

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS**



**INTERVALOS PARTO-PRIMER SERVICIO, PARTO-CONCEPCIÓN, SU  
RELACIÓN CON EL INTERVALO ENTRE PARTOS, PRODUCCIÓN DE LECHE Y  
ASOCIACIONES CON NUMERO DE PARTO Y LARGO DE LACTANCIA EN  
HATOS LECHEROS DE TECATE B.C.**

**TESIS:**

**Para cubrir parcialmente los requerimientos para obtener el grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS,**

**presenta:**

**JOSÉ GERARDO AGUIÑIGA GARIBAY**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. ALBERTO BARRERAS SERRANO**

**MEXICALI, B.C.**

**NOV 2018**

**Intervalos parto–primer servicio, parto-concepción, su relación con el intervalo entre partos, producción de leche y asociaciones con número de parto y largo de lactancia en hatos lecheros de Tecate, Baja California. Tesis presentada por José Gerardo Aguiñiga Garibay como requisito para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el siguiente comité:**

---

**Dr. Alberto Barreras Serrano**  
**Director**

---

**Dr. Alejandro Plascencia Jorquera**  
**Asesor**

---

**Dr. Víctor Manuel González Vizcarra**  
**Asesor**

---

**M.C. Ramón M. Valenzuela Padilla**  
**Asesor**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mi agradecimiento para el Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y el área de posgrado de la Universidad Autónoma de Baja California por haberme dado la oportunidad de ingresar a este programa y realizar los estudios de maestría y a la Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez que sin su apoyo y dirección no hubiera sido posible terminar mis estudios.

Agradezco el apoyo fundamental que me brindaron cada uno de los docentes que se integraron y participaron durante mis estudios en especial doy las gracias a los docentes: MC. Miguel Ángel Vega Cazares, Dr. Alejandro Plasencia Jorquera y a mi asesor Dr. Alberto Barreras Serrano, a los cuales les estoy sumamente agradecido por todo lo enseñado y en especial a mi asesor ya que sin su empuje y ayuda no hubiera sido posible terminar este trabajo de tesis.

Al mismo tiempo, agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo recibido el cual me sirvo para seguir adelante durante la elaboración de la investigación.

## **DEDICATORIA**

Les dedico este trabajo a mis padres, que me brindaron su apoyo incondicional y motivación en todo momento y en especial a mi madre, sin la cual muy probablemente no hubiera podido continuar y llegar a este punto.

## LISTA DE CONTENIDO

	Pág
AGRADECIMIENTOS.....	3
DEDICATORIA.....	4
LISTA DE CONTENIDO.....	5
LISTA DE TABLAS.....	6
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
OBJETIVOS.....	11
REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
Aspectos fisiológicos del tracto reproductivo.....	12
El ciclo estral.....	14
Eficiencia Reproductiva.....	17
Parámetros Reproductivos.....	18
Intervalo entre partos.....	20
Importancia del primer servicio en vacas de producción de leche.....	25
Importancia del periodo parto – Primer servicio.....	26
Intervalo parto - concepción.....	29
Relación de parámetros reproductivos con la producción de leche.....	30
Relación entre el intervalo entre partos y la producción de leche.....	30
Porcentaje de preñez en ganado lechero.....	31
Factores que influyen en la fertilidad del ganado lechero.....	32
Condición Corporal.....	32
Estrés Calórico.....	33
Edad de la vaca.....	34

Intervalo entre parto y la primera inseminación.....	34
Producción de leche y nutrición.....	35
Prácticas de manejo.....	36
Factores propios del individuo.....	37
MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
CONCLUSIONES.....	59
LITERATURA CITADA.....	60

### LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Calendario reproductivo anual en ganado lechero.....	26
<b>Figura 2.</b> IEC y IEP: Duración entre concepciones y partos.....	27
<b>Figura 3.</b> Relación del Intervalo parto a primer servicio con la producción de leche ajustada a 305 días .....	26
<b>Cuadro 1.</b> Parámetro reproductivos y sus valores promedios en H. comerciales.....	26
<b>Cuadro 2.</b> Ponderación por índice reproductivo.....	26
<b>Cuadro 3.</b> Comportamiento de parámetro reproductivos en diferentes regiones.....	26
<b>Cuadro 4.</b> Estadísticos descriptivos para las variables en estudio.....	26
<b>Cuadro 5.</b> Medias para variables reproductivas y productivas por estación de parto.....	26
<b>Cuadro 6.</b> Estadísticos descriptivos para las variables en estudio clasificadas por NP.....	26
<b>Cuadro 7.</b> Estadísticos descriptivos para las variables clasificadas por NP 1 o 2.....	26
<b>Cuadro 8.</b> Estadísticos descriptivos para las variables clasificadas por largo de lactancia.....	26
<b>Cuadro 9.</b> Estructura de los datos analizados .....	26
<b>Cuadro 10.</b> Valores de Odds ratios (OR) junto con intervalos de	

confianza al 95% para la asociación entre variables reproductivas y producción de leche 305d con largos de lactancia prolongada (> 400 días) en vacas Holstein.....	26
<b>Cuadro 11.</b> Valores de Odds ratios (OR) junto con intervalos de confianza al 95% para la asociación entre factores de riesgo significativos con largos de lactancia prolongada (> 400 días) en vacas Holstein, en el modelo logístico multivariable .....	26
<b>Cuadro 12.</b> Valores de Odds ratios (OR) junto con intervalos de confianza al 95% para la asociación entre factores de riesgo significativos con largos de lactancia prolongada (> 400 días) en vacas Holstein, en el modelo logístico multivariable por NP dicotomizado.....	26

## RESUMEN

### **Intervalos parto–primer servicio, parto-concepción, su relación con el intervalo entre partos, producción de leche y asociaciones con numero de parto y largo de lactancia en hatos lecheros de Tecate B.C.**

El objetivo fue estudiar el periodo entre el parto y el primer servicio en vacas y su relación con el intervalo entre partos, producción de leche y asociaciones con numero de parto y largo de lactancia en hatos lecheros de Tecate, B.C. La información se recolectó en seis establos lecheros comerciales con capacidades que varían de 135 a 822 cabezas en producción por establo. Para el análisis de la variación ambiental en las características incluidas en este estudio se utilizó un modelo lineal que incluyó como variables independientes el efecto de hato (H:1 al 6), año de parto (AP:2013 y 2014), época de parto (EP: fría, que abarcó los meses de octubre a abril, y calurosa de mayo a septiembre), número de parto (NP:1 al 6) y todas las posibles interacciones más el efecto de error aleatorio. Se investigaron asociaciones lineales simples y relaciones funcionales simples entre variables en el estudio. Las variables se dicotomizaron y se aplicó un modelo de regresión logística uni-variable para estudiar la asociación de factores de riesgo con la presencia de lactancias extendidas. La asociación fue expresada con odd ratio junto con su intervalo de confianza al 95%. Los resultados muestran que el promedio real de rendimiento lácteo a 305 días fue ligeramente inferior a los 10,000 kg. A medida que se incrementa el IPPS se reduce el P305M. El IEP promedio está por encima de los parámetros establecidos como eficientes, logrando un ternero por vaca al menos cada 14 – 16 meses, afectando así los reemplazos y la producción de leche. Por otro lado, se encontró que las vacas del hato estudiado presentaron un promedio de días abiertos de 137 días, lo que significa 27 días por encima de los 110 días recomendable como óptimo. Respecto al parámetro NSC, el valor promedio se ubica en 2.47, siendo esta variable la de mayor valor de asociación con lactancias prolongadas, con un valor de OR de 6.48 (IC95% 4.47–9.23). Los valores de IPC, al igual que el NSC y P305M resultaron con asociación a lactancias prolongadas, lo que sugiere que estos son factores interrelacionados en su efecto y que inciden sobre la reducción de la fertilidad y, en consecuencia, en la lactancia prolongada.

**palabras clave:** Parámetros reproductivos, producción de leche 305d, factor riesgo, asociaciones.

## **ABSTRACT**

### **Calving-first service period, open days, its relationship with calving interval, milk production and associations with number of services per conception and lactation days in milk herds of Tecate B.C.**

The objective was to study the calving-first service period, open days, its relationship with calving interval, milk production and associations with number of services per conception and lactation days in milk herds of Tecate B.C. Data was collected in six commercial dairy farms with capacities ranging from 135 to 822 heads in production. For studying environmental variation a linear model was used that included as independent variables the effect of herd (1 to 6), year of birth (2013 and 2014), calving season (cold: October to April, and hot: May to September), calving number (1 to 6) and all possible interactions plus the random error effect. Simple linear associations and simple functional relationships between variables in the study were investigated. The variables were dichotomized and a simple logistic regression model was applied to study the association of risk factors with the presence of extended lactations. The association was expressed with odd ratio join with CI95%. The results show that the average of real milk yield at 305 days was slightly lower than 10,000 kg. As the calving-first service period increases, the milk yield at 305M is reduced. The calving period is above the value established as efficient, achieving one calf per cow at least every 14-16 months, thus affecting replacements and milk production. Besides, open days parameter was of 137 days, which means 27 days above the maximum recommended. Regarding the number of services per conception, its value is located at 2.47, this variable being the one with the highest association value with prolonged lactations, with an OR value of 6.48 (CI95% 4.47–9.23). The open days, number of services per conception and 305d milk yield, were associated with prolonged lactations, which suggests that are interrelated factors in their effects and that they influence the reduction of fertility and, consequently, in prolonged lactation.

**Key words:** Reproductive parameters, milk production 305d, risk factor, associations

## INTRODUCCIÓN

El nivel de producción de leche y el comportamiento reproductivo de los animales son los principales determinantes de la rentabilidad de un establo lechero. En promedio, cerca del 70% de las diferencias entre hatos se deben a componentes ambientales y un 30% son de carácter genético.

Al hablar de producción de leche es un hecho muy conocido para los productores que para iniciar la lactancia la vaca debe preñarse, llegar a término y parir un ternero. Por lo tanto, uno de los factores más vitales para la esta industria es la reproducción; entre más eficiente sea esta, mayor provecho podemos sacarle a la vaca y mayor será su producción de leche en toda su vida útil. Es importante resaltar que la reproducción es indispensable para la rentabilidad de un hato lechero, ya que las ganancias o pérdidas económicas dependen de la capacidad del productor para lograr la máxima eficiencia reproductiva en los animales bajo explotación; se estima que por cada día que una vaca excede un intervalo entre partos de 365 días, el productor pierde más de 50 pesos. (Sánchez, 2016)

Uno de los factores que debemos considerar en el tema de la reproducción es el intervalo entre partos (IEP). El IEP es utilizado como indicador de la eficiencia reproductiva de una explotación y se define como el número medio de días que transcurren entre un parto y el siguiente. La máxima eficiencia productiva en estas explotaciones se logra cuando obtenemos un IEP de 365 días y para satisfacer esta meta, la concepción debe ocurrir a los 85 días después del parto, esto para asegurar un periodo óptimo de IEP (Sánchez, 2016)

Otro parámetro importante es el porcentaje de vacas preñadas en el hato. Esto es porque no se le puede sacar provecho económico a una vaca no preñada, ya que no estará produciendo leche, estas vacas estarán consumiendo alimento, lo cual se verá reflejado como una pérdida económica al estar en mantenimiento. De igual forma un bajo porcentaje de vacas preñadas puede indicar una incorrecta detección de celos, la cual se relaciona a pérdidas de ingreso debido a un mayor

intervalo entre partos, pérdidas en la producción de leche, aumento en costos veterinarios, incremento de costos de desarrollo de vaquillas y reducido progreso genético (Feitsma, 2016)

El comprender y manejar los parámetros como el intervalo entre partos y el período parto primer servicio y su influencia sobre el porcentaje de preñez y, en consecuencia, sobre la producción de leche permite mejorar la eficiencia reproductiva y favorecer la productividad y rentabilidad del hato.

## **OBJETIVO**

**Por lo tanto, el objetivo es estudiar el periodo entre el parto y el primer servicio en vacas y su relación con el intervalo entre partos, producción de leche y asociaciones con numero de parto y largo de lactancia en hatos lecheros de Tecate, B.C.**

## REVISIÓN DE LITERATURA

Por tipo biológico producción de leche, el grupo Holstein es la más productiva de todas las razas (Carvazos, 2013). La diferencia en la cantidad de leche producida, en comparación con otras razas del mismo tipo biológico, se debe a una fuerte selección genética por parte de los ganaderos, cuyo objetivo ha sido buscar ejemplares con rendimientos productivos por lactancia superiores (Revelo López, 2013). Por ejemplo, en Estados Unidos el promedio nacional a edad adulta es de 11.313 kilogramos por lactancia de 305 días, encontrándose también hatos que alcanzan los 12.000 kilogramos. En Canadá el promedio es 10% menor (Roca, 2012).

El hecho de presentar la raza Holstein tan elevadas producciones incide sobre el peso vivo y la condición corporal del animal, sin embargo, los problemas más serios tienen que ver con la reproducción y la sanidad. La eficiencia reproductiva disminuye con el transcurso de las subsecuentes lactancias. Cuando la duración de una lactación se alarga, es signo de ineficiencia reproductiva pues el número de servicios por vaca (inseminaciones artificiales) para lograr la fecundación incrementa considerablemente, es decir, que el intervalo entre parto e inseminación artificial fecundante es mayor. En las vacas Holstein el comportamiento de los parámetros reproductivos se presentan más difícilmente que en otras razas del mismo tipo biológico. Las tasas de éxito en la primera, segunda inseminación artificial y globales, son inferiores a las que se obtienen en otras razas. Lo mismo sucede con los diferentes intervalos: parto-primera inseminación; parto-inseminación artificial fecundante; intervalo parto-parto, los cuales son más largos en vacas de esta raza y se atribuyen a la fuerte aptitud de producir leche, de manera que las más altas productoras son también aquellas que presentan un estado corporal más débil ocasionando problemas reproductivos. Así pues, el potencial productivo del animal se acentúa en sacrificio del reproductivo (Roca, 2012; Revelo López, 2013 ).

