disminución con el avance en el número de parto de las vacas en nuestro estudio.

Lo anterior también se confirma con el estudio realizado por (Albarrán-Portillo, 2007), quien determinó el efecto del número de parto sobre el intervalo entre parto en haos lecheros comerciales en el Reino Unido de Gran Bretaña. El intervalo entre partos de vacas

Holstein de primer parto fue de 408 días siendo estadísticamente superior a los días de intervalo entre partos promedio de vacas de segundo y hasta sexto parto de 403 días. El intervalo entre partos de vacas de primer parto fue estadísticamente igual al de vacas de séptimo y octavo parto.

Se menciona que bajo condiciones de estrés por calor en condiciones tropicales vacas de primer parto son más sensibles al estrés por calor. Además, estas priorizan la energía de la dieta para cubrir sus necesidad de mantenimiento y crecimiento. También, se menciona que la fertilidad en la vaca lechera sin incrementa gradualmente con el avance del número de partos alcanzando su máximo en el cuarto parto, manteniéndose estable hasta el sexto parto, para disminuir a partir de este (Ray et al., 1992). Esto confirma los resultados aquí reportados, así como los hallazgos de Albarrán-Portillo, (2007) de vacas en el Reino Unido.

El intervalo entre partos más largo en vacas de primero y segundo parto ha sido atribuido a el estrés de la lactación teniendo un efecto negativo sobre, sin embargo, también de menciona que puede deberse a un efecto confundido en el manejo postparto de la vaca como deficiente detección de celos, inseminación artificial, así como mortalidad del becerro.

Por el contrario, Arce-Recinos et al. (2017), determinó un incremento significativo en el número de días de intervalo entre parto de 9.9 días con el incremento del número de parto de vacas doble propósito cruce de *Bos taurus* x *Bos indicus* en el estado de Tabasco.

### **Sexo de la cría.**

El sexo de la cría determina el peso del producto de la gestación al nacimiento. Normalmente los machos son más pesados que las hembras, esto es explicado por una mayor tasa metabólica de la testosterona a nivel fetal cuando el producto de la gestación es macho. Al respecto Arce-Recinos analizó el peso al nacimiento de crías de razas cárnicas en condiciones de pastoreo en clima tropical, reportando el peso promedio de machos de 32.54 y de hembras 30.88, lo que representa 1.7 kg de peso más cuando el producto de la

gestación es macho. En este trabajo no se determinó el efecto del sexo de la cría sobre el intervalo entre partos.

En nuestro estudio se encontró que cuando el producto de la gestación es macho, el intervalo entre partos fue 2.3 días mayor que cuando el sexo de la cría fue hembra, aunque estas diferencias no fueron significativas estadísticamente.

### **Época de parto.**

Arce-Recinos et al. (2017) reportó un efecto significativo del año, época de parto y número de parto sobre el intervalo entre partos en ganado de razas cárnicas, lo que coincide con lo reportado en el presente trabajo; lo cual obedece a las diferentes condiciones ambientales entre años y épocas principalmente. Mientras que el efecto del número de parto sobre el intervalo entre parto puede obedecer a una interacción entre el peso de la vaca, a mayor número de parto mayor peso. Por su parte a mayor peso de la vaca mayor consumo voluntario de materia seca y consecuentemente mayor rendimiento de leche lo cual determina el balance energética de la vaca, lo cual a su vez va a determinar la fertilidad y eficiencia reproductiva de una vaca (Albarrán-Portillo and Pollott, 2008).

Respecto a lo anterior Corro et al. (1999) reportó el comportamiento productivo y reproductivo de cuatro pequeñas unidades de producción de doble propósito con cruza de ganado europeo Pardo Suizo, Holstein con razas Cebuínas en diferentes grados de encaste. Entre las cuatro unidades de producción existieron diferencias significativas sobre el intervalo entre partos. Una unidad de producción registró el menor intervalo entre partos con  $379 \pm 50$  días (12.4 meses), siendo estadísticamente diferente de las otras tres unidades de producción que fueron estadísticamente iguales entre si con un promedio de intervalo entre partos de 442.6 días (14.5 meses). En este estudio dos unidades de producción tuvieron los rendimientos de leche más altos en las épocas de sequía y lluvias (8.3 y 7.4 kg de leche vaca/día), para un promedio anual de 7.9 kg de lecha por vaca/día. El promedio de intervalo entre partos de estas dos unidades de producción fue de 443 días (14.5 meses),

