

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Variaciones estacionales de preñeces y partos en vacas Holstein en la Comarca
Lagunera del norte de México

Por:

Iván Enrique Parra Esparza

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Variaciones estacionales de preñeces y partos en vacas Holstein en la Comarca
Lagunera del norte de México

Por:

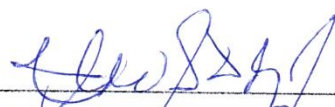
Iván Enrique Parra Esparza

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dra. Ilda Graciela Fernández García
Presidente



Dr. Raul Ulloa Arvizu
Vocal externo



Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez
Vocal



Dr. Juan Carlos Martínez Alfaro
Vocal suplente



MVZ Eric Alejandro Reyes Ramírez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México

Junio 2026



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Variaciones estacionales de preñeces y partos en vacas Holstein en la
Comarca Lagunera del norte de México

Por:

Iván Enrique Parra Esparza

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el comité de asesoría:


Dra. Ilda Graciela Fernández García

Asesor principal


Dr. Raúl Ulloa Arvizu
Coasesor externo


Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez
Coasesor


MVZ Eric Alejandro Reyes Ramírez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México

Junio 2026



DEDICATORIA

A DIOS: por permitirme mantener esa constancia y perseverancia a lo largo de la carrera, sobre todo me dio mucha fuerza para seguir y trabajar en todos mis objetivos y metas, me siento bendecido y muy agradecido con él.

A MIS PADRES: Silvia Esparza Contreras y Enrique Parra Gurrola, por todo el apoyo que me dieron a lo largo de la carrera y mi vida, al igual que siempre están para mí cuando más los necesito.

A MI ABUELO: Enrique Parra Bátiz, a quien también dedico este trabajo, siempre está al pendiente de mí, apoyándome y ayudándome en cualquier cosa que yo necesitara, un gran estímulo emocional para mí siempre.

A MIS AMIGOS: Samuel, David, Rocío que me acompañaron en este camino donde trabajamos constantemente para mantenernos firmes en nuestra carrera.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ilda Graciela Fernández García, por ofrecerme la oportunidad de trabajar en la investigación y brindarme su apoyo en este proceso, así como por los conocimientos que me ha impartido.

Al Dr. Jorge Fernández Díaz de León, por proporcionar los datos obtenidos en los establos lecheros y que fueron utilizados en la presente tesis.

A La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por recibirme en su prestigiosa instalación y darme la formación académica que me preparó para desarrollarme como persona y como profesional.

A mis Profesores que me brindaron sus conocimientos, enseñanzas y experiencias para aprender y aplicar en la vida profesional.

A mis amigos y compañeros que me acompañaron en toda mi trayectoria de estudio.

Al Dr. Raúl Ulloa Arvizu por su orientación en el análisis estadísticos y por estar a disposición en la revisión de la presente tesis.

Al Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez por su presente colaboración y apoyo en la revisión de la tesis.

Al Dr. Juan Carlos Martínez Alfaro con su presente colaboración y apoyo en la actual tesis.

RESUMEN

Las vacas lecheras que se ubican en establos de la región Laguna de México experimentan las consecuencias de las altas temperaturas que se registran en el verano en esta región. El propósito de este trabajo fue evaluar los números porcentuales de vacas gestantes por mes y la ocurrencia de pariciones a través del año en vacas Holstein. Se emplearon registros provenientes de 15 establos lecheros, que registraron una media de 1,915 animales bovinos Holstein por establo entre las fechas de enero de 2002 a diciembre de 2023. Tanto el índice de preñez como el porcentaje mensual de partos se analizaron con un ideal que incluyó el resultado del sujeto (establo) y el efecto intrasujeto año y mes, conforme su interrelación. Los resultados indicaron que la tasa de pariciones y en el índice de preñez por año fueron diferentes ($P < 0.001$ en cada uno). Los partos mensuales mostraron una tendencia lineal positiva a lo largo de los años ($P = 0.008$), en tanto que en las vacas preñadas por mes presentaron oscilaciones ($P < 0.001$). Los números más bajos de vacas gestantes por mes se observaron de junio a septiembre (4.1-4.9%), y en las pariciones mensuales ocurrieron de febrero a junio (5.8-7.5%). Los porcentajes más elevados de vacas preñadas por mes pasaron de diciembre a marzo (8.5–11%), y en las pariciones mensuales fueron de agosto a diciembre (10–12%). Se concluye que tanto las preñeces como la ocurrencia de los partos varían a través de los meses y de los años de estudio, ello debido a la variación del clima que se registra en esta región. El factor ambiental es uno de los principales problemas que hace que la variación se presente debido a que ocasiona que los animales experimenten estrés calórico, el cual afecta la fisiología de la vaca lechera lo que induce una disminución en la ingesta del consumo de alimento ya que disminuye baja el aporte energético del animal y altera el comportamiento reproductivo.

Palabras clave: Estrés calórico, Fertilidad, Gestación, Nacimientos, Vaca lechera, Reproducción

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
RESUMEN	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.2 La nutrición como un factor que afecta la fertilidad en las vacas	4
La nutrición es un.....	4
2.3 Efectos fisiológicos	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4. RESULTADOS.....	16
6. CONCLUSIONES.....	23
7. LITERATURA CITADA	24
8. ANEXO 1	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Efectos de las micotoxinas en la reproducción de la vaca Holstein. Modificado de Engormix, 2015.....	5
Figura 2 La galactopoyesis comienza con el inicio de la lactancia lo cual repercute en el comportamiento reproductivo. Fotografía propia.	7
Figura 3 Vaca Holstein en condiciones de estrés calórico. Uno de los signos de esta alteración es el jadeo excesivo. Tomado de Escritorio Dutra, 2022.	9
Figura 4 Medición del grado de estrés calórico experimentado por las vacas lecheras mediante el THI. Tomado de Difagri, 2025.	11
Figura 5 Porcentaje anual de preñeces en hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera de México de 2002 a 2023.	17
Figura 6 Porcentaje anual de partos en hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera de México de 2002 a 2023.	18
Figura 7 Porcentaje mensual de preñeces en hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera de México de 2022 a 2023.	19
Figura 8 Porcentaje mensual de partos en hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera de México de 2002 a 2023.	19