### **Aspectos fisiológicos del tracto reproductivo**

El tracto reproductivo del ganado consta de dos ovarios, dos oviductos, dos cuernos uterinos, un cuerpo uterino, el cérvix, vagina y vulva. La vejiga se encuentra debajo del tracto reproductivo y está conectada al abertura uretral ubicada en el piso vaginal. El recto está localizado arriba del sistema reproductivo. (Feitsma, 2016)

La vulva es la entrada al sistema reproductivo de la vaca y cumple 3 funciones: el paso de la orina al exterior, la apertura para la función de apareamiento y finalmente como parte del canal de parto. Cuando el animal se está acercando al periodo de estro, la vulva por lo general se empieza a inflamar y a desarrollar una apariencia húmeda y rojiza. (Feitsma, 2016)

La vagina es un conducto de aproximadamente 20 a 30 cm, y se extiende desde la apertura uretral hasta el cérvix. Durante el apareamiento, el semen se deposita en la porción anterior de la vagina. La vagina también sirve como parte del canal de parto durante el periodo de parto.

El cérvix es un órgano con paredes gruesas que forma una conexión entre la vagina y el útero. Está compuesto por tejido conectivo denso y músculo, y será el punto de depósito cuando se insemina el ganado. La abertura del cérvix sobresale hacia la vagina. Esto forma un bolsillo de 360° con extremos ciegos que se cierra completamente alrededor de la abertura cervical. Este bolsillo se conoce como el fornix. El interior del cérvix contiene de tres a cuatro anillos o pliegues anulares que facilitan la función principal del cérvix, que es proteger el útero del entorno externo. El cuello uterino se abre anteriormente en el cuerpo uterino. (Feitsma, 2016)

El cuerpo del útero sirve como una conexión entre los dos cuernos uterinos y el cuello uterino. El útero es el sitio donde se debe depositar el semen durante la inseminación artificial. La función principal del útero es brindar un ambiente adecuado para un apropiado desarrollo fetal. Asimismo, los músculos uterinos, bajo la influencia de las hormonas oxitocina y estrógeno, empiezan a contraerse rítmicamente para ayudar a transportar el semen hacia los oviductos. (Feitsma, 2016)

Los oviductos, como su nombre lo sugieren, son conductos que se encargan de llevar a los óvulos de la vaca. Puede dividirse microscópicamente en 3

secciones: Istmo (que sirve como receptáculo para el esperma), ámpula (Sitio donde ocurre la fecundación) y el infundíbulo (Estructura similar a un embudo que rodea al ovario, manteniéndolo en su posición y captando los óvulos). (Feitsma, 2016)

Los ovarios son los órganos primarios en el tracto reproductivo de una vaca. Tienen dos funciones: producir huevos y producir hormonas, es decir, estrógeno y progesterona, a lo largo de las diferentes etapas del ciclo estral. En la superficie del ovario, generalmente encontrará dos tipos diferentes de estructuras: Los folículos los cuales son estructuras llenas de líquido y ampollas que contienen ovocitos en desarrollo, y el cuerpo lúteo donde la ovulación ocurre durante los ciclos reproductivos. (Feitsma, 2016)

### El ciclo estral

El reinicio de la ciclicidad ovárica postparto se encuentra afectado por la raza, la edad, el número de parto, el estado nutricional, los cambios de peso durante el puerperio, las enfermedades perinatales, el amamantamiento y la producción de leche, entre otros (Arana et al, 2006).

En general, las vacas lecheras en crianza intensiva reinician su actividad cíclica alrededor de los 30 días del parto, aunque la manifestación del celo puede pasar desapercibida (Arthur, 1991). El reinicio de la actividad ovárica está regulado por el eje hipotálamo-hipófisis-gónada, en base a un adecuado balance endocrino y al restablecimiento de la funcionalidad uterina. (Friend, 1991)

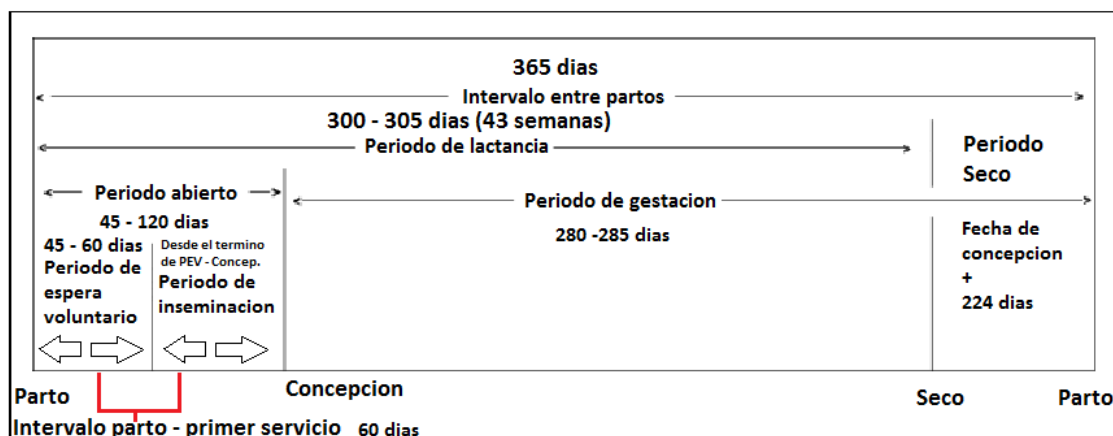


Figura 1. Calendario reproductivo anual en ganado lechero (Stuart., 2005)

El ciclo estral está definido como el periodo de tiempo abarcado entre la presentación de un estro y otro, tiempo en el cual se desencadenan diversos mecanismos fisiológicos que culminan con la ovulación, y que tienen como objetivo preparar al organismo para que se dé la fecundación, nidación e implantación del embrión. Desde que el ciclo estral se establece en la pubertad, éste continúa sin cesar a menos que se establezca la preñez o que las condiciones nutricionales sean severamente desfavorables. Normalmente el ciclo estral de la vaca tiene una duración de 3 semanas (17 a 25 días).

El estro (celo o calor) es el momento más importante y notorio del ciclo estral y se caracteriza por una serie de cambios físicos y comportamentales que llevan a la hembra a aceptar espontáneamente al macho. El celo se caracteriza por la exaltación de los instintos y modificaciones psico-somáticas en la cual la hembra se pone inquieta, frecuentemente emiten sonidos y presentan un apetito irregular. Las micciones se hacen más frecuentes, y sus órganos sexuales externos se hacen más sensibles y se ponen tumefactos y congestionados. Son notables las secreciones vulvares provenientes del útero y la vagina, las cuales tienen una consistencia de moco elástico y brillante, algunas veces pueden ser sanguinolentas. La duración del estro se encuentra en un rango de 2 a 50 horas, aunque la mayoría de animales presentan estros con duración media de 12 a 18 horas. Altas temperaturas no alteran la duración del ciclo estral pero pueden reducir la duración del estro y disminuir las concentraciones circulantes de hormonas reproductivas.

El ciclo estral puede ser dividido en dos fases, la fase folicular que comprende desde el día 19 hasta que el estro ocurre, y la fase luteal que comprende entre el día 0 (estro) hasta el día 18. La fase lútea está caracterizada por la producción por el cuerpo lúteo de niveles de progesterona elevados, los cuales son detectados en sangre. La fase folicular se caracteriza por la aceleración en el crecimiento del folículo dominante y el aumento en los estrógenos circulantes.

Durante el ciclo estral actúan principalmente 6 hormonas de las cuales 1 tienen origen en el hipotálamo GnRH, 2 son producidas en la hipófisis (FSH y LH) , 2 son producidas en el ovario (progesterona y estrógenos) y 1 es producida en el

útero (PGF2 $\alpha$ ). En primer lugar tenemos la GnRH o factor liberador de gonadotropinas, la cual es la encargada de regular la adecuada liberación desde la hipófisis de las hormonas folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). La GnRH a su vez es controlada por los niveles circulantes de progesterona, estrógenos y señales metabólicas como las concentraciones sanguíneas de insulina, glucosa, neuropeptido Y, Ghrelin, ácidos grasos no esterificados entre otros. La FSH es un neuropeptido producido en la hipófisis anterior, y es la encargada de controlar el crecimiento folicular y la esteroidogénesis. Aunque anteriormente se creía que los periodos de anestro se debían a una disminución en la producción y liberación de FSH con una disminución o cese total del crecimiento folicular (ovarios estáticos), posteriormente se comprobó que el crecimiento folicular en los bovinos es continuo desde su inicio en la pubertad. Los periodos de anestro pueden ser debidos a: falla en la diferenciación folicular que conlleva a bajos niveles circulantes de estrógenos y no aparición del pico preovulatorio de LH, fallas en la luteolisis con elevadas concentraciones de progesterona circulantes que bloquean la liberación de GnRH para LH, o por deficiencias nutricionales donde las señales metabólicas bloquean la liberación y función de la GnRH. La LH al igual que la FSH es producida en la hipófisis. La LH es la encargada de desencadenar la ovulación, a través del pico preovulatorio de LH y es la responsable por la formación del cuerpo lúteo con consecuente aumento en los niveles circulantes de progesterona. El estrógeno (E2) es la hormona esteroide femenina, producida en el ovario durante el crecimiento folicular y de gran importancia ya que favorecen la maduración del oocito, preparan el útero para recibir el semen, desencadenan el pico preovulatorio de LH, sensibilizan a la mucosa uterina ante la presencia de oxitócina para que se produzca PGF2 $\alpha$  y son los responsables por los signos de estro. La progesterona (P4) es una hormona esteroide producida en el ovario, en una estructura llamada cuerpo lúteo, la cual se forma a partir del folículo después de la ovulación. La progesterona es de gran importancia ya que ella prepara en útero para recibir el embrión y garantizar la preñez, controla la liberación de GnRH y con esto se convierte en una llave que abre o cierra el ciclo estral. La PGF2 $\alpha$  es el principal agente luteolítico y por ende, el responsable de la disminución de los niveles circulantes de progesterona en el ciclo estral. La PGF2 $\alpha$  se produce en la mucosa uterina sensibilizada por estrógenos bajo el estímulo de la oxitócina, sustancia que

es producida por el cuerpo lúteo cuando envejece. La  $\text{PGF}_{2\alpha}$  está relacionada con los patrones sexuales y la conducta maternal.

Durante el ciclo estral normalmente ocurren de 2 a 3 ondas foliculares, las cuales son estimuladas por las ondas de FSH. A medida que los folículos de la primera onda folicular crecen, aumentan los estrógenos circulantes los cuales podrían estimular la liberación de un pico preovulatorio de LH pero en presencia de progesterona la GnRH está bloqueada y el patrón de pico de LH no ocurre. A medida que el cuerpo lúteo envejece y si no hay una señal antiluteolítica (interferon tau) la producción de progesterona por parte del mismo comienza a disminuir y se comienza a producir oxitócina que cuando llega a las células de la mucosa uterina sensibilizadas por la presencia de estrógenos es convertida en  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , lisándose el cuerpo lúteo y cayendo drásticamente las concentraciones de  $\text{P}_4$ , Con la caída en los niveles circulantes de progesterona el bloqueo a la GnRH desaparece y con el aumento de los estrógenos que son producidos por la segunda onda folicular se desencadena el pico preovulatorio de LH, el estro y la consecuente ovulación.

### **Eficiencia reproductiva**

La reproducción se traduce en la piedra angular de la renovación biológica de todas las especies. El hecho de tener una alta eficiencia reproductiva es requisito para el éxito económico de la explotación. Por el contrario, una baja eficiencia reproductiva implica disminución en los niveles de producción de leche y en el número de terneros obtenidos. Entonces, tanto la eficiencia reproductiva como la rentabilidad, se maximizan cuando se obtiene un parto por año. Desafortunadamente, los índices reproductivos actuales muestran intervalos entre partos que superan los 14-15 meses (Fricke, 2001).

En lo que se refiere a la eficiencia reproductiva del hato, los parámetros reproductivos son determinantes por el hecho de tener impacto directo sobre los costos de producción (Hernández, 2010). En este aspecto, es primordial que cada hembra presente una regresión rápida a un nuevo ciclo reproductivo después del parto, siendo esta situación la que determina el rendimiento económico de la cría de ganado bovino (Hernández, 2011). El nacimiento de suficientes becerras que

servirán de reemplazo permite mantener el tamaño del hato e incluso incrementarlo (Carvazos, 2013).

Por otro lado, el manejo reproductivo en cualquier hato se basa en un programa de diagnóstico, control reproductivo y buenos registros, con visitas periódicas del veterinario para la toma de decisiones. En un hato con buen manejo, las vacas deben empezar a ciclar entre la segunda y cuarta semana después del parto. Cabe señalar que, cuando los animales han sufrido problemas de salud o se encuentran en balance energético negativo se prolonga el retorno al ciclo reproductivo. Además, para maximizar la eficiencia en los sistemas de producción se debe lograr un ambiente armónico entre los animales y el medio circundante, complementado por los aspectos sanitarios, nutricionales, climáticos y de manejo. La supresión de las funciones reproductivas, es el resultado más evidente cuando ha ocurrido algún inconveniente entre dichas interacciones, pues la reproducción no es un evento prioritario dentro de las funciones de todo organismo y tiende a suprimirse en varios estados patológicos. El medio externo, ya sea el clima o la nutrición, frecuentemente perjudica la reproducción (Sánchez, 2010). Adicional, la baja fertilidad en el hato probablemente es más costosa que la esterilidad permanente debido a que la esterilidad es notada y eliminada muy pronto mientras que la baja fertilidad produce una pérdida menos aparente pero más constante (Alvear, 2010).