siendo mayor al intervalo entre partos de 379 días de la unidad de producción con un aparente mejor manejo reproductiva (basado en el corto intervalo entre partos); sin embargo, la producción promedio de leche de esta unidad de producción fue de 5.7 kg de leche vaca/día. Lo que confirma la relación entre mayores rendimientos de leche con intervalo entre partos más largos.

### **Longevidad de la vaca y tasas de desecho.**

La edad de los animales con mayor tasa de desecho se dio entre los 45 y 90 meses de edad, es decir entre el primer y tercer parto. Entre este periodo se presentó el 59.5% de los desechos de las vacas. Aunque en la base de datos no se tienen las razones de los desechos, estos pueden ser principalmente por una baja producción de leche, y en segundo lugar venta de la vaca como productora de leche en alguna otra unidad de producción (Arroyo-Rebollar et al., 2021). A partir del cuarto parto, las tasas de desecho disminuyen, aunque ocurre un incremento a los 150 meses de edad que son vacas de noveno parto.

De acuerdo con la Figura 12, a partir del primer parto que ocurre en promedio a los 40.7 meses, la probabilidad de sobre vivencia de una vaca disminuye rápidamente de forma que a la edad de 50 meses la probabilidad de sobrevivencia es de 80%. Alrededor de los 65 meses la probabilidad de sobrevivencia es de 60%. Cercano a los 100 meses de edad (cuarto parto), la probabilidad de sobrevivencia es de solo 30%. Lo anterior podría indicar altas tasas de desecho de las vacas. Sin embargo, estos datos se deben tomar con precaución debido a que el análisis de sobrevivencia se realizó con el 35% de los datos analizados.

Como comparación, el trabajo de Aranda-Avila et al., (2010), reportó que para el cuarto parto la probabilidad de sobrevivencia de vacas de razas cebuínas destinadas para la producción de crías para carne en condiciones tropicales fue de 75%, lo cual es muy superior a lo encontrado en este trabajo. De igual forma, el alto porcentaje de sobrevivencia del reporte de los autores antes mencionados parece alto, pero se debe tener en mente que son razas con diferente objetivo productivo. En el estudio mencionado la conclusión fue que las razas cruzadas tuvieron una menor longevidad en comparación con razas puras (Nellore y Brahman).

La edad promedio de desecho de las vacas Pardo Suizo en el estudio fue de 7.2 años  
mastitis

## **XVI. Conclusiones.**

Los factores número de parto, año de parto, y época de parto fueron significativos en el Intervalo entre partos. El intervalo entre parto promedio fue de 427.8 días lo que es igual a 14.0 meses, el cuál no es tan lejano de intervalo entre partos estándar que se utiliza para determinar la eficiencia reproductiva en vacas Holstein en sistemas intensivos. Las diferencias que se encontraron para año de parto y época de parto coinciden con varios reportes en la literatura y obedecen a efectos medioambientales como temperatura promedio, manejo, nivel de alimentación, calidad y disponibilidad de forrajes en las áreas de pastoreo como los más importantes. Se encontró una tendencia hacia una reducción de 0.11 días de intervalo entre partos con el incremento en el año, lo cual puede indicar mejoras en el manejo nutricional y reproductivo de las vacas. Se determinó que, por cada incremento en un parto, el intervalo entre partos disminuye en 0.6 días, es decir, entre mayor sea el número de parto, menor será el intervalo entre partos. El sexo de la cría no tuvo efecto sobre el intervalo entre partos, sin embargo, cuando el sexo de la cría fue macho el intervalo entre partos fue 2.3 días más largo. El intervalo entre partos de forma general fue más corto en las épocas de invierno, verano y otoño y pudo haber sido por menores temperaturas, en comparación con vacas que parieron en la época de primavera que es la época de mayor calor en la región de estudio. La edad promedio de las vacas a primer parto fue de 40.7 meses o 3.4 años. Finalmente, la longevidad promedio de las vacas resultó alta con un promedio de 6.7 años de vida productiva dentro del hato.