1. INTRODUCCIÓN

La raza de bovino lechero Holstein Friesian es considerada en el mundo como una de las más relevantes en cuanto a producción de leche, respecto a la fisiología de estos animales ya que les permite estar en óptimas condiciones, y al mismo tiempo producir leche. No se sabe con exactitud de dónde proviene esta raza específicamente, pero se tiene la idea que el origen puede provenir de países bajos “concretamente de las dos provincias septentrionales de Holanda y Frisia, situadas a ambos lados del Zuiderzee”. Los bovinos con características fenotípicas de pelaje negro y blanco se atribuyen de razas como los Bátavos y Frisones, siendo estos migrantes europeos que llegaron a establecerse desde Alemania hasta la provincia de Holstein, dándosele así el nombre a la raza. Cuando dichos habitantes llegaron al Continente Americano ellos fueron quienes los introdujeron esta raza en sus hogares en el año de 1621. Un dato interesante, es que el primer hato establecido en los Estados Unidos de América se ubicó en Belmont, Massachusetts, bajo el mando de Winthrop Cheenery. Las vacas Holstein se identifican por tener un color blanco con negro, pero ese puede ir variando desde solo negro, hasta completamente blanco e incluso se han visto ejemplares de color rojo (Elischer M, 2002). Para que una vaca inicie con su producción de leche necesita si o si tener la capacidad de quedar preñada y/o mantener la gestación, porque el ciclo de lactancia se reinicia debido a la preñez. La industria lechera tiene un reto complicado, el cual consiste en tener los más altos niveles de producción de leche sin intervenir con sus funciones fisiológicas reproductivas. Estas suelen verse afectadas por varios factores, entre ellos la nutrición, sanidad y manejo (Izquierdo y Córdova, 2005). Así mismo, para tener la certeza de que la vida productiva de la vaca se encuentra de manera correcta, los indicadores que se establecen en los sistemas de producción son: la edad al primer parto, el intervalo entre partos, lactancias y la persistencia en la lactancia o días en leche (Badilla *et al.*, 2015).

En cuanto al tiempo de duración de la preñez, también suele estar determinada por diferentes factores maternos, fetales y ambientales. Bartolomé

(2009) indica que: Las vaquillas suelen tener un periodo de gestación más corto que las vacas, y cuando los fetos son gemelares y de hembras duran menos que las de fetos machos y, sobre todo una vaca con estrés calórico ocasionara una reducción al tiempo de gestación.

Con base en el inventario, el cual señala que, en la región Lagunera, considerando municipios de Durango y Coahuila, se concentra un porcentaje importante del inventario total de bovinos de leche en la República mexicana, con una media de 423,000 cabezas que equivalen el 20% del hato en México (Figueroa Viramontes *et al.*, 2015).

“En esta región se registran temperaturas por arriba de los 40 grados centígrados durante el verano, la cual tiene repercusión directa en el ganado bovino de leche al encontrarse en condiciones de temperaturas ambientales por largo periodo de tiempo lo que incide en disminución de la producción de leche” (SADER, Región Lagunera, 2018).

Por esta razón, la realización del presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de evaluar cómo se comportan los parámetros reproductivos como son los índices de preñez y de partos mensuales, tanto mensuales como anuales en bovinos de la raza Holstein en establos ubicados en la región Lagunera de México en condiciones de clima semi-árido.

1.1. Objetivo

El objetivo del presente estudio fue determinar las variaciones en los porcentajes de vacas preñadas, así como en la presentación de partos a través de los meses y años en vacas Holstein.

1.2. Hipótesis

Las preñeces y la ocurrencia de los partos en vacas Holstein varían a través de los meses y de los años en hatos ubicados en condiciones ambientales del semi-desierto de la Comarca Lagunera de México.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Manejo reproductivo en la vaca lechera

La duración de la gestación tiene es de 283 días, esta generalmente se divide en dos fases que es la embrionaria que dura desde la concepción, hasta los 45 días y la fetal de los 46 hasta el parto. Existe un proceso el cual se le denomina reconocimiento materno de la gestación, una señal que va a transmitir el embrión que dará paso al bloqueo de la luteólisis, extiende duración del cuerpo lúteo y la formación de la placenta para el respectivo desarrollo de la gestación (Bartolomé, 2009).

Manejo en el postparto, existe un periodo conocido como el puerperio, que abarca desde la expulsión de la placenta, hasta que el organismo vuelve presentarse a su estado normal de no preñez. Suceden cambios como la regeneración del endometrio, regresión uterina y la reiniciación de la actividad ovárica (Ramos Dueñas, 1990).

El inicio del ciclo estral postparto termina siendo un evento muy importante en los sistemas de producción intensivos, lo que permite las inseminaciones a corto plazo para alcanzar un intervalo entre partos lo más cercano a los 12 meses, la vaca presenta una primera ovulación entre los días 7 y 20 postparto, y el primer celo a partir de los 30 días postparto (Kizur et al., 2015).

2.2 La nutrición como un factor que afecta la fertilidad en las vacas

La nutrición es un factor importante como lo es la alimentación en función con la fertilidad y producción de leche es equilibrar los requerimientos necesarios como la energía, la fibra, la proteína, las vitaminas y minerales. La energía puede ser difícil de comprender, pero existen análisis que facilita el poder entender de qué manera se está llevando a cabo como, por ejemplo, las reservas corporales en tejido graso en zonas clave como la pelvis o incluso las vértebras, utilizando la medición de condición corporal siendo una herramienta sencilla que nos permitirá evaluar con más precisión la nutrición energética (Ferguson et al., 1994). Si se presenta una

deficiencia o exceso de proteína sería un gran dilema para la fertilidad de nuestro ganado lechero, aunque el exceso se elimina por heces o se convierte en urea en el hígado del animal, un incremento de urea excesivo sería sin duda una toxicidad en el ambiente uterino, afectando directamente al embrión y así reduciendo nuestro principal indicador que es la fertilidad (Melendez *et al.*, 2000). En cuanto a los microminerales, el Zn, Se, Cu, Co y Mn juegan un papel importante en el proceso reproductivo, en caso de tener variaciones, pudieran llegar a ocasionar abortos, mortalidad embrionaria, anestros y quistes ováricos. La vitamina A y E tienen un efecto positivo con la retención placentaria y mortalidad embrionaria. (Meléndez y Bartolomé, 2017) Con respecto a las micotoxinas (Figura 1) estas pueden efectuar la muerte celular programada atacando a enzimas o la alteración en el equilibrio antioxidante/prooxidante en la célula, esto va a ocasionar que se reduzca la concentración de glutatión reducido que es el antioxidante endógeno más potente en el organismo cuya una de sus funciones es proteger a las células y al tejido de daños oxidativos (Surai, 2002). Los factores mencionados anteriormente provocarían una disminución inmunológica en el animal, toxicidad hepática, lesión renal, neuropatía, toxicidad genética que induce un incremento en la pérdida del embrión, baja eficiencia del alimento, bajo desarrollo, hiporexia, disminución en la fertilidad e incubabilidad” de acuerdo con Figueroa (2006).