Para realizar un buen trabajo de evaluación reproductiva, es necesario contar con registros completos e individuales a fin de que se puedan analizar todas las vacas (Casares, 2003), enfatizando que solamente un registro de partos es insuficiente para cualquier evaluación (González, 1985). Los registros individuales brindan la posibilidad de evaluar la eficiencia reproductiva utilizando parámetros rigurosos, que son indicadores de los períodos reproductivos y proveen información específica de la fertilidad del hato. Mediante la evaluación de parámetros reproductivos, es posible examinar el desempeño reproductivo del hato sin tener que esperar largos períodos.

### **Parámetros reproductivos**

La eficiencia en la reproducción es un conjunto de medidas que se expresan en parámetros reproductivos de beneficio económico e involucran el más costoso problema que debe encarar la ganadería lechera (Román, 2008). Se debe señalar que los hatos dedicados a la lechería buscan, como objetivo principal, tener niveles de producción por vaca en lactancias consecutivas; las cuales se relacionan directamente con el número de partos de las vacas que forman parte del hato (Velázquez, 2010).

Para estimar la eficiencia reproductiva es necesario contar con parámetros reproductivos indicadores, que maximicen el desempeño de los animales en el hato (Risco, 2005). Su uso sistemático es muy importante, debido a que abre la posibilidad de detectar problemas existentes y de esa forma evitar su agravamiento. El beneficio en su utilización, se basa en minimizar las pérdidas económicas por situaciones de baja fertilidad en el rebaño, que pueden surgir por la demora en realizar el primer servicio posparto, celos perdidos, mala alimentación y manejo (De la Torre, 2006).

De los cuales, el intervalo entre partos, el número de días abiertos y el número de servicios por concepción son los que mejor describen la eficiencia reproductiva de un hato (Gallegos, 1998). Los indicadores reproductivos más importantes se reportan en el Cuadro 2:

Cuadro 1. Parámetros reproductivos y sus valores promedios en hatos comerciales.

<b>Parámetro reproductivo</b>	<b>Valor óptimo</b>	<b>Valor que indica problema</b>
Intervalo entre Partos	12.5 a 13 meses	> 14 meses
Días al primer celo observado	< 40 días	> 60 días
Vacas en celo en $\leq$ 60 días post parto	> 90%	< 90%
Días de vacía al primer servicio	45 - 60 días	> 60 días
Número de servicios por concepción	< 1.7	> 2.5
Tasa de concepción al 1er.servicio, novillonas	65 - 70%	< 60%
Tasa de concepción al 1er. Servicio, vacas	50 - 60%	< 40%
Vacas que conciben con < 3 servicios	> 90%	< 90%
Vacas con un intervalo entre servicios (18 a 24 d)	> 85%	< 85%

Días abiertos	85 - 110 días	> 140 días
Vacas vacías por más de 120 días	< 10%	> 15%
Duración del período seco	50 - 60 días	< 45 o > 70 días
Edad al primer parto	24 meses	< 24 o > 30
Porcentaje de abortos	< 5%	> 10%
Descarte por problemas reproductivos	< 10%	>10%

Alvear, 2010.

Tal es la importancia de un buen manejo reproductivo, que es indispensable que los productores trabajen en conjunto con el veterinario a fin de establecer estrategias de manejo y analizar las intervenciones necesarias a tiempo, siempre y cuando se dispongan de los registros individuales productivos y reproductivos (Román, 2008). Los valores ponderados se presentan en el cuadro 3.

### Intervalo entre partos

El intervalo entre partos (IEP), es el parámetro productivo más frecuentemente utilizados para evaluar la fertilidad de los animales de un hato, además es el más empleado como indicador de la eficiencia reproductiva. Se define como el número medio de días que transcurren entre un parto y el siguiente (Sanchez, 2010), siendo el indicador más preciso y práctico a la hora de evaluar la eficiencia reproductiva de un hato lechero (Carrión, 2002). Además, es considerado como el de mayor impacto económico; puesto que representa la eficiencia con la cual se generan los productos que son el reflejo de los ingresos y que, por lo tanto determinan el desempeño económico de la explotación (Sanchez, 2010).

Cuadro 2: Ponderación por índice reproductivo

Parámetro	Excelente	Bueno	Regular
Intervalos entre partos (días)	350 - 380	381 - 410	411 - 450
Número de servicios por concepción	1.5	1.8	2
Fertilidad al primer servicio ( % )	55	45 - 54	44
Días abiertos	50 - 99	101 - 130	>130

Dávalos, 2005.

Asumiendo que no existen diferencias en cuanto al período de gestación, el intervalo entre parto y parto está determinado por la duración del período de servicio y éste, a su vez, por el tiempo transcurrido desde el parto hasta el primer servicio y por el intervalo entre el primer servicio y la concepción (Arana-Echevarría-Segura, 2006). (Fig. 1)

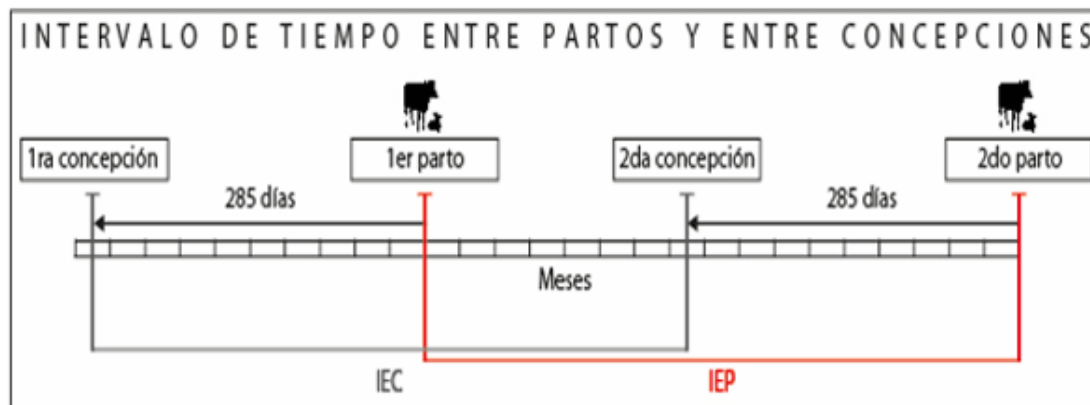


Figura 1. IEC e IEP: Duración entre concepciones y partos

Bajo un punto de vista económico, el intervalo óptimo entre 2 partos es de 13 meses aproximadamente entre el primer parto y el segundo y de 12 meses entre los partos restantes, ya que dichos partos tienden a hacer máximo el rendimiento por día y hato y por consecuencia, la duración de la vida productiva. (Schmidt et al., 1976).

Para Larracharte-Cardoso (2015), la meta del criador es lograr un intervalo interparto de 365 días, si es mayor a este valor se atrasará en su fecha de parición o fallará. No conviene retener las vacas difíciles de preñar porque tarde o temprano fallan y/o alargan su intervalo interparto. Combinando una alta tasa de concepción y una rápida reiniciación de la actividad sexual posparto se logra un intervalo interparto lo más corto posible, y la característica resultante es lo que se denomina regularidad en los procreos (Rovira, 2008). Las vacas más flacas presentan los mayores intervalos interparto mientras que vacas más gordas tienen menores intervalos interparto (Scaglia, 1997).

Arellano et al. (2006). Establecen que el intervalo entre partos (IEP) es uno de los mejores indicadores para evaluar la eficiencia reproductiva de un hato. Sin embargo, en su misma cualidad radica su mayor defecto: presenta un diagnóstico tardío de la fertilidad; cuando se descubre un intervalo excesivo entre partos, la disminución de la productividad es un hecho consumado [De Alba, 1985]. La producción óptima es la obtención de un becerro por vaca por año. Algunos de los factores que afectan el IEP son el genotipo, la época y año de parto y el número de partos [De Alba, 1985; Valle, 1985; Cortés y Martínez, 2000].

Trabajar en una empresa lechera tiene el objetivo de producir un ternero anual, lo que implica conseguir un IEP de un año, para lo cual es necesario realizar un óptimo manejo desde el parto con el fin de que la vaca tenga una buena involución del útero y así pueda entrar en celo rápidamente. Subsecuentemente, es determinante la precisión en la detección de calores para ser más eficientes en la concepción (Velázquez, 2010), a fin de mantener entre el 8 y 9% de animales gestantes cada mes (De la Torre, 2006).

El IEP influye sobremanera en el tiempo que las vacas muestran su mejor desempeño en la producción de leche, que suele ser en los primeros 120 días de lactancia (Risco, 2005), por lo que se dispone como tiempo máximo 90 días desde la fecha del parto hasta la concepción; tomando en cuenta 288 días promedio de gestación. Lo anterior implica que si el intervalo entre parto – primer servicio es mayor a 60 días, el animal sólo podría ser preñado con un sólo servicio para lograr el propósito establecido (De la Torre, 2006), siendo óptimo que las vacas queden en estado de gestación cuando se encuentran produciendo leche para así aprovechar mejor su vida útil. Un animal que se encuentra gestante después de los 90 días posparto, es capaz de seguir produciendo 7 meses más. Para que ocurran estos dos eventos en paralelo, es necesaria una alimentación adecuada (Mairena, 2002).

La corta duración de dicho parámetro proporciona un panorama positivo de la adaptación del animal en el ambiente que se desenvuelve (Sanchez, 2010). Pero cuando se excede del período “ideal”, vienen problemas como el costo extra de la inseminación, incremento de servicios por gestación, exceso de número de vacas

de desecho, pérdidas de ternero por vaca entre otros (De la Torre, 2006), los mismos que representan pérdidas económicas y una de las principales causas del acortamiento de la vida reproductiva de las hembras y disminución del número de partos de por vida (Hernández, 2011). Es por esto que el IEP constituye uno de los parámetros reproductivos que más afecta el desempeño reproductivo de las hembras bovinas (Vergara, 2008). Por otro lado, entre las causas de IEPs prolongados, éstas son resultado de la interacción de múltiples factores, como por ejemplo: edad al primer parto, grupo racial, nutrición, peso al tiempo de servicio o condiciones sanitarias (Sánchez, 2010).

En los resultados de investigación, destacan promedios generales para IEP, y DL de  $427 \pm 103$  días, y  $255 \pm 80$  días para vacas de diferente genotipo con Holstein. Además, indican que vacas paridas en la época lluviosa tuvieron los IEP más cortos, vacas de primer parto tuvieron los IEP más largos y produjeron menos leche por lactancia.

Echevarría (2009) en la cuenca lechera de Lima (2009), determinó la edad al primer servicio (EPS), edad al primer parto (EPP), intervalo parto – primer servicio (IPPS), intervalo parto–concepción (IPC), intervalo entre partos (IEP), número de servicios por concepción (NSC), tasa de concepción al primer servicio (TCPS) y tasa de concepción global (TCG), en base a registros históricos de 559 vacas Holstein de 4 establos de lechería intensiva de la cuenca lechera de la región. Como componentes ambientales se analizaron las variables establo, época de parto (verano: diciembre a marzo; invierno: abril a agosto; y primavera: septiembre a noviembre) y número de partos (primerizas y multíparas). El EPS fue de  $17.5 \pm 0.1$  meses ( $n = 559$ ), EPP de  $27.2 \pm 0.2$  meses, ( $n = 455$ ), IPPS de  $109.2 \pm 1.5$  días ( $n = 1233$ ), IPC de  $181.1 \pm 3.4$  días ( $n = 1035$ ), IEP de  $15.2 \pm 0.1$  meses ( $n = 775$ ), NSC de 2.41, TCPS de 46.1% (66.9 y 36.5% en vaquillas y vacas, respectivamente) y TCG de 41.5%. El IPPS de vacas con parto en invierno fue estadísticamente más corto que en vacas paridas en primavera y verano (105.0 vs. 112.7 y 113.8 días, respectivamente). Asimismo, las multíparas tuvieron un mejor comportamiento reproductivo que las primerizas.

Sepúlveda (2001) en el estudio: Limitantes en los programas de inseminación artificial en ganaderías lecheras del sur de Chile, indica como una meta plausible que el 85% de las vacas deben ser observadas en celo dentro de los 60 días del parto, de lo contrario cabe pensar en ausencia de actividad cíclica ovárica. El reinicio de esta actividad está regulada por el eje hipotálamo–hipófisis–gónada, en base a un adecuado balance endocrino y al restablecimiento de la funcionalidad uterina tras la completa involución del tracto reproductivo (Sepúlveda et al, 1999).

En condiciones fisiológicas normales y con el adecuado estatus alimenticio, la primera ovulación postparto, usualmente sin signos de celo, debe ocurrir dentro de las primeras tres semanas, pero la segunda ovulación, tres semanas más tarde, se debe presentar acompañada de signos de celo (Stevenson, 1983).

En los estudios realizados por Villagómez y Garcia (2012) se describen los parámetros reproductivos y productivos de cruza de vacas lecheras y los comparan con los parámetros de ganado Holstein puros. En el estudio podemos observar parámetros observados como el intervalo entre parto marcando una cantidad de entre 435-450 días en el caso de las vacas de raza Holstein puras y un total de entre 390-420 días para cruza de Holstein lo cual se encuentra dentro de los parámetros aceptables marcados en la literatura. También menciona el estudio un total de  $160.8 \pm 21.7$  días abiertos para vacas Holstein puras, lo cual se asemeja a los 166 días que varios autores marcan en su literatura como aceptables.

En los resultados del estudio se menciona un aumento del índice de temperatura y humedad (ITH) de  $\leq 70$  a  $\geq 95$  unidades se asoció con una disminución en preñado por inseminación artificial (P/IA) de 47% a 26%. El P/IA para vacas inseminadas en días extremadamente calurosos (ITH = 85 a 90) precedidas por temperaturas más frías fue seis puntos porcentuales mayor que las vacas sometidas a altas temperaturas antes de la cría. P / IA fue mayor ( $p < 0.05$ ) de enero a marzo (39% a 41%) en comparación con el resto del año (27% a 35%). El número promedio de inseminaciones por gestación fue mayor ( $p < 0.05$ ) de mayo a julio (3.0 a 3.4) en comparación con otros meses (2.1 a 3.0).