## **XVII. Referencias.**

- Absalón-Medina, V.A., Blake, R.W., Fox, D.G., Juárez-lagunes, F.I., Nicholson, C.F., Canudas-lara, E.G. and Rueda-Maldonado, B.L., 2012. Limitations and potentials of dual-purpose cow herds in Central Coastal Veracruz, Mexico *Tropical Animal Health and Production*, 44, 1131–1142
- Aguilar-Pérez, C., Ku-Vera, J., Centurión-Castro, F. and Garnsworthy, P.C., 2009. Energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics with and without cereal supplementation *Livestock Science*, 122, 227–233 (Elsevier B.V.)
- Albarrán-Portillo, B., 2007. The application of a biological model of lactation to study the characteristics of lactation curves in dairy cows (Ph.D. Thesis. Faculty of Natural Sciences. Imperial College, University of London)
- Albarrán-Portillo, B. and Pollott, G.E., 2008. Genetic parameters derived from using a biological model of lactation on records of commercial dairy cows *Journal of Dairy Science*, 91, 3639–3648
- Albarrán-Portillo, B., Rebollar-Rebollar, S., García-Martínez, A., Rojo-Rubio, R., Avilés-Nova, F. and Arriaga-Jordán, C.M., 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico *Tropical Animal Health and Production*, 47, 519–523
- Albiter, S.P., Rebollar, S.R., Portillo, B.A., Martínez, A.G. and Jordán, C.M.A., 2015. Análisis técnico económico de sistemas de bovinos doble propósito en Tejupilco, Estado de México, en la época de secas *Investigación y Ciencia*, 23, 13–19 (Universidad Autónoma de Aguascalientes)
- Aranda-Avila, I., Magaña-Monforte, J.G. and Segura-Correa, J.C., 2010. Effects of breed type and age at first calving on length of productive life in a cow-calf system in Southeastern Mexico *Tropical Animal Health and Production*, 42, 1737–1741

- Arce-Recinos, C., Aranda-Ibáñez, E.M., Osorio-Arce, M.M., González-Garduño, R., Díaz Rivera, P. and Hinojosa-Cuellar, J.A., 2017. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 8, 83–91
- Arellano, S., Martínez, J., Romero, E., Briones, F., Domínguez, M. and de la Garza, F., 2006. Factores genético-ambientales que afectan el intervalo entre partos y días a primer parto en ganado de doble propósito en el norte de Veracruz *Avances en Investigación Agropecuaria*, 10, 43–53
- Arroyo-Rebollar, R., López-Villalobos, N., García-Martínez, A., Arriaga-Jordán, C.M. and Albarrán-Portillo, B., 2021. Relationship between calving interval and profitability of Brown Swiss cows in a subtropical region of Mexico *Tropical Animal Health and Production*, 53, 373
- Burgers, E.E.A., Kok, A., Goselink, R.M.A., Hogeveen, H., Kemp, B. and van Knegsel, A.T.M., 2021. Fertility and milk production on commercial dairy farms with customized lactation lengths *Journal of Dairy Science*, 104, 443–458 (American Dairy Science Association)
- Corro, M., Rubio, I., Castillo, E., Galindo, L., Aluja, A., Galina, C.S. and Murcia, C., 1999. Effect of blood metabolites, body condition and pasture management on milk yield and postpartum intervals in dual-purpose cattle farms in the tropics of the State of Veracruz, Mexico *Preventive Veterinary Medicine*, 38, 101–117
- De Luna de la Peña, R., Guerra-Iglesias, D., González-Peña, D., Esponiza-Villavicencio, J.L., Palacios-Espinosa, A. and Nuñez-Domínguez, R., 2008. Componentes de (co)varianza de caracteres reproductivos y su relación genética con el peso al destet en el ganado Cebú de Cuba *Técnica Pecuaria México*, 46, 225–234
- De Vries, A., 2020. Symposium review: Why revisit dairy cattle productive lifespan? *Journal of Dairy Science*, 103, 3838–3845
- Dematawena, C.M.B. and Berger, P.J., 1997. Effect of Dystocia on Yield, Fertility, and