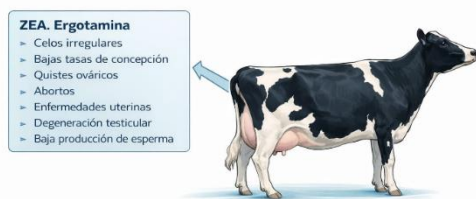


Figura 1 Efectos de las micotoxinas en la reproducción de la vaca Holstein. Modificado de Engormix, 2015

2.3 Efectos fisiológicos

Existe una prioridad marcada en cuanto a fisiología, funciones como la preñez y lactancia, lo que le indica al organismo del animal que es lo más importante para darle el mejor de los requerimientos llevando a cabo un proceso llamado homeorresis. Ello provocará un aumento en la lipólisis en el tejido graso, en el hígado hay aumento en la gluconeogénesis y de la glucogenólisis. Estos mecanismos van a ocasionar que se altere el metabolismo del animal y favorecerá el flujo de nutrientes hacia la glándula mamaria. Esto le va a traer como consecuencia una pérdida en peso y condición corporal, esto es, al inicio de la gestación, al secado y al parto (Glauber, 2013).

Se establece que la vaca que más produce leche se verá afectado su aspecto reproductivo (Seykora y McDaniel, 1983; Faust *et al.*, 1989). Posiblemente, las vacas que producen leche como puede ser la producción láctea de 60 L (Figura 2) tienden a sufrir mayor estrés, afectando por consecuente su fertilidad, como es el caso de. También influye bastante el estrés ambiental (Ríos-Utrera *et al.*, 2010)

2.4. Estrés calórico

Se define como estrés calórico (Figura 3), al proceso donde el animal no puede mantener un ambiente interno estable y constante para regular su temperatura corporal y sentirse un estado de confort (Broom y Molento, 2004), ocurre cuando la temperatura corporal sube más que la normal (Morberg, 2000).

Cuando el animal experimenta estrés calórico es posible que se observen signos clínicos visibles como lo son una hipertermia, ritmo respiratorio alterado, ritmo cardíaco incrementado, exudación y dilatación vascular (Berragán-Hernández *et al.*, 2015).



Figura 2 La galactopoyesis comienza con el inicio de la lactancia lo cual repercute en el comportamiento reproductivo. Fotografía propia.

Con respecto a las hormonas reproductivas y como el estrés calórico ejerce un impacto negativo en ellas. Por ejemplo, cuando la vaca llega a estar estresada bajan los niveles de GnRH y por ende la producción de FSH y LH en la adenohipófisis lo que ocasionara la baja en los índices de fertilidad (Castaño *et al.*, 2014).

Cuando está presente un estrés calórico y se ve afectado el animal, los programas de reproducción tienen una baja eficiencia a cuando el animal está en un confort ambiental (Lozano Domínguez *et al.*, 2020). La duración del estro disminuye cuando la vaca experimenta estrés calórico, esto se debe a que en las ondas foliculares hay una alteración, como son las concentraciones estrógeno y progesterona, LH y FSH, provocando que el ovocito no tenga una competencia adecuada, y de esta manera afecta la tasa de concepción, provocando pérdida embrionaria a corto plazo (Molina-Coto, 2017).

Cuando hay una baja fertilidad relacionada con estrés calórico como es el caso del verano con altas temperaturas. Por ejemplo, en los meses de junio a septiembre, se afecta negativamente fertilidad en la estación de otoño. Para que una vaca de la raza Holstein se encuentre en confort ambiental se debe de tomar en cuenta el rango en temperatura ambiental, mismo que la vaca experimenta de 0°

a 20°C, esto es la vaca está en óptimas condiciones ambientales (Vélez Marín y Uribe Velásquez., 2010).

El estrés por calor puede perjudicar a los folículos y a los ovocitos mediante diversos mecanismos. Entre las alteraciones reportadas destaca la modificación de la comunicación intracelular entre el ovocito y las células de la granulosa del cumulo, reduciendo así la capacidad de fertilización del ovocito. Asimismo, el estrés por calor altera el contenido proteico y compromete la viabilidad de las células de la granulosa y de la teca interna, generando también cambios en los procesos de esteroidogénesis (Domínguez *et al.*, 2005).

La vaca, con tal de evitar la producción de calor interno, limita su actividad física, y por ende disminuye la expresión del estro. El animal cuando se encuentra en estado de gestación, la presentación del estrés calórico generará problemas al momento del nacimiento del ternero, así como la concentración de las hormonas de la madre y el feto, en cuanto a la reducción de peso del ternero, se atribuye a una disminución de sulfato de estrona, que también afecta el desarrollo vascular de la placenta (Head *et al.*, 1981), lo cual compromete al desarrollo embrionario (Góngora y Hernández, 2010).

Se ha observado que la vaca en el posparto presenta una mayor capacidad para regular su temperatura corporal, mientras que la vaca en estado de preñez busca eliminar más calor, mediante el incremento de la frecuencia cardiovascular y respiratoria. Como resultado, aumenta tanto el ritmo del pulso como el de la respiración se encontrará por encima de los rangos normales (García López *et al.*, 2004).



Figura 3 Vaca Holstein en condiciones de estrés calórico. Uno de los signos de esta alteración es el jadeo excesivo. Tomado de Escritorio Dutra, 2022.

Cuando está presente un estrés térmico, este mismo también va a provocar un estrés oxidativo que va a elevar las especies reactivas de oxígeno en los ovocitos, que por consiguiente estas especies reactivas de oxígeno van a dañar el ADN y provocar una apoptosis (Loven, 1988). “Por lo tanto, la producción de ROS sometidos a estrés térmico altera la calidad y la viabilidad de los ovocitos”. Se puede administrar algunos antioxidantes que aumenten los niveles de glutatión para que estos disminuyen especies reactivas de oxígeno en los ovocitos que están expuestos al estrés calórico, con ello se mejora la fertilidad (Sakatani, 2017).

El estrés calórico afecta negativamente la producción láctea, la expresión de estro, la salud, como son las diarreas en las vacas y problemas de neumonías, las cual se asocian al complejo respiratorio bovino (CRB), así el bienestar de las vacas lecheras (Garner *et al.*, 2017). Para reducir estos efectos, se ha recurrido a la

selección de animales con mayor acervo genético para la producción, lo que también ha contribuido a mejorar la resistencia termica en los bovinos lecheros (Sejian *et al.*, 2018).