El estudio concluye que en este ambiente árido caliente particular (temperatura máxima > 38 °C la mayor parte del año y 230 mm de precipitación media anual), el estrés térmico poco antes o después de la reproducción compromete gravemente el éxito reproductivo de las vacas Holstein de alto rendimiento.

### **Importancia del primer servicio en vacas de producción de leche**

Tradicionalmente se considera adecuado un periodo de espera voluntario de 40 a 60 días post parto para dar el primer servicio, sin embargo, no es solamente la longitud del tiempo que se espere lo que conduce al éxito reproductivo, es el establecer un periodo de espera voluntario basado en un programa reproductivo establecido para las necesidades particulares de la explotación. Después del parto las vacas básicamente tienen una fertilidad de cero, aunque esto cambia rápidamente en el transcurso de las semanas, al tiempo que el útero involucre y retorna a su tamaño normal reasumiendo sus actividades estrales normales.

El primer servicio depende del peso corporal y se relaciona con el peso adulto de las vacas. Las vacas son usualmente incorporadas al servicio al alcanzar entre 70 y 75% de su peso adulto, lo que significa un peso umbral de 300; 320 y 340 kg en hembras criollas y mestizas bajo sistemas tradicionales y mejorados, respectivamente (Reyes, 2006).

El periodo crítico en la vida reproductiva en la vida de una vaca comienza en el momento del parto y se extiende por 85 a 100 días (Reyes, 2006). Si damos el primer servicio a 80, 100 o 120 días post parto, tendremos un periodo abierto promedio de 160 días: si le concedemos 3 servicios a la que inseminamos a 120 días, nos lleva a 160 días abiertos (Reyes, 2006).




0 horas	Demasiado pronto	Bueno	Momento excelente para inseminar				Bueno	Demasiado tarde
		6 horas	9 horas	18 horas	24 horas	28		
								
<b>Antes del celo</b> (6-10 horas)		<b>Durante el celo</b> (18 horas)		<b>Despues del celo</b> (10 horas)			<b>Huevo liberado</b> (6-10 horas)	
1.- Olfateo de otras vacas 2.- Tentativas a montar otras vacas 3.- Vulva humeda, roja y un poco inflamada		1.- Tolerancia a cubricion 2.- Cubricion de otras vacas 3.- Disminucion de alimento y leche 4.- Bramidos frecuentes 5.- Secrecion de mucosa clara 6.- Tendencia a montar		1.- No tolerancia a cubricion 2.- Secrecion de mucosa clara en la vulva			(Algunos estudios indican que la vida del huevo puede ser de mas de 20 horas)	

Figura 2. Guía cronológica para detección del celo y el momento adecuado para la aplicación de la inseminación (Rodríguez, 2008)

### Importancia del período parto–primer servicio

El período parto-primer servicio es uno de los parámetros productivos más comúnmente utilizados como indicador de la eficiencia productiva de una explotación y se define como el número medio de días que transcurren entre un parto y el siguiente (Aparicio-Piñeiro., 2008). Está directamente relacionado con el número de partos por hembra y año y se puede representar con la siguiente fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de partos por hembra y año} = 365 \text{ (días/año)} / \text{IEP (días/parto)}.$$

Para poder entender de una forma más completa este periodo, es posible dividirlo en 3 diferentes etapas completas:

- **Intervalo parto – primer celo:** Tiene una duración aproximada de 45 días y constituye el tiempo necesario para la involución uterina, eliminar cualquier contaminación en el útero y reanudar la actividad ovárica (Zambrano, 1986).

- **Intervalo primer celo – primer servicio:** Su longitud varía según el criterio de las personas a cargo de los establos, sin embargo, muchos consideran que se deben esperar 90 días antes del primer servicio postparto. En general, cuando el primer celo se presenta muy temprano en el post-parto existen pocas probabilidades de éxito en la concepción (Zambrano, 1986).
- **Intervalo primer servicio – concepción:** Es un periodo de espera antes de la concepción en donde es posible detectar enfermedades y errores en la inseminación o en la detección del celo. Se aceptan como óptimo un promedio de 20 a 30 días. Esto permite mantener un promedio óptimo de 85 a 100 días abiertos (Zambrano, 1986).

En sí, es muy importante mantener un registro de las actividades durante estos periodos, especialmente las fechas aproximadas a parto. A partir de la información del último parto y el diagnóstico de gestación, es posible obtener un estimado del intervalo entre partos e incluso de los días abiertos (Zambrano, 1986)

La determinación del intervalo parto – primer servicio nos permite hacer análisis retrospectivos acerca del comportamiento reproductivo de los animales en un hato, pero excluye a las vacas que en ese momento están en primer parto, vacas infértiles y vacas eliminadas por infertilidad. La presencia de abortos dentro de un hato lechero también afecta este parámetro. (Zambrano, 1986)

Existen diferentes factores que pueden alterar este intervalo por lo general pueden darse por enfermedades infecciosas como metritis o endometritis, vaginitis y piometra, también existen condiciones no infecciosas como problemas y lesiones en partos anteriores, distocia y retención de membranas fetales.

Comparando estudios que utilizaron estimación de progesterona láctica para determinar el tiempo medio de la reanudación post-parto del ciclo ovárico en ganado lechero (Bulman & Lamming, 1978) y en ganado de carne (Peters & Riley, 1982) donde se obtuvo  $24.0 \pm 0,6$  y  $59,9 \pm 3.5$  días respectivamente existiendo un efecto inhibitor mediado por la reducción de la secreción de LH (Hormona luteinizante).

La dieta y la condición corporal de un individuo también juegan un factor determinante en el regreso del ciclo ovárico. Una nutrición inadecuada y una dieta deficiente de energía es la causa más importante de anestro post-parto. Vacas con condición corporal de 2.5 o menos son más propensas a presentar retrasos significativos en la presentación del ciclo ovárico.

Es importante considerar la zona y el clima de la región donde se encuentre un hato lechero, en el siguiente cuadro podemos observar los parámetros de intervalo entre partos y el intervalo parto-primer servicio, junto con la edad a primer parto en diferentes regiones estatales e internacionales:

Cuadro 3. Comportamiento de parámetros reproductivos en diferentes regiones

Parámetro	comportamiento	Lugar de estudio	Cita
	12.5-13 meses	Veracruz, México	Sánchez, 2010
	12 meses	Mohave, AZ	Tronstad, et al, 2001
Intervalo entre partos	13.1 meses	California, USA	Smith, et al,2009
	435-450 días Holstein puras	Valle del Mezquital, Edo. Hidalgo	Villagómez, et al, 2012
	66 ± 29 días	Durango, México	Mellado, et al, 2013
	25 meses	California, USA	Dairy Reproduction Benchmarks, 2009
Edad al primer parto	24 meses	Mohave, Arizona	Tronstad, et al, 2001
Porcentaje de preñez	41-43% (Zonas áridas con estrés calórico puede disminuir a 27%)	Durango, México	Mellado, et al, 2013

### Intervalo parto - Concepción (IPC)

El período parto-concepción es el tiempo promedio desde el término del parto hasta tener una inseminación exitosa. Depende de dos parámetros: Qué tan pronto se están inseminando las vacas después de parir y la proporción de vacas que se logren preñar para cada inseminación. Un aumento en el anterior aumentará el IPC, así como una disminución en el último. (Laven, 2018)

Un IPC de 85 días resulta en un ternero por año. En rebaños estacionales, ese debería ser el parámetro a seguir. En rebaños no estacionales de mayor rendimiento, un IPC de 95 días es más razonable. (Laven, 2018)

### **Relación de los parámetros reproductivos con la producción de leche**

Uno de los principales objetivos de los establos lecheros es la óptima producción de leche con una buena calidad y una baja variabilidad respecto a tanto su producción como a su calidad.

Bajo circunstancias normales, la producción de leche aumenta durante las primeras seis semanas de lactación y después empieza a disminuir gradualmente. Un factor que restringe la productividad es la baja eficiencia reproductiva y anestro, la cual está asociada en forma directa con el efecto negativo del amamantamiento que se manifiesta por prolongados periodos de anestro posparto y por largos intervalos entre partos (Padilla et al., 1982). Entre los factores que afectan la producción de leche y fertilidad se mencionan la época del año, el número de parto de la vaca (V. Carrasco et al, 1986) y el genotipo (Magaña, 1995).

### **Relación entre el intervalo entre partos y calidad de la leche**

Hablando del intervalo de partos, este periodo de tiempo tiene una influencia sobre varios parámetros reproductivos, pero especialmente en la producción de leche por lactación y en la vida productiva total de la Vaca. (P. Meléndez et al, 2007)

En estudio realizado por Simona Baul en el 2013, se mostró que el intervalo de parto influyó significativamente ( $p < 0.05$ ) en la forma de las curvas de lactancia para el contenido total de sólidos no grasos, cuando el intervalo de parto varió entre 351-450 días e intervalos superiores a 450 días. (Baul S. et al, 2013)

También mostró una evolución del porcentaje diario de materia seca total, registrando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los intervalos de parto menores de 350 días e intervalos de 351-450 días. (Baul S. et al, 2013)

## El porcentaje de preñez en ganado lechero

El aseguramiento de la preñez es esencial para el flujo continuo de vacas recién paridas. Esto conduce a una producción diaria, constante y buena del ganado. También asegura un flujo continuo de nuevas vaquillas y becerras de reemplazo dentro del hato.

La tasa de preñez nos ayuda a identificar la proporción de vacas que resultan preñadas en cada ciclo estral, a partir de un determinado periodo de reposo voluntario. Por esa razón, la tasa de preñez se considera un rápido e importante indicador de la eficiencia reproductiva. Y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Tasa de preñez (TP, \%)} = \text{Detección de Celo (\%)} \times \text{Fertilidad (\%)} / 100$$

A pesar que se sugiere que la tasa de preñez debería alcanzar 35% para maximizar la ganancia económica por vaca, los niveles mayores de 22% parecen ser suficientes para obtener un mayor beneficio potencial. Una TP mayor de 35% significaría que celos y fertilidad deberían incrementar de tal manera que 73% de las vacas resulten preñadas después de 3 ciclos, para lo cual se necesitarían tasas de 60-70% en detección de celo y fertilidad, algo difícil de obtener aún bajo un sistema mejorado. (Stagnaro, 2005)

Larracharte-Cardoso (2015), definen tasa de preñez como la probabilidad de que una vaca expuesta quede preñada y permanezca preñada al momento de la palpación a los 60 (Eler et al. 2002, Van Melis et al. 2010) o 120 días después del servicio (Evans et al. 1999, Doyle et al. 2000). Preñez en vaquillonas, como en vacas, es un rasgo binario (1 = preñada; 0 = no preñada), y requiere detección de preñez en todo el hato (Doyle et al. 2000, Urioste 2008).

El porcentaje de preñez general del hato se obtiene de calcular las hembras confirmadas preñadas del total del hato.

$$\% \text{ de preñez} = \frac{\text{número de vacas preñadas}}{\text{número de vacas expuestas}} \times 100$$

## **Factores que influyen en la fertilidad del Ganado lechero**

La eficiencia reproductiva constituye un conjunto de medidas, expresadas en parámetros reproductivos de beneficio rentable, mientras que la ineficiencia reproductiva comprende uno de los problemas más costosos que enfrenta la ganadería lechera. La fertilidad reducida es preocupación de ganaderos, investigadores y profesionales afines por representar un agravante en la ganadería bovina.

Existen diversos factores que pueden influir en la eficiencia reproductiva y en la fertilidad de la vaca lechera, entre los cuales están:

### **Condición Corporal**

La condición corporal es básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Por lo tanto, es un indicador del estado nutricional de la vaca (Edmonson et al., 1989).

La variación de la condición corporal de un animal en forma individual, o de la totalidad del hato, tiene varias implicaciones que pueden ser utilizadas para la toma de decisiones de manejo. Lopez (2006), menciona que la condición corporal además sirve, para determinar la cantidad y tipo de suplemento que requiere la vaca durante la lactancia. Las vacas en buen estado corporal pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo. Por el contrario, vacas flacas con pocas reservas corporales, requieren de una mayor suplementación.

López en el 2006 menciona que la utilización de los registros de condición corporal permiten que los productores puedan observar la eficiencia nutricional y

reproductiva de un hato. La reanudación de los ciclos estrales después del parto guarda relación con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de carnes al momento del parto. Las vacas que se encuentran en estado de carnes medio a bueno (índice de condición corporal  $> 2.5$  dentro del intervalo de 1 a 5) presentan el celo en un tiempo mínimo; por el contrario, las que tienen peores índices o han perdido peso al final de la gestación tardan progresivamente más tiempo.

En los trabajos de Leaver (1997) se reporta que las tasas de concepción son generalmente bajas (42 -63%) al primer servicio en los extremos de la condición corporal menor a 1.0 y mayor a 4.0 respectivamente. Además menciona que vacas con condición corporal por encima o por debajo ( $<1$  o  $>4$ ) al primer servicio, tienen bajas tasas de concepción ( $<38\%$ ), pero no encontró diferencias estadísticas en el intervalo del parto al primer servicio.

La condición corporal está directamente relacionada con la eficiencia reproductiva. (Tabla 3). Se considera que vacas con una condición corporal mayor a 3, tienen un 29% mayores tasas de preñez comparada con vacas con una condición corporal menor a 2.5. La pobre condición corporal afecta no solo la tasa de preñez sino el IEP, edad del ternero al destete y ganancia diaria del ternero (Arthington, 1999.). Por tanto, la fertilidad suele estar correlacionada con el peso vivo, los cambios de peso y la condición corporal. Ambas son manifestaciones del estado nutritivo y están afectadas por la distribución de los nutrientes de acuerdo con las distintas demandas para el anabolismo muscular y graso, la gestación y la lactación.

### **Estrés Calórico**

Todas las vacas lecheras son susceptibles al estrés calórico, expresando baja fertilidad cuando el ganado se encuentra en climas cálidos. El porcentaje de concepción cae de 40%, obtenido en los meses templados o fríos del año, hasta 15% durante el verano, incrementándose en los últimos años, lo que ha coincidido con el incremento en la producción de leche (Lluén, 2009).