Cow Losses and an Economic Evaluation of Dystocia Scores for Holsteins<sup>1</sup> *Journal of Dairy Science*, 80, 754–761 (Elsevier)

Dhaliwal, G.S., Murray, R.D. and Dobson, H., 1996. Effects of milk yield, and calving to first service interval, in determining herd fertility in dairy cows *Animal Reproduction Science*, 41, 109–117

Durán-Álvarez, C., García-Ruíz, A., Aonso-Moráles, R.A., Eguiarte, L.E. and Ruíz-Lopez, F. de J., 2023. Parámetros, correlaciones y tendencias genéticas de caracteres reproductivos en ganado Holstein de México *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 14, 539–555

Fahim, N.H., Eldawy, M.H., Imbabi, T., Farouk, M.H. and Bakr, M.H., 2025. Association between culling reasons and lactation curve components in Holstein cows *Journal of Dairy Research*, 1–8 (Cambridge University Press)

Fallas, M.R., 1987. Estudio sobre la involución uterina y el reinicio de la actividad ovarica después del parto en vacas F1 (Holstein\_Indobrasil) en el trópico húmedo de México (Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México)

Funston, R.N. and Summers, A.F., 2013. Effect of Prenatal Programming on Heifer Development *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29, 517–536

Galina, C.S. and Arthur, G.H., 1989. Review of cattle reproduction in the tropics Part 3. Puerperium. *Animal Breeding Abstracts*, 57, 899–910

Galina, C.S. and Rubio, I., 2001. New perspectives and opportunities for improving reproduction in dual purpose cattle

García-Bravo, L.A., Vega-Murillo, V.E., Villagómez-Cortes, J.A., Zárate-Martínez, J.P., Leyva-Ovalle, O.R., Calderón-Robles, R.C., Ríos-Utrera, A., Montañón-Bermúdez, M. and Martínez-Velázquez, G., 2023. Efectos genéticos aditivos y no aditivos para características reproductivas en dialelo Holstein-Suizo Pardo en clima subtropical

húmedo *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 14, 556–571

Garcia-Peniche, T.B., Cassell, B.G. and Misztal, I., 2006. Effects of Breed and Region on Longevity Traits Through Five Years of Age in Brown Swiss , Holstein , and Jersey Cows in the United States *Journal of Dairy Science*, 89, 3672–3680 (Elsevier)

González-Blanco, J.P. and WingChing-Jones, R., 2018. Producción y reproducción de vacas Holstein, Jersey y sus cruces en cinco localidades de Costa Rica *UNED Research Journal*, 10, 422–427

Hinde, K., Carpenter, A.J., Clay, J.S. and Bradford, B.J., 2014. Holsteins Favor Heifers, Not Bulls: Biased Milk Production Programmed during Pregnancy as a Function of Fetal Sex *PLOS ONE*, 9, 1–7 (Public Library of Science)

INEGI, 2023. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Población rural y urbana.

Ingvartsen, K.L., 2006. Feeding- and management-related diseases in the transition cow: Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases *Animal Feed Science and Technology*, 126, 175–213

Kamal, M.M., Eetvelde, M. Van, Depreester, E., Hostens, M., Vandaele, L. and Opsomer, G., 2014. Age at calving in heifers and level of milk production during gestation in cows are associated with the birth size of Holstein calves *Journal of Dairy Science*, 97, 5448–5458 (Elsevier)

Lucy, M.C., 2001. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle : Where Will It End ? 1 1277–1293

Manzon, S., 2004. Longevity and burnout. Alberta Dairy Management articles. *Western Dairy Science*. <http://www.westerndairyscience.com/html/ADM%20articles/html/Longev.html>

McGuffey, R.K. and Shirley, J.E., 2011. History of dairy farming. *Encyclopedia of Dairy Science*. Editors Fuquay, J.W., Fox, P.F., and McSweeney, P.L.H. pp. 2-10 (Elsevier).