Con esta información se ha modificado el umbral de tolerancia de índice temperatura-humedad (THI) promedio para la baja producción de leche, es de 72 unidades con un 25°C y un 50% de humedad relativa (HR) (Igono *et al.*, 1992). Cuando hay un THI de 68 unidades, se registra 22°C y un 50% de HR (Román *et al.*, 2019). “Cuando la temperatura ambiental y la humedad relativa se elevan en la vaca sobresale el comportamiento de estar de pie y en consecuencia disminuye el porcentaje de rumia por vaca (Costamagna *et al.*, 2024). En temporada de estrés calórico los animales incrementan la tasa de respiración para reducir y controlar su temperatura corporal, por ende, el consumo de alimento y su producción de leche disminuye (Brown-Brandl *et al.*, 2005; Curtis *et al.*, 2017; Touseva *et al.*, 2017). En conjunto a la acumulación de calor metabólico generará una carga de calor en el cuerpo y se presentará una ingesta muy baja de materia seca (Borshch *et al.*, 2024).

Una recomendación más podría ser la implementación de sombras para disminuir el impacto de la radiación solar (Armstrong, 1994). Como sugerencia tiene que ser de un material sólido para que se distribuya de manera efectiva la radiación solar (García-Casillas *et al.*, 2024). Las respuestas hormonales y metabólicas relacionadas con los mecanismos de regulación y con la forma en que los nutrientes se destinan a la lactancia, junto con el manejo, han influido negativamente en la fertilidad (Tatcher y Santos, 2013). Ello se debe a un bajo consumo de materia seca produce un balance energético negativo lo que afecta tanto la producción de leche como en la reproducción, se van a disminuir las hormonas que participan en los procesos fisiológicos y con el eje reproductivo (Leyva-Corona y Clemente, 2016).

Una de las primeras respuestas de las vacas lecheras al estrés calórico es un aumento en la temperatura rectal como consecuencia de la acumulación excesiva de calor corporal proveniente del ambiente. Este incremento activa los mecanismos

de la vaca para perder calor corporal, principalmente a través de vías no evaporativas (Correa-Calderón *et al.*, 2022)2.5. Índice Humedad-Temperatura (THI)

Para poder determinar y tener en cuenta algunos indicadores que indican la presencia de estrés térmico ambiental son la humedad relativa temperatura del aire, radiación solar y velocidad del viento (Arias *et al.*, 2008).

Se han propuesto índices para establecer el estrés calórico en vacas como el THI (Figura 4).

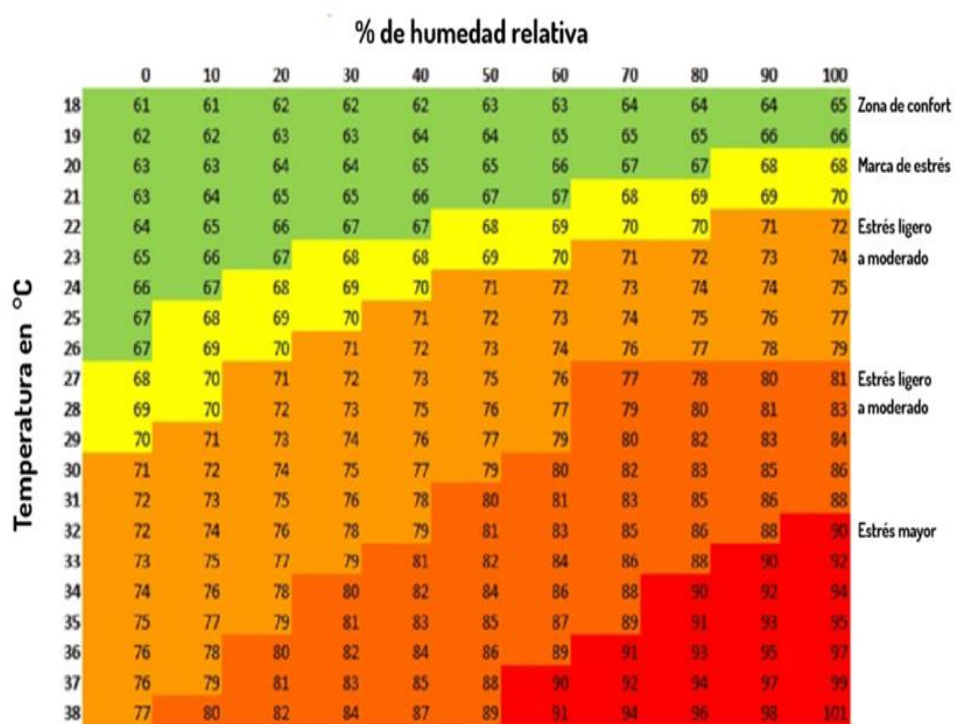


Figura 4 Medición del grado de estrés calórico experimentado por las vacas lecheras mediante el THI. Tomado de Difagri, 2025.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

La investigación se realizó en la región Lagunera, en los estados de Coahuila y durango al norte de México, ubicada entre 102°22' y 104°47' longitud oeste y 26°23' latitud norte y se ubica en el desierto Chihuahuense. En la Comarca Lagunera, los veranos se caracterizan por ser prolongados y calurosos mientras que los inviernos son breves, frescos y secos. A lo largo del año, la temperatura suele oscilar entre 8 °C a 36°C aunque en algunas ocasiones desciende a menos de 3 °C y también sube a más de 39 °C. Los meses calurosos tienen una duración de 4.2 meses, desde finales de abril hasta finales de agosto, con temperaturas máximas promedio diarias superiores a 33 °C. Junio es considerado el mes más cálido del año, registrando una temperatura promedio máxima de 35 °C y mínima de 22 °C. Por otra parte, la temporada fresca se extiende durante 2.3 meses, desde finales de noviembre hasta febrero, con temperaturas promedio diarias inferiores a 24 ° C. Enero es el mes más frío del año, presentando una temperatura mínima promedio de 8 °C y máxima de 22°C. La temperatura promedio de mes por mes se presenta en enero con temperaturas de 7° a 20°C siendo frío/templado, febrero de 9° a 22° C, marzo de 12° a 25° inicia la temporada cálida, abril 15° a 28° C, mayo 18° a 32°c (mes más caluroso), junio 20° a 33°c, julio de 21° a 32°C agosto 20° a 31°C, septiembre 19° a 29 °C, octubre de 15° a 26° C, noviembre 10° a 22 °C y diciembre de 7 a 19° C temporada más fría (Weather Spark, 2025).