El estrés calórico expuesto hasta el día 7 post-estro afecta el desarrollo embrionario en vacas súper ovuladas. Experimentos in vitro, demuestran que la exposición de los embriones a temperaturas equivalentes a la temperatura rectal de las vacas bajo estrés calórico (41 °C), disminuye la proporción de embriones que llegan a la etapa de blastocisto (Hernández, 2000).

### **Edad de la vaca**

La edad de la vaca tiene un marcado efecto en la tasa de preñez después de la primera inseminación (Boyd & Reed, 1961; Van Dieten, 1964, 1968; De Kruif, 1975). Casi todos los investigadores concluyen que la tasa de preñez se reduce en aquellos animales que han parido por primera vez. De Kruif, por ejemplo, observó una diferencia de 5% en la tasa de preñez entre vacas primerizas y de segundo parto. En animales mayores de 7 años, las tasas de gestación después de la primera inseminación también serán menores.

También se estudió la relación entre la edad y la duración del intervalo entre el parto y la concepción (Andersen, 1966; Flores, 1972; De Kruif, 1975). Todos estos autores reportan que este intervalo es más largo en aquellos animales que han parido por primera vez que en animales de tercer y cuarto parto. La mayoría de los investigadores no atribuyen las tasas reducidas de concepción en las vacas primarias a su edad, sino al hecho de que es precisamente en estos animales donde surgen más problemas en el momento del parto y durante el puerperio. Esto fue verificado por De Kruif (1975), quien comparó vacas de primer parto que habían parido normalmente y en las cuales la placenta no había sido retenida con un grupo similar de vacas de segundo, tercero y cuarto parto y mostró que las diferencias habían desaparecido (Kruif, 1978).

### **Intervalo entre parto y la primera inseminación**

El intervalo entre el parto y la concepción se compone del intervalo entre el parto y la primera inseminación y entre la primera inseminación y la concepción. Todos estos estudios mostraron que la tasa de gestación después de la primera inseminación aumentó, que el número de inseminaciones por concepción disminuyó

y que el intervalo entre el parto y la concepción se alargó a medida que aumentaba el intervalo entre el parto y la primera inseminación (Kruif, 1978).

La mayor tasa de gestación después de la primera inseminación se logró cuando el intervalo entre el parto y la primera inseminación fue de alrededor de 100 días. Cuando este intervalo fue inferior a 40 días, las tasas de gestación mostraron un descenso bastante pronunciado. En ese caso, sin embargo, el intervalo entre el parto y la concepción también fue corto. La evaluación de la fertilidad no debe basarse, por lo tanto, en un criterio único, como la tasa de gestación, sino en todos los criterios conjuntamente (Kruif, 1978).

### **Producción de leche y nutrición**

En la literatura, la nutrición se refiere con frecuencia como la causa de la fertilidad inadecuada. A lo largo del tiempo, se han resaltado las deficiencias y los excesos de una cantidad inusualmente grande de alimentos, minerales, oligoelementos y vitaminas. Por lo tanto, es particularmente difícil profundizar en este asunto dentro del alcance del presente documento y hay varias revisiones disponibles sobre el tema (Lamond, 1970; King, 1971; Broster, 1973; Lotthammer & Ahlswede, 1973; Lotthammer, 1974; Parker & Blowey, 1976; Francos, Davidson & Mayer, 1977). En términos generales, el primer síntoma que aparece cuando la dieta es incorrecta es una disminución en la producción de leche. La fertilidad solo se verá afectada en una etapa posterior. En los Países Bajos, por ejemplo, se cree que la dieta no tiene mucha importancia como causa de insuficiencia reproductiva. Los errores dietéticos pueden asociarse naturalmente con trastornos reproductivos, pero la reproducción deficiente a menudo no se debe a un error en la dieta. La infertilidad debida a causas nutricionales se caracteriza generalmente por una falla del estro y solo en ciertas condiciones se caracteriza por una falla en la concepción o muerte embrionaria temprana (Roberts, 1971). Algunas veces, la infertilidad puede estar asociada con el consumo de fitoestrógenos de las plantas (trébol, alfalfa, remolacha azucarera) (Adler y Trainin, 1960; Kallela, 1964; Lotthammer & Ahlswede, 1973).

La producción de leche está estrechamente relacionada con la dieta. Las opiniones sobre el efecto de la producción de leche en la fertilidad también se dividen. Algunos trabajos pudieron demostrar que la producción de leche tuvo un efecto marcado (Hewett, 1968; Francos y Rattern, 1975; Spalding, Everett y Foote, 1975), otros no lo hicieron (Metz y Politiek, 1970; Koopman y Wijbenga, 1973). Un diagnóstico de enfermedad ovárica quística es más común en las vacas con un alto rendimiento de leche que en aquellas que muestran menores rendimientos de leche (Roberts, 1971; Whitmore et al, 1974b). Sin embargo, es dudoso que exista una correlación genética entre el rendimiento de la leche y la enfermedad quística de los ovarios (Casida y Chapman, 1951; Menge, Mares, Tyler y Casida, 1962).

### **Prácticas de Manejo**

Aunque se puede llegar a pensar que el hombre no tiene relación en las fallas reproductivas del ganado esto puede ser discutido debido a que el hombre es el responsable de brindar al ganado un estado de confort absoluto. El empleo de técnicas de reproducción avanzada como la IA, la transferencia de embriones requieren un adecuado método de detección de estro, ya sea de manera visual, toros marcadores o métodos de detección eléctricos. En cuanto a las técnicas de I.A., el que la IA es una técnica muy usada no quiere decir que es una técnica fácil, ya que la tasa de preñez alcanzada por un técnico inseminador difiere en un 23%. Debido a que no todos los inseminadores han adquirido la habilidad para obtener consecuentemente altas tasas de gestación en el ganado (Med Vet 2002). Mientras que para la detección de estros, la escasa capacitación del personal en la detección de estros reduce la fertilidad de las vacas, problema que lo padecen los ganaderos. En México, en el mejor de los casos se observa el 60% de las vacas en estro y en los casos extremos el 30% (Hernández, 2000).

Desde hace más de 50 años se ha aplicado la regla práctica de inseminación AM-PM y PM-AM, entendiéndose que las vacas que presentan celo en la mañana son inseminadas en la tarde y las de la tarde se inseminan en la mañana siguiente. Esta práctica asegura la fertilidad, siempre y cuando se cuente con una eficiente detección de estros; sin embargo, en condiciones deficientes, no se sabe si la vaca

en estro se encuentra en las primeras o en las últimas horas del periodo de aceptación. Si se programa la inseminación 12 h después, es probable que se realice demasiado tarde, cuando ya haya ocurrido la ovulación (Hernández, 2000).

### **Factores propios del individuo**

También ocasionan fallas reproductivas, los quistes ováricos, abortos, retención placentaria, anestro, metritis, reabsorción embrionaria, y diversas alteraciones anatómicas (adherencias, tumores, entre otras). Los quistes ováricos (Quistes foliculares, quistes luteales) en las vacas lecheras alarga los intervalos entre partos, ocasionando pérdida económica y disfunción reproductiva en la ganadería. La incidencia reportada de quistes ováricos en vacas lecheras varía de 10 a 13%, y los hatos con este tipo de problemas pueden tener una incidencia de 30 a 40% durante períodos cortos (Lluén, 2008 - 2009).

Xolalpa, (2002) en un trabajo de investigación realizado en México, reporta que con un total de 4200 animales, se determinó los eventos de falla reproductiva, presentando las mayores incidencias: metritis 21.64%, quistes ováricos 16.15%, aborto 6.6 %, infertilidad 3.43%, retención placentaria 3.11% y anestro 1.67%. Después de la salida del ternero, existe un periodo de tiempo donde el útero y las estructuras reproductivas relacionadas, se reparan de la experiencia traumática de la gestación y el parto. Este período de recuperación es conocido como involución uterina. En el ganado, dura aproximadamente 30 a 60 días. Después de este período, el ciclo reproductivo de la vaca debe reiniciar.

Algunas vacas exhiben signos de estro durante la involución uterina, lo cual puede confundir a algunos productores para montar o no este animal. Si se permite la monta muy temprano, la oportunidad de concebir disminuye por varias razones:

- a). el útero no se ha recuperado completamente. Si ocurre la concepción, la placentación (proceso de unión del embrión al endometrio y su posterior desarrollo) no es posible.
- b). este periodo de pseudo-estro puede estar o no acompañado por la ovulación. Muchas veces, los niveles hormonales no han vuelto a los niveles necesarios para el desarrollo adecuado y reclutamiento de folículos en el ovario.
- c). especialmente en vacas de alta producción, la mayor parte de la energía consumida

es destinada a la producción de leche. Cuando se suplementan menores niveles de energía en la dieta, de los necesarios, no habrá suficiente energía disponible para las funciones reproductivas. Por todas estas razones, es mejor no permitir la monta en el primer calor después del parto (Mora, 2007).

Una placenta retenida, es aquella que no es expulsada por el cuerpo dentro de las 12 horas siguientes al parto. La retención de placenta ocurre en aproximadamente el 5% de los partos en ganado de carne y 10% en ganado de leche. La retención de placenta es más común en vacas viejas después de gestaciones muy largas o muy cortas y de partos gemelares. Las deficiencias nutricionales infecciones y el uso de ciertas drogas (especialmente compuestas de glucocorticoides, usados comúnmente en cierto tipo de distocias) también pueden incrementar la incidencia de retención placentaria. El tratamiento es necesario si la placenta es retenida por un periodo superior a 12 horas después del parto. El tratamiento debe incluir: inyección con oxitocina y remoción manual de la placenta.

Si la placenta debe ser removida manualmente, se debe tener cuidado de asegurar que el útero no sufra ningún daño y de remover totalmente la placenta. El daño del útero puede resultar en un incremento del tiempo de involución y/o disminución de la fertilidad. Si la placenta, o alguna de sus partes, permanecen dentro de útero después del parto, hay predisposición a una infección, la cual puede dañar el tracto reproductivo y disminuir la fertilidad (Mora, 2007). El prolapso es cuando una parte del sistema reproductivo interno, sale a través de una de las aberturas externas del cuerpo. Hay dos tipos de prolapso reproductivo: vaginal y uterino. Los prolapso vaginales ocurren por que se incremente la hormona relaxina, en el período cercano al parto. Esta incrementa la elasticidad de la vagina. Cuando ocurre el prolapso, parte del tejido vaginal flácido es empujado a través de la vulva y se puede observar por fuera del cuerpo. El prolapso vaginal, generalmente no requiere cirugía y usualmente se corrige solo cuando los niveles de hormona vuelven a la normalidad. Un prolapso uterino ocurre cuando parte o todo el útero, sale a través del cérvix y es empujado hacia la vulva. Los prolapso uterinos, frecuentemente están asociados con dificultad al parto o retención de placenta, por lo que ambas condiciones pueden causar en la hembra mayor presión de la usual. El tratamiento para un prolapso uterino, incluye lavado y desinfección del útero

vigorosamente y empujando el útero hacia atrás manualmente. Como la vaca continua ejerciendo presión, puede ser necesario suturar la vulva para conservar el útero en su lugar, hasta que el animal se relaje. Tanto los prolapsos vaginales como los uterinos, pueden causar infertilidad temporal o permanente si no se tratan adecuadamente (Mora, 2007).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ***Área de estudio***

Los datos se recolectaron en establos del municipio de Tecate, Baja California, México, localizados en latitud 32° 34' 00'' N, a una altitud de 540 msnm. El clima es mediterráneo con lluvias en invierno con promedio de 250 mm anuales y temperaturas que varían desde -10°C a 45°C (García, 1973).

### ***Origen de los datos***

La información se recolectó en seis establos lecheros comerciales, con capacidades que varían de 135 a 822 cabezas en producción por establo. El sistema de producción corresponde al tipo intensivo, con confinamiento absoluto de los animales. En cuanto a la alimentación, se ofrece en todos ellos una ración integral con niveles de proteína cruda promedio del 18% y valores de energía neta de lactancia de 1.62 MCal/Kg. para vacas lecheras de 670 kg que producen > 35 kg de leche /d (NRC, 2001). El promedio real del hato de 305 días y EM para estos hatos lecheros es de aproximadamente 13,300 kg y la tasa de reposición del rebaño fue de alrededor del 47%.

Se utilizaron los registros de producción y reproductivos de 3900 vacas Holstein generados durante los años del 2013 al 2014. Las hembras que se incluyeron en la base de datos fueron aquellas con al menos una lactancia y un registro de inseminación. Los datos productivos y reproductivos, por cada animal, fueron obtenidos del programa de manejo para ganado lechero: Dairy Comp 305.

### ***Variables Productivas y Reproductivas***

Las variables productivas incluyeron producción de leche (PL), días en lactancia (LL), producción de leche ajustada a 305 días (L305), y producción de leche ajustada a 305 días y equivalente maduro (EML305).

Las variables reproductivas incluidas fueron Intervalo parto al primer servicio (IPPS), intervalo parto-concepción (IPC), días secos en la lactancia anterior (DSL A), intervalo entre partos (IEP).

Además se incluyeron las variables: Hato (H), año de parto (AP), época de parto (EP), número de parto (NP).

### **Análisis estadístico**

**Variación ambiental.** Para el análisis de la variación ambiental en las características incluidas en este estudio se utilizó un modelo lineal que incluyó como variables independientes el efecto de hato (H:1 al 6), año de parto (AP:2013 y 2014), época de parto (EP: fría, que abarcó los meses de octubre a abril, y calurosa de mayo a septiembre), número de parto (NP:1 al 6) y todas las posibles interacciones más el efecto de error aleatorio. El análisis se llevó a cabo de aplicar el procedimiento GLM (Modelo Lineal General) del programa SAS ver 9.4. Cuando la interacción resultó no significativa ( $P>0.05$ ) fue eliminada del modelo. Se obtuvieron medias mínimo cuadráticas junto con sus errores estándar para las variables reproductivas y productivas consideradas. Las diferencias entre medias fueron determinadas por la prueba de Tukey (Kuehl, 2001).