Public Press: 32 Jamestown Road, London NW1 7BY, UK The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK 525 B Street, Suite 1900, San Diego, CA 92101-4495, USA)

- Mejía-Bautista, G.T., Magaña, J.G., Segura-Correa, J.C., Delgado, R. and Estrada-Leon, R.J., 2010. Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción de vaca: cría en Yucatán, México *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12, 289–301
- Morales, C.H., Montes, A.H., De Gante, A.Z.V. and Mandujano, E.A., 2011. El proceso socio-técnico de producción de Queso Añejo de Zacazonapan, Estado de México *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 2, 161–176
- Murillo Medina, A.L., Córdova-Izquierdo, A., Soriano Robles, R., Mendoza Martínez, G.D. and Castillo-Juárez, H., 2009. Breed differences in calving interval in the humid Mexican tropic *Tropical Animal Health and Production*, 41, 1357–1362
- Nájera-Garduño, A.D.L., Piedra-Matias, R., Albarrán-Portillo, B. and García-Martínez, A., 2016. Cambios en la ganadería de doble propósito en el trópico seco del Estado de México *Agrociencia*, 50. número, 701–710
- Nydam, D.V., Overton, T., McArt, J.A., M.M., M., Leno, B. and Mann, S., 2017. Management of transition cows to optimise health and production In: *Large Dairy Herd Management*, , 1067–1075
- Olori, V.E., Meuwissen, T.H.E. and Veerkamp, R.F., 2002. Calving Interval and Survival Breeding Values as Measure of Cow Fertility in a Pasture-Based Production System with Seasonal Calving *Journal of Dairy Science*, 85, 689–696 (Elsevier)
- Oseni, S., Misztal, I., Tsuruta, S. and Rekaya, R., 2004. Genetic Components of Days Open Under Heat Stress *Journal of Dairy Science*, 87, 3022–3028
- Österman, S. and Bertilsson, J., 2003. Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: effects on milk production and milk composition *Livestock Production Science*, 82, 139–149

- Pritchard, T., Coffey, M., Mrode, R. and Wall, E., 2013. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows *Animal*, 7, 34–46
- Pryce, J.E., Coffey, M.P., Brotherstone, S.H. and Woolliams, J.A., 2002. Genetic Relationships Between Calving Interval and Body Condition Score Conditional on Milk Yield *Journal of Dairy Science*, 85, 1590–1595
- Ray, D.E., Halbach, T.J. and Armstrong, D. V., 1992. Season and Lactation Number Effects on Milk Production and Reproduction of Dairy Cattle in Arizona<sup>1</sup> *Journal of Dairy Science*, 75, 2976–2983 (Elsevier)
- SAS OnDemand, 2025. SAS® OnDemand for Academics. <https://welcome.oda.sas.com/login>
- Segura-Correa, J.C., Magaña-Monforte, J.G., Aké-López, V.M., Hinojosa-Cuellar, J.A. and Osorio-Arce, M.M., 2017. Efectos raciales y ambientales sobre el peso al nacer, peso al destete e intervalo entre partos en ganado Cebú en el sureste de México *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20, 297–305
- SIAP-SAGARPA, 2024. Panorama Agroalimentario. La ruta de la Transformación Agroalimentaria 2018-2024. <https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>,
- Silva, H.M., Wilcox, C.J., Thatcher, W.W., Becker, R.B. and Morse, D., 1992. Factors Affecting Days Open, Gestation Length, and Calving Interval in Florida Dairy Cattle<sup>1</sup> *Journal of Dairy Science*, 75, 288–293 (Elsevier)
- SMN, 2020. Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua <https://smn.conagua.gob.mx/es/>
- Strandberg, E. and Oltenacu, P.A., 1989. Economic Consequences of Different Calving Intervals *Acta Agriculturae Scandinavica*, 39, 407–420 (Taylor & Francis)
- Symonds, M.E., Seibert, S.P. and Budge, H., 2010. Nutritional regulation of fetal growth and implications for productive life in ruminants. *Animal : an international journal of*

animal bioscience, 4, 1075–1083 (England)

Vanraden, P.M., Sanders, A.H., Tooker, M.E., Miller, R.H., Norman, H.D., Kuhn, M.T. and Wiggans, G.R., 2004. Development of a National Genetic Evaluation for Cow Fertility *Journal of Dairy Science*, 87, 2285–2292 (Elsevier)