Se empleo los datos de 15 establos lecheros, presentando una media de 1,915 Bovinos hembras de la raza Holstein durante el periodo comprendido de enero 2002 a diciembre de 2023. Estos datos quedaron recopilados al termino de cada mes en cada establo lechero mediante el software Dairycomp. 3.2. Manejo del ganado lechero en hatos de la Comarca Lagunera

El manejo del periodo seco en la vaca lechera, es una etapa muy importante por el cual toda vaca lechera tendría que pasar en el cual inicia 60 días antes del parto. Las vacas recibirán un tratamiento profiláctico que lleva como base

antibiótico, cuidado e higiene en cada pezón. El protocolo que se lleva para realizar el secado de las vacas consta de hacer de manera correcta y adecuada la rutina de ordeño, cuidar que no se dejen las vacas con leche residual, higiene del operador y de la ubre, pre-sellar todos los pezones con yodo rectificando que no se vaya a desinfectar el menos del 80 % del pezón. Después de la ordeña de leche seguirá la aplicación de una infusión con antibióticos especial para el secado de la vaca, asegurándose que sea de larga duración y finalmente aplicando el sellador en todos los pezones (Lemus, 2024).

El número de ordeñas al día se llevan a cabo dan en un establo tecnificado La mejora y el aumento en la eficiencia de producción de leche se logra a partir de una mayor frecuencia en las ordeñas, en la frecuencia de dos ordeños aumenta la producción de leche en un 10.4 a un 21%, a mayores frecuencias de ordeño en una lactancia temprana ocasionara una producción de leche de forma persistente (Andrade, 2016).

Los sistemas intensivos de ganado bovino lechero cuentan con distintos protocolos, seguimiento y evaluación para un adecuado desarrollo y que el animal alcance su máximo potencial en cuanto a eficiencia productiva y reproductiva. Se divide por diferentes etapas el cual va ir cursando el animal conforme a su crecimiento y edad, según la etapa en que se encuentre se le dará un manejo específico y acorde para el trabajo que se vaya a realizar con el animal y que él mismo necesite. En relación a los neonatos, cuando una becerrita recién nacida se tiene que ubicar en el área de crianza, recibéndola en su respectiva jaula para una estancia y cuidados específicos, a las 2 horas de nacida como máximo, la becerrita recibe su primera toma de calostro priorizando que sea de la mejor calidad; posteriormente recibirá su segunda toma en un plazo de 7 a 8 horas aproximadamente, es importante que se den las tomas en tiempo y forma para que así la becerrita tenga una absorción de inmunoglobulinas correcta.

Posteriormente la becerrita pasa a la etapa de destete, la cual se realiza aproximadamente a las 8 semanas de edad, ya que la becerrita se haya adaptado

al consumo previo de alimento sólido de iniciador para establecer un buen desarrollo ruminal.

Después la becerro pasa al área de desarrollo, donde se encuentran los animales en alcanzan la pubertad entre 10 y 12 meses de edad, es esta etapa en la cual inicia su etapa productiva. Se debe estar atento a los diferentes comportamientos que vaya a presentar la vaquilla, considerando una edad de 15 meses lista para su primer servicio.

En la fase reproductiva, si la vaquilla después de su primer servicio llega a quedar preñada, se pasará a un corral donde se encuentran vaquillas en estado de gestación, cambiando su alimentación para que adquiera una condición corporal adecuada al parto y evitar problemas al mismo o en el postparto. En el área de partos la vaca o vaquilla debe mantenerse en un excelente estado de confort, dándole mantenimiento a las camas para que la vaca pueda descansar correctamente, se encuentre libre de estrés y pueda llegar al momento de parto en las mejores condiciones.

Etapa productiva, aproximadamente a los 270 días y la vaca se encuentre en labor de parto, se debe de estar atento a cualquier circunstancia que este sucediendo durante el parto. Es de vital importancia supervisar el proceso de parto ya que si el becerro no es expulsado después de 2 horas hay que intervenir dándole un apoyo y asistencia a la vaca. De ahí se manda a otro corral que es para recién paridas, donde se dejará para una observación de 24 horas y realice su expulsión de membranas fetales. Cuando la vaca deja el área de partos, aún en área de transición llega como ganado fresco, ahí es donde empieza su ciclo de productividad y a su vez la involución uterina. Cuando la vaca se encuentra en los corrales de producción y teniendo en cuenta el periodo de espera voluntario establecido se necesita volver a preñar a la vaca, donde se establece y se lleva a cabo un programa reproductivo, así como las diferentes biotecnologías como la inseminación artificial. La vaca vuelve a preñarse y si queda gestante, a los 210 días se manda a los corrales de seca para esperar nuevamente el parto.

3.3. Análisis estadístico

la proporción de animales gestantes se obtuvo dividiendo el número de vacas gestantes del mes entre el total de vacas en el establo, mientras que la proporción mensual de pariciones se obtuvo al dividir las vacas que parieron durante el mes entre el total de vacas en el establo. Se llevó a cabo un estudio de correlación mediante un diseño que evaluó el efecto del sujeto (establo) y el efecto intra-sujeto año y mes, además de la interacción entre ambos factores. Se emplearon las ecuaciones de estimación generalizadas (EEG), a través de los procesos desarrolladas en el procedimiento de modelos lineales generalizados (GLM). La elección del modelo más apropiado y de la estructura de correlación con el mejor ajuste se llevó a cabo por medio de una prolongación del criterio de información de Akaike denominada cuasi-verosimilitud bajo el criterio de modelo de independencia corregido (QICC). Para estas variables, se empleó una distribución de probabilidad Gamma con función de enlace logarítmica, mientras que la matriz de correlación fue autorregresiva de primer orden. Se realizaron contrastes polinomiales. Los análisis se llevaron a cabo en SPSS versión 22.0 (IBM SPSS, 2013).

4. RESULTADOS

Se detectó diferencia significativa en el porciento mensual de pariciones y en el porciento mensual de animales gestantes por anualidad, por mes y su interrelación ($P < 0.001$, en cada uno). Los resultados mostraron fluctuaciones por medio de los años de análisis, tanto en las vacas gestantes, así como, en los partos (Figuras 5 y 6). En las pariciones por mes destaco una tendencia lineal positiva mediante los años ($P = 0.008$), en tanto que en las vacas gestantes por mes mostraron oscilaciones ($P < 0.001$). en el transcurso del año, se observó estacionalidad tanto en los partos por mes, al igual que en las vacas gestantes, asentando un comportamiento lineal, cuadrática y cúbica ($P < 0.001$). Los valores mínimos de vacas gestantes por mes ocurrieron en junio, julio y septiembre con 4.7% y agosto con 4.3 % (Figura 7), así como los partos mensuales más bajos fueron de abril a junio (6.0–6.3%; Figura 8). En cambio, los valores más altos de vacas preñadas por mes fueron en diciembre y enero 10.6%; Figura 7), así como en los partos mensuales fueron de septiembre y octubre (11%) y agosto y noviembre (10%; Figura 8).