**Relaciones funcionales simples y correlaciones.** Se investigaron asociaciones lineales simples y relaciones funcionales simples entre variables en el estudio utilizando el procedimiento CORR y REG, respectivamente, del programa SAS.

**Análisis de factores de riesgo en su asociación con lactancias extendidas.** La siguiente información se dicotomizó: IEP ( $\leq 400=2$ ,  $>400=1$ ), IPPS ( $\leq 60=2$ ,  $>60=1$ ), IPC ( $\leq 120=2$ ,  $>120=1$ ), DSL A ( $\leq 60=2$ ,  $>60=1$ ), NP ( $1\text{ ó }2=1$ ,  $>2=2$ ), producción de leche a un largo de lactancia de 305 días ( $\leq 11,000=2$ ,  $>11,000=1$ ) y la duración de la lactancia=LL ( $\leq 400d=2$ ,  $>400=1$ ). Se aplicó un modelo de regresión logística simple o uni-variable para estudiar la asociación de factores de riesgo con la presencia de lactancias extendidas. Al rechazo de la hipótesis nula de independencia, con Chi-cuadrada, la asociación fue expresada con OR (odd ratio ó razón de desigualdad) junto con su intervalo de confianza al 95%.

Finalmente, se utilizó un modelo de regresión logística multivariable para modelar la presencia de lactancias extendidas. Se incluyeron todos los factores dicotomizados junto con sus interacciones de orden cero. Todas aquellas interacciones y variables predictoras ó explicativas no significativas fueron eliminadas del modelo, de aplicar el criterio estadístico de Wald ( $P > 0.20$ ). El procedimiento LOGISTIC del SAS se utilizó para realizar el análisis de la información y estudiar las asociaciones. La significancia estadística se consideró cuando  $P < 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

El comportamiento en general de las variables reproductivas y productivas incluidas en el estudio se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos para las variables en estudio

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
IPPS	70.57	17.88	26	293
NSC	2.47	1.74	1	10
IPC	137.44	81.31	50	817
IEP	442.76	107.70	350	800
NP	3.11	1.51	1	7
LL	234.14	101.80	180	680
DSL	63.95	31.42	30	280
PL305D	9765.09	5748.14	3800	15000
PL305EM	9611.06	5211.83	4200	17070

N=3900 registros

El valor promedio para IEP rebasa lo recomendado por Alvear (2010), sin embargo la discrepancia es no mayor del 5%, lo cual refleja regular manejo reproductivo en los hatos incluidos. En cuanto al NSC el valor promedio rebasa al valor de 2 recomendado por Alvear (2010), y cae en calificación como manejo regular según Davalos (2005) en el hato. Si bien el valor promedio esta excedido alrededor de un 25% sobre el máximo económico permitido, sin duda esta magnitud es un reflejo de valores extremos registrados con hasta 10 servicios necesarios para cubrir una vaca. Para los días abiertos (IPC), el valor promedio alcanzado del análisis de 3900 registros lo sitúa superior a 130 d categorizados como manejo regular, aunque en su valor mínimo registrado se observan valores del orden de 50 d que caen en el grupo de manejo excelente para esta variable, según Davalos (2005). En cuanto a las variables de comportamiento productivo, se observa en promedio para largo de lactancia un valor de 234 d indicando una subestimación de la misma ya que se tienen registros mínimos de magnitud 180 d pero valores

máximos por arriba de 500d. Los niveles productivos reportados para rendimiento de leche por lactancia en sus tres formas: producción real, producción ajustada a un largo de lactancia de 305 d y producción ajustada a 305d y equivalente maduro presentan valores desde los 3000 kg por lactancias en 180 días hasta niveles de 17000 kg para lactancia por encima de los 500 d de lactancia dando rendimientos diarios en la ordeña por animal superior a los 30 kg reflejando un buen manejo productivo en la explotación.

El IPPS promedió fue de 70 d, que si bien para Alvear (2010) indica problemas por estar excedido de los 60 días, su relación con el desempeño reproductivo del animal se relaciona con la presentación del pico de producción de leche en su lactancia, pudiéndose retrasar hasta los 75 días para evitar problemas relacionados con el desbalance energético, el cual es importante considerar al momento de la primera inseminación, valorando también que el rendimiento al pico y la producción de leche a 305d muestran una relación inversa con este indicador IPPS, esta pérdida de producción de leche se compensa con altas tasas de fertilidad al momento de la primera inseminación y a su vez, reducción del intervalo entre partos y un mejor control de la condición corporal de las vacas al momento del secado. Para De la Torre (2006), establece que podemos disponer de un máximo de 90 días, desde la fecha del parto hasta la concepción, entonces para este estudio, los animales estarían sobrepasándose con un mínimo de 20 días.

En cuanto a la variable número de servicios por concepción, en promedio se logró un valor de 2.47. Según Wilde (2005), se requiere entre 1,5 y 2 inseminaciones por vaca para que ésta quede gestante. Eso sí, señala que 1,65 servicios es lo óptimo, situación con la que coincide Dávalos (2005) quien, según su ponderación, calificaría a los hatos como “Regular” y Alvear (2010) lo calificaría como “En problema”.

### **Variación ambiental sobre parámetros reproductivos y productivos**

En este análisis se incluyó la información de solo 2937 vacas por el desbalanceo y valores extremos atípicos en las variables. No se observaron

diferencias por hato y año de parto ( $P>0.05$ ) sobre las variables en estudio. Los efectos por estación de parto se muestran en el cuadro 6. El IPPS fue mayor para vacas pariendo en temporada cálida que la fría (68.69 vs 68.54 días), pero sin diferencia entre ellos ( $P>0.05$ ). El valor promedio para esta variable según Divya y col. (2014) es adecuado para conseguir una alta eficiencia reproductiva, ya que se ubica dentro del rango de días de entre 41 a 85 que proponen los autores. Singh y col. (2001) indican que los mejores resultados reproductivos pueden lograrse cuando el intervalo parto a primer servicio es de 61-65 días. El valor encontrado para IPPS fue menor que el reporte de Norman y col (2009) de 87 d. Para IPC, no hubo efecto por la época del año ( $P>0.05$ ), con valores de 135 y 134 d para las estaciones cálida y fría respectivamente. En general este valor se encuentra de 6 a 7 d por arriba de los 128 d reportados por Chang y col (2007) y muy similares al reporte por Sun y col (2010) de 133 d. El parámetro DSLA fue de 44.38 d y 43.17, para las épocas cálidas y frías, respectivamente sin diferencias entre ellos ( $P>0.05$ ), estando dentro de lo indicado por Węglarzy (2009) quien reporta mejor comportamiento productivo, sobre todo rendimiento lechero, cuando el rango de días seco fue de 31 a 60 días.

En cuanto a la producción de leche ajustada a 305 días y producción de leche a 305d ajustada por equivalente maduro, se observaron diferencias por estación de parto ( $P<0.05$ ) con valores promedio para PL305 de 11378 para estación de parto cálida y de 12083 kg para estación de parto fría. De manera similar, para la variable PL305EM el comportamiento entre estación de parto cálida vs fría fue de 12645 y 13497 kg. En relación a las producciones de leche reportadas en otros trabajos, en general el comportamiento de estas variables fue mayor, ya que se tiene como meta superar los 10 000 kg como máximo (Frejlach y col 2015).

Cuadro 5. Medias para variables reproductivas y productivas por estación de parto<sup>1/</sup>

Estación	IPPS	IPC	IEP	DSLA	PL305	PL305EM
Cálida	68.69 <sup>a</sup>	135.51 <sup>a</sup>	454.7 <sup>a</sup>	44.38 <sup>a</sup>	11378.11 <sup>b</sup>	12645.90
Fría	68.54 <sup>a</sup>	134.86 <sup>a</sup>	445.5 <sup>a</sup>	43.17 <sup>a</sup>	12083.69 <sup>a</sup>	13497.90

IPPS: Intervalo parto a primer servicio (d)

IPC: Intervalo parto a concepción (d)

IEP: Intervalo entre partos (d)

DSLA: Días seca la lactancia anterior (d)

PL305: Producción de leche ajustada a 305 días (Kg)  
PL305EM: Producción de leche expresada como ajuste a LL y a EM  
1/ : Letras iguales por columna no difieren ( $P > 0.05$ )

Los efectos ambientales sobre las variables reproductivas y productivas, no fueron muy marcadas, lo que indica que los productores de Tecate, están invirtiendo en infraestructura que mitigue los efectos del estrés térmico. Lo cual se avala por el hecho de que los valores reproductivos y productivos están dentro de los rangos reportados como adecuados por otros autores.

En el cuadro 6 se presentan los valores medios para variables reproductivas y producción de leche ajustada a largo de lactancia de 305 días, clasificadas por número de parto. Destacan valores menores para NSC en el grupo de NP=1 con magnitud 2, mientras que en los otros partos en promedio se reportan valores desde 2.54 a 2.63. Además también en el grupo de NP=1 se observaron los valores menores para Intervalo parto-concepción así como para los rendimientos en leche expresados a largo de lactancia 305 días. Los valores mayores para la variable PL305 se presentaron cuando  $NP \geq 4$ , con 12,058 Kg.

Cuando se reclasificaron los valores por la variable número de parto, en dos clases  $\leq 2$  y  $> 2$ , el comportamiento de las variables reproductivas fueron similares a excepción del intervalo entre partos, siendo menor en el grupo de NP  $> 2$  con 416 d vs 497 d para el grupo de NP  $\leq 2$ . Para la variable producción de leche ajustada por largo de lactancia, los mayores valores se observaron el grupo NP  $> 2$ , básicamente en este grupo se ubican a los animales que hacen mejor uso de los nutrientes para producción como única ruta extra a los requerimientos para mantenimiento, no así en el primer grupo donde los animales se les suma un extra de necesidades de nutrientes para crecimiento.

Cuadro 6. Estadísticos descriptivos para las variables en estudio clasificadas por NP

<b>NP</b>	<b>N</b>	<b>variable</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1	334	IPPS	70.90	19.41	32	239
		NSC	2.05	1.58	1	10
		IPC	126.19	79.03	50	457
		LL	298	68.80	180	482
2	974	IPPS	70.08	16.80	30	198
		NSC	2.54	1.76	1	10
		IPC	140.03	84.48	50	783
		IEP	419.47	71.93	350	775
		LL	294.01	77.45	180	783
		DSLAs	67.30	22.19	30	278
		PL305	11160.77	3642.30	4200	14970
3	757	IPPS	69.45	16.17	26	147
		NSC	2.57	1.77	1	10
		IPC	138.19	81.28	50	686
		IEP	416.55	64.52	350	727
		LL	292.53	78.15	180	680
		DSLAs	72.54	27.90	30	237
		PL305	11649.63	3508.75	4150	15000
≥4	961	IPPS	70.31	19.10	28	293
		NSC	2.63	1.82	1	10
		IPC	146.05	86.93	50	817
		IEP	416.16	64.41	350	777
		LL	291.44	79.93	180	617
		DSLAs	72.69	28.47	30	261

PL305 12057.90 4127.84 4640 15000

Cuadro 7. Estadísticos descriptivos para las variables clasificadas por NP 1 o 2

<b>NP</b>	<b>N</b>	<b>variable</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1	1308	IPPS	70.29	17.50	30	239
		NSC	2.41	1.73	1	10
		IPC	136.50	83.31	50	783
		IEP	496.60	146.83	350	800
		LL	294.94	75.49	180	583
		PL305	10527.94	3425.55	4200	15000
2	1718	IPPS	69.93	17.87	26	293
		NSC	2.60	1.80	1	10
		IPC	142.59	84.55	50	817
		IEP	416.33	64.44	350	777
		LL	291.93	79.11	180	680
		DSLÁ	72.62	28.21	30	261
		PL305	11878	3871.51	4150	15000

En el cuadro 8 se muestran los estadísticos descriptivos para las variables en estudio clasificados por largo de lactancia. En este se observan valores por el doble de magnitud en el grupo mayor de 400 días para NSC en comparación con el grupo  $\leq 400$  días (5.55 vs 2.34, respectivamente). El mismo patrón corresponde para la variable intervalo parto concepción (IPC), con valores medios de 316 en el grupo de LL  $> 400$  días contra 129 días en el grupo de largo de lactancia  $\leq 400$  días. Para el resto de variables reproductivas los patrones de comportamiento entre grupos son similares. Los mayores niveles de producción de leche se observaron en el grupo

con > 400 días para la variable LL con un diferencial respecto al grupo con ≤ 400 días de 1346 kg de leche.

Cuadro 8. Estadísticos descriptivos para las variables clasificadas por largo de lactancia.

<b>LL</b>	<b>n</b>	<b>variable</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
>400	175	IPPS	74.48	29.47	28	293
		NSC	5.55	1.98	1	10
		IPC	316.24	131.50	149	817
		IEP	469.92	124.93	350	797
		LACT	3.06	1.54	1	7
		LL	460.20	68.59	401	680
		DSLÁ	62.20	35.14	30	216
		PL305	12562.80	3960.36	5260	15000
≤400	2851	IPPS	69.82	16.69	26	198
		NSC	2.34	1.58	1	10
		IPC	129.13	66.47	50	509
		IEP	449.87	114.42	350	800
		LACT	3.05	1.513	1	7
		LL	277.34	56.99	180	400
		DSLÁ	62.94	33.16	30	280
		PL305	11216.58	3718.04	4150	15000

### Relaciones funcionales simples

Se observó una relación inversa entre las variables IPPS con PL305 (Figura 3), en concordancia con lo establecido por (Inchaisri y col 2011) quienes reportan mayores beneficios con un intervalo de seis semanas en comparación con intervalos mayores.