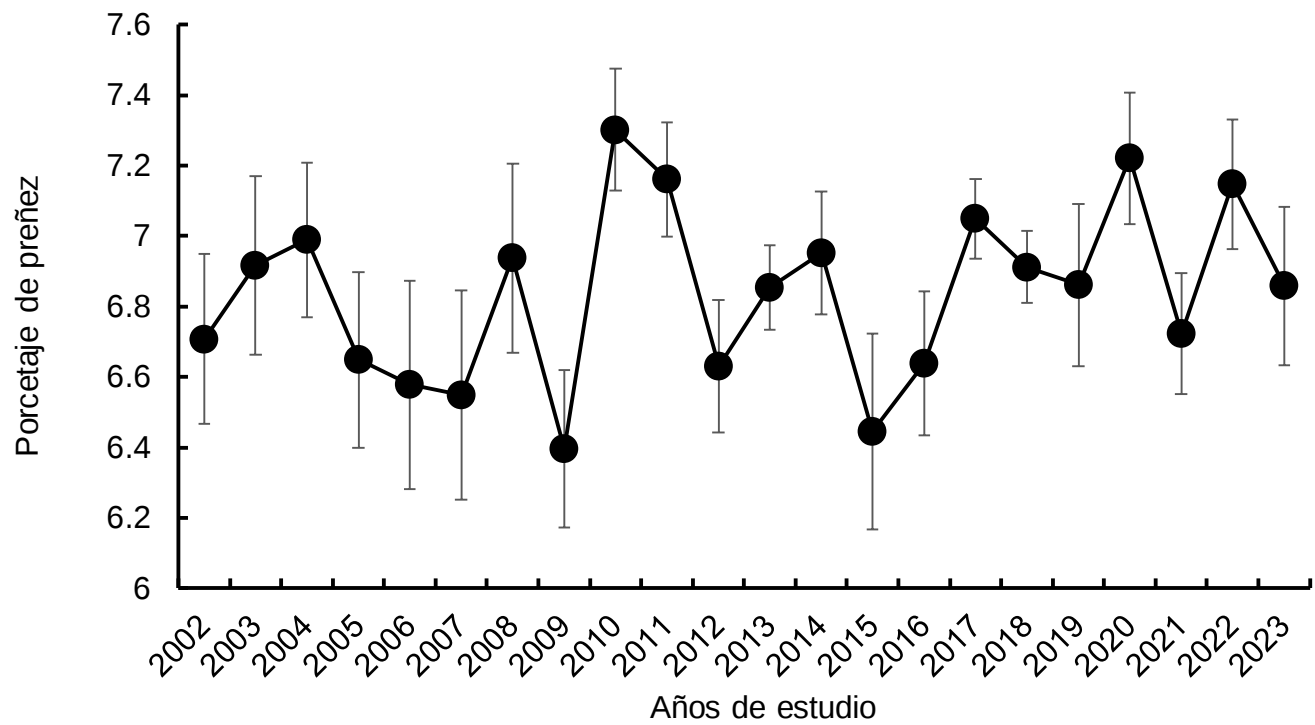


Figura 5 Porcentaje anual de preñeces en hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera de México de 2002 a 2023.

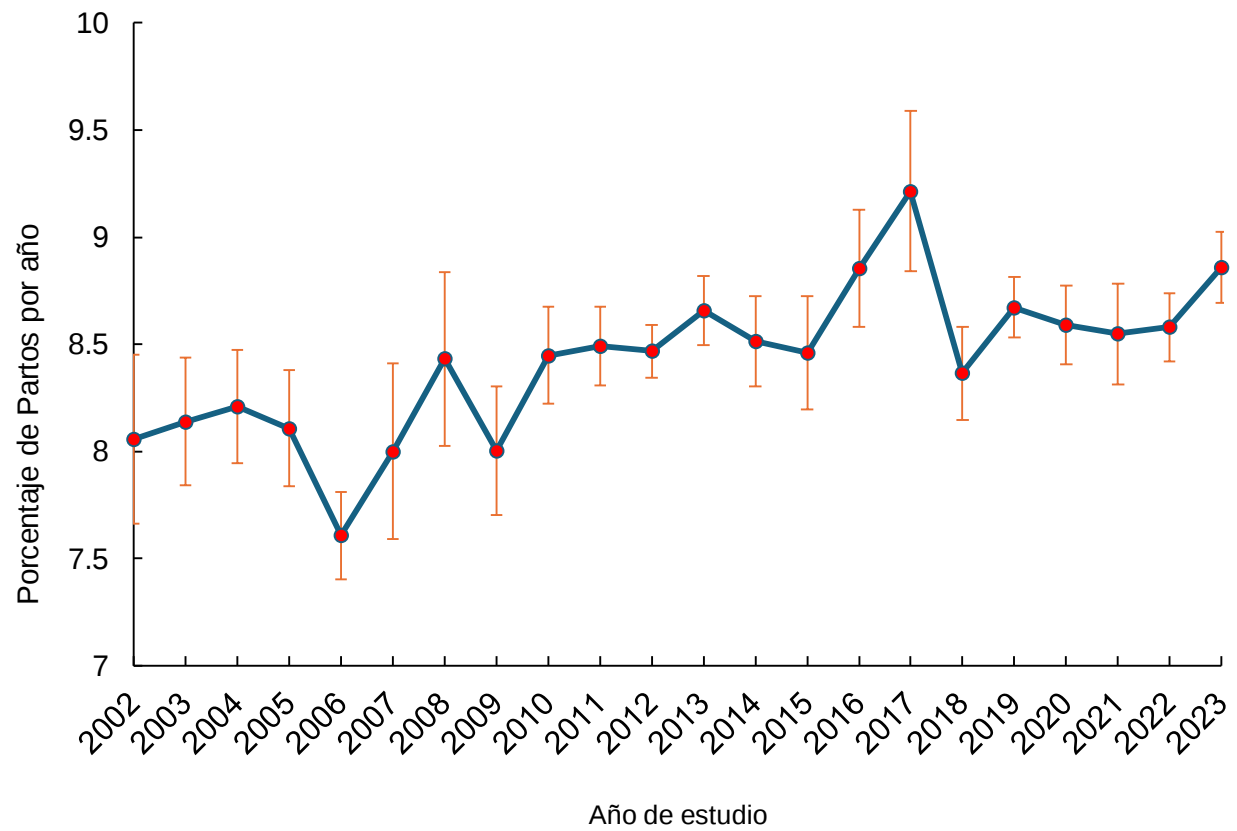


Figura 6 Porcentaje anual de partos en hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera de México de 2002 a 2023.

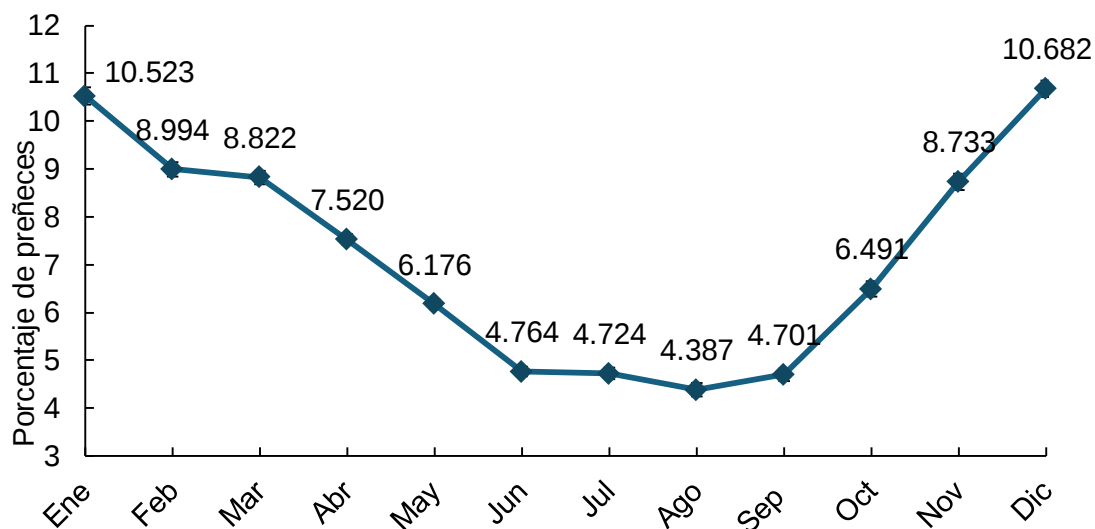


Figura 7 Porcentaje mensual de preñeces en hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera de México de 2022 a 2023.

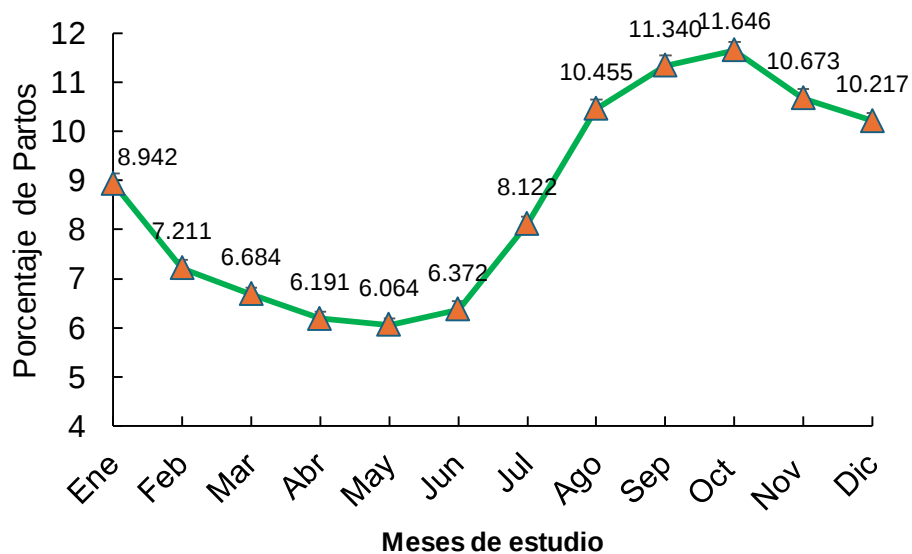


Figura 8 Porcentaje mensual de partos en hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera de México de 2002 a 2023.

5. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio consistió en plantear como objetivo establecer las proporciones de animales preñadas por mes, al igual que la presentación de partos a través del año en vacas Holstein. Los datos analizados en este estudio muestran un patrón estacional en dichas variables a través de los meses del año. Se entiende por estacionalidad como la variación periódica y predecible en un periodo de un año. Aunque a través de los años de estudio dichas variables mostraron diferente comportamiento. La información obtenida en este estudio coincide con antecedentes donde indican que el estrés calórico induce efectos negativos en la reproducción y, además retrasa la crianza de becerras debido al comportamiento estacional en la presentación de partos a través del año en el hato lechero. Además, debido a la variación en los días en leche también hay cambios en la producción de leche durante el año, asimismo se observa estacionalidad en esta variable (Ferreira *et al.*, 2020). En este sentido, Ferreira *et al.* (2016) indican que algunos estados ubicados en el sur de Estados Unidos de América como California, Arizona y Nuevo México son los que experimentan la mayor cantidad de días en condiciones de estrés térmico al año ya que estos estados se ubican en los desiertos Sonorense, Chihuahuense y Mojave (en el sur de California). El estrés calórico es uno de los principales componentes de la estacionalidad en los establos lecheros (West, 2003). Sin embargo, la estacionalidad de la fertilidad (verano *versus* invierno) (Schüller *et al.*, 2017), así como en algunos aspectos en el manejo del establo, como el movimiento rutinario del ganado, cambios en los programas reproductivos, cambios en las dietas, las rutinas de ordeño (DeJarnette *et al.*, 2007) pueden conducir a que ocurran los partos de manera estacional, así pues, la mayor cantidad de vacas parirán en primavera o finales de otoño (Chen *et al.*, 2014; Aunque en dichos estudios no se menciona si las vacas parieron en el verano. En cambio, de acuerdo con los resultados del actual estudio se observó que la presentación de los partos en los hatos de la Comarca Lagunera de México fue de agosto a diciembre, esto es, en los dos últimos meses del verano y durante el otoño.