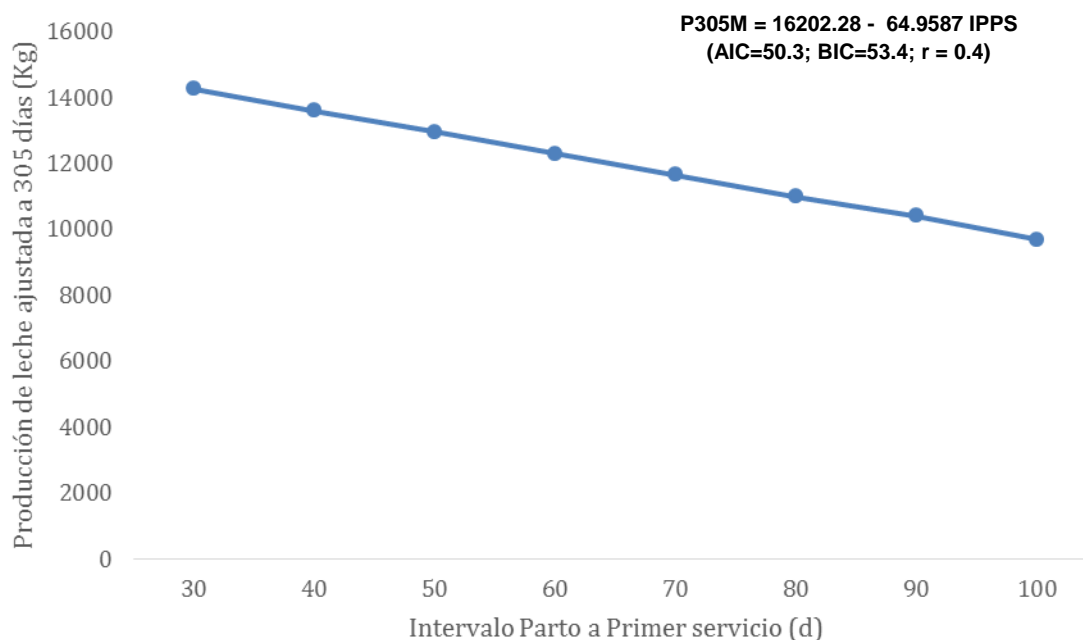


Figura 3. Relación del Intervalo parto a primer servicio con la producción de leche ajustada a 305 días

En el análisis de posibles correlaciones lineales, se observó una asociación positiva significativa ( $P < .01$ ) del orden del 77% entre el NSC y la longitud de los días abiertos, no así ( $P > .05$ ) entre las variables NSC e IEP. Para NSC y producción de leche a EM, a LL de 305 días y PLtotal por lactancia, los valores resultaron positivos y diferentes de cero, siendo de un 12, 14 y 37% respectivamente. En el análisis de asociación entre IPPS y longitud del IEP mostró una correlación significativa de solo el 4%, mientras que la asociación entre el comportamiento entre IPPS vs PL y PL305EM la asociación fue nula, no así entre IPPS y PL305d los cuales muestran una asociación negativa del orden del 10%. Los bajos valores de asociación entre variables reproductivas reflejan variabilidad presente en el comportamiento de las variables además de la presencia de covarianzas ajenas a ellas.

### **Análisis de los factores de riesgo asociados a largos de lactancia prolongados.**

Al dicotomizar las variables reproductivas en su estudio de asociación con lactancias prolongadas, los datos quedaron organizados de la siguiente manera:

Cuadro 9. Estructura de los datos analizados.

<b>variable</b>	<b>clase</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
IEP	> 400	1610	53.21
	≤ 400	1416	46.79
IPPS	> 60	2176	71.91
	≤ 60	850	28.09
DA	>120	1420	46.93
	≤ 120	1606	53.07
DSL A	> 60	1783	58.92
	≤ 60	1243	41.08
NSC	> 4	395	13.05
	≤ 4	2631	86.95
P305M	>11000	1331	43.99
	≤ 11000	1695	56.01

Para la variable producción de leche ajustada a 305 días, de un total de 3,026 lactaciones analizadas, solo 175 fueron mayores de 15 meses (5.78%; con un rango de rendimiento de leche de 5250 a 15,000 kg, como se observa en el cuadro 9. 2851 vacas (94.22%) presentaron un registro menor de 400 días para duración de la lactancia con valores inferiores en el rendimiento completo por lactancia (12563 vs 11217 kg, respectivamente). Los rangos de valores entre grupos fue similar así como también los valores de desviación estándar.

En el cuadro 10 se presentan los valores de asociación entre variables reproductivas y producción de leche 305d con largos de lactancia prolongada (> 400 días). Como se esperaba, se presentó un valor de asociación significativo de 2.95 entre los días en la leche y el rendimiento total de leche. La dispersión de los datos aumentó alrededor de los 183 días en la leche y el rendimiento total de la leche mostró un ligero descenso (1346 kg) para el grupo por debajo de los 400 de lactancia en comparación con el grupo con lactancias durante más de 400 días, significando

un incremento de 7.37 kg por día extra. Vacas con más de 400 días en leche produjeron el 12% extra de leche que las vacas con lactancias por debajo de los 400 días. Sin embargo fue observado que vacas por arriba de 680 días superaron los 15,000 kg de leche por lactancia.

Cuadro 10. Valores de Odds ratios (OR) junto con intervalos de confianza al 95% para la asociación entre variables reproductivas y producción de leche 305d con largos de lactancia prolongada (> 400 días) en vacas Holstein.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Vacas con &gt;400 días en leche (%)</b>	<b>(OR)*</b>	<b>IC95% para OR</b>	<b>P</b>
Intervalo entre partos					.357
> 400 d	1610	6.2	1.15	0.84 – 1.57	
≤ 400 d	1416	5.4			
Int. parto – primer servicio					.286
> 60 d	2176	6.1	1.21	0.85 – 1.72	
≤ 60 d	850	5.1			
Int. parto - concepción					<.01
> 120 d	1420	12.3	28.19	13.8 – 57.4	
≤ 120 d	1606	0.5			
Días secos lactancia anterior					.622
> 60 d	1783	5.6	0.93	0.67 – 1.25	
≤ 60 d	1243	6.1			
No. servicios por concepción					<.01
> 4	395	30.9	21.73	15.3 – 30.7	
≤ 4	2631	2.1			
Producción Leche 305d					<.01
> 11,000 kg	1331	9.1	2.95	2.13 – 4.10	
≤ 11,000 kg	1695	3.2			

\*Los valores de OR reflejan las veces que el resultado de la clase del factor de riesgo está asociado con largos de lactancia prolongada (> 400 días), en comparación con los que no lo presentan, o categoría de referencia (OR=1.0).

Durante los últimos años, ha aumentado el interés en explorar el uso de la lactancia prolongada como una opción adecuada para algunas empresas lecheras, (Borman et al., 2004; Williams et al., 2013). Este interés, en parte, se atribuye al hecho de que algunos productores no pueden mantener los intervalos de parto alrededor de los 365 días, como es el caso en el presente estudio, donde los intervalos de parto están muy por encima de los 13 meses.

En realidad no existe una justificación para la regla de que el intervalo entre partos debe ajustarse a los 365 días en vacas de alto rendimiento de leche, ya que trunca la vida productiva y reduce el rendimiento de vida de las vacas (Flores Salas, 2015). Este autor niega el hecho establecido para intervalos de partos de entre 12 a 13 meses para vacas lecheras en sistemas de producción intensiva, en cuanto a que entre más largos sean los días promedio en la leche, menor será la producción diaria promedio de leche.

En el análisis de variables predictoras en relación a largos de lactancia prolongados, en el modelo logístico multi variable completo, las interacciones no resultaron significativas ( $P > 0.05$ ) razón por la cual fueron eliminadas del modelo. Además, tomando en referencia al estadístico de Wald, los factores que resultaron significativos en el análisis ( $P < 0.05$ ) se presentan en el cuadro 11.

En el cuadro 10 sobresale el hecho de que vacas con más de cuatro servicios por concepción (NSC), tuvieron un mayor riesgo de presentar lactancias prolongadas no planificadas.

Dado que la ventana de tiempo dentro del cual los productores lecheros intentaron lograr gestaciones en sus vacas fue extremadamente amplia (más de 400 días después del parto), mientras más servicios recibieran las vacas, mayor sería la duración de la lactancia de las vacas.

Cuadro 11. Valores de Odds ratios (OR) junto con intervalos de confianza al 95% para la asociación entre factores de riesgo significativos con largos de lactancia prolongada (> 400 días) en vacas Holstein, en el modelo logístico multi variable.

<b>variable</b>	<b>Valores de asociación con largos de lactancia &gt;400 días (OR)</b>	<b>IC95% para OR</b>	<b>P</b>
Int. parto – primer servicio			.03
> 60 d	1.48	0.98 – 2.21	
≤ 60 d			
No. servicios por concepción			<.01
> 4	6.42	4.47 – 9.23	
≤ 4			
Producción Leche 305d			<.01
> 11,000 kg	1.63	1.13 – 2.36	
≤ 11,000 kg			

El análisis de la asociación entre los factores de riesgo con largos de lactancia prolongada (> 400 días) en vacas Holstein, aplicando un modelo logístico multi variable, y construido por número de parto (NP 1 y 2 vs NP > 2), se presenta en el cuadro 12.

Cuadro 12. Valores de Odds ratios (OR) junto con intervalos de confianza al 95% para la asociación entre factores de riesgo significativos con largos de lactancia prolongada (> 400 días) en vacas Holstein, en el modelo logístico multi variable por NP dicotomizado.

<b>Variable</b>	<b>Valores de asociación con largos de lactancia &gt;400 días (OR)</b>	<b>IC95% para OR</b>	<b>P</b>
<b>NP 1 y 2</b>			
•Días secos lactancia anterior			<.01
> 60 d	2.24	1.25 – 4.01	
≤ 60 d			
•No. servicios por concepción			<.01
> 4	6.48	3.68 – 11.32	
≤ 4			
•Producción Leche 305d			<.01
> 11,000 kg	2.26	1.27 – 4.02	
≤ 11,000 kg			
<b>NP &gt; 2</b>			
•No. servicios por concepción			<.01
> 4	6.41	3.98 – 10.34	
≤ 4			

En el análisis general y de manera particular por grupo dicotomizado para la variable NP, se observa que vacas con más de cuatro servicios tuvieron un mayor riesgo (OR=6.48) de presentar lactancias prolongadas no planificadas. En el análisis del tiempo dentro del cual los productores lecheros intentaron lograr gestaciones en sus vacas, el cual fue superior a los 300 días después del parto, es claro que mientras más servicios recibieran las vacas, mayor sería su duración de la lactancia.

## CONCLUSIONES

El IEP promedio está por encima de los parámetros establecidos como eficientes, logrando un ternero por vaca al menos cada 14 – 16 meses, afectando así los reemplazos y la producción de leche.

Por otro lado, se encontró que las vacas del hato estudiado presentaron un promedio de días abiertos de 137 días, lo que significa 27 días por encima de los 110 días recomendable como óptimo.

Respecto al parámetro NSC, el valor promedio se ubica en 2.47, siendo esta variable la de mayor valor de asociación con lactancias prolongadas, con un valor de OR de 6.48

Los valores de IPC, al igual que el NSC y P305M resultaron con asociación a lactancias prolongadas, lo que sugiere que estos son factores interrelacionados en su efecto y que inciden sobre la reducción de la fertilidad y, en consecuencia, en la lactancia prolongada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adler, J.K. & Trainin, D. (1960) A hyperoestrogenic syndrome in cattle. *Refuah Vet.* 17, 115-122.
- Andersen, H. (1966) The effect of season of the year, age of the cow and size of the herd on fertility in cows. *Arsberetn. Inst. Sterilitetsforsk.* 227.
- Arana D.C., L. Echevarría C., y J. Segura C. 2006. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Revista de Investigación Veterinaria-Perú* 17.
- Arthington, J. Utilize Body Condition Scoring to Improve Beef Cow Productivity. 1999. South Florida Beef - Forage Program. University of Florida.
- Arthur G. H., 1991. Reproducción y obstetricia en veterinaria. G. 1ª ed. p 125-128. Ed. Interamericana. España.
- Baul S., Ludovic-Toma Ciszter, S. Acatincai, T. Cismas, S. Erina, D. Gavojdian, I. Tripon, G. Buzamat. 2013. Effect of Calving Interval on Milk Yield and Quality Evolution during Lactation in Dairy Cows. Banat University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Timisoara, Romania. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* 46.
- Borman JM, Macmillan KL and Fahey J 2004. The potential for extended lactations in Victorian dairying: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44, 507–519.
- Boyd, H. & Reed, H.C.B. (1961) Investigations into the incidence and causes of infertility in dairy cattle; influence of some management factors affecting the semen and insemination conditions. *Br. Vet. J.* III, 74-86.
- Boyd, H. & Reed, H.C.B. (1961) Investigations into the incidence and causes of infertility in dairy cattle—fertility variations. *Br. Vet.J.* III, 18-31.
- Broster, W.H. (1973) Live weight change and fertility in the lactating dairy cow: A review. *Vet. Ree.* 93, 417-420.
- Bulman, D. C. & Lamming, G. E. 1978. *Journal of Reproduction and Fertility* 54, 447.
- Calvho F. 2015. Estrategias de control de infecciones mamarias en el periodo de vaca seca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA (Argentina).

- Campbell J.R., R. T. Marshall. 2016. Dairy Production and Processing: The science of milk and milk products. Waveland Press, Inc.
- Carrión, A. 2002. Factores que afectan el intervalo entre partos en un rebaño cebuino en condiciones de sabanas bien drenadas. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Carvazos, F. 2013. Criterios actuales para evaluar la eficiencia reproductiva en las explotaciones bovinas. Artículos Técnicos ABS. México.
- Casida, L.E. & Chapman, A.B. (1951) Factors affecting the incidence of cystic ovaries in a herd of Holstein cows. Dairy Sci. 34, 1200-1205.
- Cortés, C. J. y Martínez, J. C. 2000. El anestro un problema de manejo reproductivo en las vacas productoras de carne. Revista de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. 73 (Sep.-Oct.): 44-47.
- De Alba, J. 1985. Reproducción animal. Editorial Prensa Médica Mexicana. México, D. F. 538 pp.
- De Kruif, A. (1975) An investigation of the parameters which determine the fertility of a cattle population and of some factors which influence these parameters. Tijdschr. Diergeneesk. 100, 1089-1098.
- De Kruif, A. (1978) Factors influencing the fertility of a cattle population. J. Reprod. Fert. 54, 507-518.
- De la Torre, R. (2006). Análisis integral de la relación reproducción – producción – economía, en rebaños bovinos lecheros en las condiciones de Camagüey. Estimación de las pérdidas económicas. Universidad de Camaguey. Cuba.
- Divya, P., A. Singh and R. Alex. 2014. Standardization of voluntary waiting period and evaluation of production and reproduction traits in Karan Fries cows. Haryana Vet. 53, 113-116.
- Doyle, S.P.; Golden, B.L.; Green, R.D.; Brinks, J.S. 2000. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. J. Anim. Sci. 78:2091–2098.
- Edmonson, A. J . I. J. Lean, L. D. Weaver. T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. J.Dairy Sci 72:68.
- Eler, J. P.; Silva, J. A.; Ferraz, J. B.; Días, F.; Olivera, H. N.; Evans, J. L.; Golden, B. L. 2002. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nellore heifers. J Anim. Sci. 80:951-954.

- Feitsma D.. 2016. Heat detection and timing of artificial insemination. Select reproduction solutions brochures. Select Sires inc. U.S.
- Flores, A.C. (1972) A study of calving interval. Diss Abstr. B. 32, 4320.
- Flores Salas J. M., Torreon, Coahuila, 2015. Comportamiento reproductivo y producción de leche de vacas con lactancias prolongadas (15 a 40 meses). Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. México.
- Francos, G., Davidson, N. & Mayer, E. (1977) Influence of some nutritional factors on incidence of repeat breeder syndrome in high producing dairy herds. *Theriogenology* 1, 105-111.
- Francos, G. & Rattern, D. (1975) On the relation between milk production and fertility in Kibbutz dairy cattle herds. *agrie. Sci., Camb.* 85, 527-531.
- Frejlach, T., M. Šoch, J. Frelich, L. Záborský, A. Švarcová, Z. Křížová, I. Novotná , K. Švejdová, A. Šimková, and R. Kala. 2015. Evaluation of Selected Effects on Milk Production and Fertility in Holstein Dairy Cattle. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies* 48, 272-275.
- Friend, T. 1991. Behavioral aspects of stress. *J. Dairy Sci.* 74: 292-303.
- Gallegos, J. 1998. Manejo reproductivo en las explotaciones lecheras. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 2da Ed. UNAM, México.
- Hernández C, J. 2000. Causas y Tratamiento de la infertilidad en la vaca lechera. Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México, 04510. México.
- Hernández D., E. 2011. Manual de prácticas de manejo para el ganado de engorda en el rancho Puente La Reyna. La Antigua, Ver. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver. México.
- Herrera H J.G., A. Barreras S. 2005. Manual de procedimientos y análisis estadístico de experimentos pecuarios utilizando el programa SAS. Colegio de Postgraduados.
- Hewett, C.D. (1968) A survey of the incidence of the repeat breeder cow in Sweden with reference to herd size, season, age and milk yield. *Br. Vet. J.* 124, 342-352.
- Inostroza M., N.G. Sepúlveda. 1999. Actividad reproductiva postparto en vacas frisonas. *Archivos de zootecnia* vol. 48, núm. 184, p. 432.

- Kallela, K. (1964) The incidence of plant oestrogens in Finnish pasture and fodder plants with special reference to their possible effects in cases of sterility in ruminants. Thesis, Helsinki.
- King, J.O.C. (1971) Nutrition and fertility in dairy cows *Vet. Rec.* 89, 320-324.
- Koopman, J.J. & Wijbenga, A. (1973) Vruchtbaarheid en melkproductie bij FH koeien in Noord-Holland. *Tijdschr. Diergeneesk.* 98, 565-576.
- Kuehl, R.O. 2001. *Diseño de Experimentos: Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. 2da ed. International Thomson Editores. México, D.F.
- Lammoglia V., Z. Alarcón, N. Cabrera, R. Gutiérrez, Rentería. 2013. Rendimientos productivos y reproductivos de vacas lecheras en el primer cruzamiento rotativo en el altiplano del centro de México. *Vet. Méx* vol.44 no.1 México
- Lamond, U.R. (1970) The influence of undernutrition on reproduction in the cow. *Anim. Breed. Abstr.* 38, 359-371.
- Larracharte, C., A. 2015. Asociaciones entre longevidad y caracteres de reproducción y crecimiento en ganado Aberdeen Angus. Tesis de grado, Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Agronomía.
- Laven R.. 2018. Fertilidad en el ganado lechero. NADIS: National Animal Disease Information Service. NADIS Livestock Health Bulletins.
- Leaver, J.D. 1977. Effect of Level of Nutrition and Body Condition on the Fertility of Heifers. *Animal Production*, 28: 219 - 224.
- Lotthammer, K.H. (1974) Häufige Fütterungsfehler als Ursache der Herdensterilität. *Prakt. Tierarzt* 55, 38-53.
- Lotthammer, K.H. & Ahlswede, L. (1973) Beziehungen zwischen Fütterung und Fruchtbarkeit beim weiblichen Rind: I + II. *Übersichten zur Tierernährung* 1, 147-161, 325-353.
- Lluén, 2008 - 2009. Causas de infertilidad en vacas lecheras. MV. Benigno Román Lluén Gonzales.
- López Fredy J.. 2006. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. Programa de agrozootecnia. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad del Cauca.
- Magaña J. C.. 1995. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán/International Foundation for Science. Mérida, México. pp: 326-339. Genetic effects on productive efficiency of dual purpose cattle.

- Mairena, C. (2002). Curso de ganadería bovina. Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas. Nicaragua.
- Med Vet 2002. "Causas de infertilidad en ganado bovino". A. Córdova, Y.M. Sánchez, A.J. Leal, C.R. Muñoz, A.L. Murillo.
- Mellado M., E. Sepulveda, E. Meza-Herrera, G. Veliz, R. Arevalo, J. Mellado, Angeles De Santiago. 2013. Effects of heat stress on reproductive efficiency of high yielding Holstein cows in a hot-arid environment. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 26 No. 3: 193-200.
- Menge. A.C., Mares, S.E., Tyler, W.J. & Casida, L.E. (1962) Variation and association among post partum reproduction and production characteristics in Holstein-Friesian cattle. *Dairy Sci.* 45, 233-241.
- Metz, J.H.M. & Politiek, R.D. (1970) Fertility and milk production in Dutch Friesian cattle. *Neth. J. agric. Sci.* 18, 72-77.
- Mora, 2007. "Causas no infecciosas de infertilidad en hembras". Manuel Gerardo Mora Rey, M. V. Especialista en reproducción.
- Norman, H. D., J. R. Wright, S. M. Hubbard, R. H. Miller, and J. L. Hutchison. 2009. Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *J. Dairy Sci.* 92, 3517–3528.
- Ortiz A. D., J. Camacho S., L. Echevarría C. 2009. Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, Vol. 20, Núm. 2: 196-202
- Padilla F. J., R. Castillo, H. J. Peña y A. R. Belchez. 1982. Reproducción y producción de ganado comercial en la zona centro del estado de Veracruz. VIII Congreso Nacional de Buiatria. Veracruz, México.
- Parker, B.N.J. & Blowey, R.W. (1976) Investigations into the relationship of selected blood components to nutrition and fertility of the dairy cow under commercial farm conditions. *Vet. Rec.* 99, 394-404.
- Pernaute E. F., 2011. La vaca seca: Recomendaciones Prácticas de alimentación y manejo. Grupo Omega de Nutrición Animal. *RD Bovina*, año 1, No. 1: 56-60.
- Peters, A.R. and Riley, G.M., 1982. Is the cow a seasonal breeder? *Br. Vet. J.*, 138: 533-536.
- Revelo L. G., 2013. Evaluación del desempeño reproductivo del hato lechero de la Hacienda "Sandial" localizada en el cantón Montufar, provincia del Carchi en

- el período 2011 –2013. Universidad de San Francisco de Quito. Colegio de ciencias e ingenierías.
- Reyes H., S. Correa. 2000. Intervalo entre partos, Duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. *Agrociencia* 35: 699-705.
- Reyes O. C. 2006. Evaluación de la duración del periodo de espera voluntario en vacas especializadas en producción de leche. FMVZ, UNAM.
- Risco, C. 2005. Eficiencia reproductiva del ganado lechero. Universidad de la Florida. EE.UU.
- Roberts, S.J. (1971) *Veterinary Obstetrics and Genital Diseases*. Edwards Brothers, Inc., Ann Arbor, Michigan.
- Roca, A. 2012. Influencia de la raza sobre el rendimiento del ganado vacuno lechero. Centro de Investigaciones Agrarias Mabegondo. España.
- Rovira. 2008. Reproducción y manejo del rodeo de cría. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 336 p.
- Sanchez J.G.. 2016. Manejo reproductivo en las explotaciones lecheras. Ficha técnica, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y alimentación (SAGARPA). Colegio de postgraduados.
- Sánchez M. R.. 2005. La reproducción de bovinos lecheros, fases del ciclo estrual, el celo y la ovulación: control y sincronización, intervalo entre parto y celos, pubertad y estación de reproducción. Universidad de Córdoba
- Sánchez S. Julio 2010. Parametros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- SAS.2014. SAS/STAT User's Guide (Release 9.4). SAS Inst. Inc., Cary, N.C., U.S.A.
- Schmidt G.H., L.D. Van Vleck, 1976. Bases científicas de la producción lechera. Editorial ACRIBIA. Segunda edición: 237 - 239.
- Sepúlveda N. 2001. Limitantes en los programas de inseminación artificial en ganaderías lecheras del sur de Chile. *Rev Inv Vet, Perú*. Vol 12. No. 2.
- Scaglia, G. 1997. Nutrición y reproducción de la vaca de cría; uso de la condición corporal. Montevideo, INIA. 18 p. (Serie Técnica no. 91).
- Sfaldino, R.W., Everett, R.W. & Foote, R.H. (1975) Fertility in New York artificially inseminated Holstein herds in dairy herd improvement. *Dairy Sci.* 58, 718-723.

- Singh, A., R.S. Gandhi, A.K. Chakarvarty, R.C. Sharma, and M. Gurnani. 2001. Effect of postpartum breeding interval on milk production and reproduction traits in Karan Fries cattle. *Indian J. Anim. Res.*, 83-87.
- Stagnaro C.G.. 2005. Cálculos simples de índices reproductivos. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Maracaibo. Manual de ganadería de doble propósito: 561-562
- Stevenson J.S., M.K. Schmidt. 1983. Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. *J Dairy Sci* 66: 1148-1154.
- Stewart P. G.. 2005. Cedara Agricultural Development Institute. Dairy Herd Structure & dynamics.
- Sun, C., P. Madsen, M.S. Lund, Y. Zhang, U. S. Nielsen, and G. Su. 2010. Improvement in genetic evaluation of female fertility in dairy cattle using multiple-trait models including milk production traits. *J. Anim. Sci.* 2010. 88, 871–878.
- Urioste. 2008. Selección y reproducción en bovinos de carne. In: Seminario de Actualización Técnica; Cría Vacuna (2008, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11-24 (Serie Técnica no. 174).
- Valle, A. 1985. Comportamiento reproductivo de vacas mestizas en cinco fincas de la región de Carora, Estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 13(1 y 2): 3-28.
- VanDemark, N.L. & Salisbury, G.W. (1950) The relation of the post partum breeding interval to reproductive efficiency in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 9, 307-313.
- Vanderwal R., M. L. Swift. Abbotsford – BC, 2011. Dry Cows Management: Nutrition and Management Tips to make the next Lactation Profitable. Alta News Article.
- Van Dieten, S.W.J. (1964) Fertility after stillbirth in cattle. *Proc. 5th Int. Congr. Anim. Reprod. & A.L.*, Trento, Vol. V, 177.
- Van Melis, M. H.; Eler, J. P.; Olivera, H. N.; Rosa, G. J. M.; Silva II, J. A. V; Ferraz, J. B. S.; Pereira, E. 2007. Study of stay ability in Nellore cows using a threshold model. *J Anim. Sci.* 85:1780-1786.
- Velásquez, J. 2010. Reducción de los días abiertos en un hato lechero mediante el manejo reproductivo planificado. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia.

- Vergara, O. (2008). Estimación de la heredabilidad del intervalo entre partos en bovinos cruzados. *Revista MVZ Córdoba* 2008-Vol. 13, No. 1, Pág. 1192-1196. Córdoba, España
- Villagómez-Cortés J.A. Carrasco-García A.A. (2015). Producción y composición de la leche bovina en las condiciones del trópico: influencia del manejo y genotipo. Universidad autónoma de México.
- Villegas C. y H. R. Ponce. 1986. Producción de leche durante el proceso de formación de un rancho de doble propósito en el trópico. *Revista Técnica Pecuaria México* 51: 51-61.
- Węglarzy, K. 2009. Lactation productivity of dairy cows as affected by the length of preceding dry period. *Animal Science Papers and Reports*. 27, 303-310.
- Whitmore, H.L., Tyler, W.J. & Casida, L.E. (1974) Incidence of cystic ovaries in Holstein-Friesian cows. *Am. vet. med. Ass.* 165, 693-694.
- Wilde, O. (2005). Manual de inseminación artificial de la hembra bovina. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Colombia.
- Williams SR, Clarke T, Hannah MC, Marett LC, Moate PJ, Auldish MJ and Wales WJ 2013. Energy partitioning in herbage-fed dairy cows offered supplementary grain during an extended lactation. *Journal of Dairy Science* 96, 484-494.