según lo mencionado previamente, uno de los factores más influyentes que participan en la estacionalidad reproductiva son las elevadas temperaturas que se registran en principalmente en verano ya que causa diversos efectos negativos en el animal. El estrés calórico afecta negativamente diversos aspectos como son los conductuales, los fisiológicos y los endócrinos en la vaca. Por ejemplo, el lugar donde se desarrolló este estudio presenta un índice humedad-temperatura de superior a 73 durante los meses de mayo a septiembre, lo que indica que las vacas bajo en estado de estrés térmico (Fernández *et al.*, 2019). Esto aclara el bajo porcentaje de vacas gestantes durante esos mismos meses. La reducción en el porcentaje de preñeces, de junio a septiembre, bajo condiciones de estrés calórico, se atribuye a baja fertilidad en la vaca, debido a que se altera la maduración folicular y el cuerpo lúteo, provocando del mismo modo un insuficiente desarrollo embrionario. con eso la baja cantidad de nacimientos de las becerras o becerros que serían destinadas a la crianza en el establo, lo cual ocasiona alteración en el sistema continuo de crianza de becerras. Por otra parte, cuando las condiciones climatologicas resultan ser favorables para las vacas, de diciembre a marzo, aumenta considerablemente la fertilidad, así como también los nacimientos y repercute en la crianza de becerras y, además se incrementa la producción láctea. Aunque en el presente trabajo no tuvo como objetivo analizar la producción de leche a través del año, estudios previos indican que el nivel de producción de leche disminuye en los meses de intenso calor ambiental (Fernández *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2020). El manejo alimenticio debe orientarse para una mejor producción de la leche, sin desatender la salud y la fecundidad del bovino. Cuando se proporciona alimento únicamente para maximizar la producción Láctea, la fertilidad puede verse afectada (Meléndez y Bartolomé, 2017).

Cuando se analizó el porcentaje de vacas preñadas a través de los años de estudio (2002-2023) los resultados mostraron un comportamiento errático, es decir, cada año de estudio es diferente al siguiente y al anterior, y además casi siempre se mantienen dentro el mismo rango. Estos resultados sugieren que el porcentaje de vacas preñadas a través del tiempo son diversos factores los que inciden, mencionando algunos de ellos como, la alta temperatura ambiental en verano,

diversos tipos de estrés causados por manejo o enfermedades, decisiones en el manejo del hato lechero, programas reproductivos, entre otros. Con respecto a los partos mensuales a través de los años analizados, se observó una ligera disminución en el año 2006, mientras que en el año 2017 se observó un sutil incremento en relación con el comportamiento en general en los años analizados. Estos resultados probablemente se deben a que hubo un incremento en el tamaño del hato. Como se sabe los hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera tienen en promedio de 1,000-2,000 y de 3,000-4,000 animales (Fernández *et al.*, 2025). De hecho, este inventario ganadero se ha ido incrementado a partir del año de 2010.

Se hace la siguiente recomendación para mitigar el estrés calórico mediante la ventilación cruzada, que es lo más novedoso en cuanto a control del ambiente en los establos lecheros. Básicamente se constituye en instalaciones completamente cerradas que mediante la instalación de ventiladores laterales que impulsan el aire hacia el interior (Anexo 1). Este sistema permite que el aire recorra una menor distancia, asegurando la entrada constante de aire fresco en todo el establo. Al dirigir el flujo de aire desde los laterales, todos los cubículos o separadores reciben un efecto de enfriamiento similar, lo que disminuye la competencia entre las mismas vacas por los espacios con más ventilación. Este tipo de sistema es clave para mejorar el confort de las vacas, favorecer un mejor descanso y, en consecuencia, aumentar la producción de leche. El enfriamiento uniforme en todo el establo incrementa la comodidad de los animales, los incentiva a permanecer en sus cubículos o separadores, todo esto ayuda a reducir el estrés calórico, mejora el bienestar general de las vacas y favorece a tener una mayor productividad (Galán y Servet, 2009).

6. CONCLUSIONES

En el presente estudio se observó que las preñeces, así como la ocurrencia de los partos varían en condiciones de temperaturas que se registran en esta región semi-desértica. El factor climático es uno de los principales problemas que hace que la variación se presente debido a que ocasiona que los animales experimenten estrés calórico, el cual afecta la fisiología de la vaca lechera lo que induce una disminución en la ingesta del consumo de alimento ya que baja el aporte energético del animal y altera el comportamiento reproductivo. De esta manera se altera la expresión del celo, además, el animal incrementa la temperatura corporal induciendo la mortalidad embrionaria y disminuye la tasa de concepción. Sin embargo, con un adecuado sistema de refrigeración en las instalaciones con la finalidad de que los animales estén confortables mitigando las consecuencias del estrés calórico. El uso de instalaciones con tecnología especializada como la ventilación cruzada es una estrategia para proporcionar enfriamiento al animal, ello en lugar de los baños inter-ordeñas, que efectivamente sirven como un enfriamiento corporal, pero tienen bajo porcentaje de eficiencia ya que la vaca gasta energía en el traslado de ida y vuelta y vuelve a incrementar su temperatura en un lapso a corto plazo. En cuanto a la alimentación las micotoxinas ocasionan un fuerte estrés oxidativo en la vaca ya que genera problemas de salud y sobre todo efectos severos en la reproducción, como lo muerte embrionaria, síntesis de hormonas deficiente, quistes ováricos, y en caso de gestación abortos. Finalmente, se puede tener una excelente tasa de concepción y tasa de preñez en todas las épocas del año, siempre y cuando se atiendan de manera correcta eficaz y estricta las necesidades de la vaca lechera, refiriéndose a un buen confort, que el alimento se encuentre en excelentes condiciones, un adecuado sistema de refrigeración con las tecnologías especiales para mitigar las altas temperaturas ambientales. Por esta razón se analizó las variaciones de las preñeces y de los partos a través del año ya que son parámetros clave en la eficiencia reproductiva en el hato hatos lechero.

7. LITERATURA CITADA

- Arias, R., T. Mader, y P. Escoba. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Archivos de Medicina Veterinaria. 40:7-22.
- Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. Journal of Dairy Science. 77:2044-2050.
- Badilla G, C., Carranza, M. S., Herrera, J. M., Voss, F. H., Zuñiga, J. J. R. 2015. Efecto de la edad al primer parto sobre parámetros reproductivos en la primera lactancia de vacas Holstein y jersey de Costa Rica. Ciencias Veterinarias 33(1) 33-45.
- Bartolomé, J. 2009. Endocrinología y fisiología de la gestación y el parto en el bovino. Taurus, 11, 20-28.
- Berragán-Hernández, W.A., Mahecha-Ledesma, L., Cajas-Jirón, YS. 2015. Variables fisiológicas-metabólicas de estrés calórico en vacas bajo silvopastoreo y pradera sin árboles. Agronomía Mesoamericana, 211-223.
- Borshch, O. O., Ruban, S., Borshch, O. V., Matvieiev, M., Prudnikov, V., Sobolev, O., Fedorchenko, M. 2024. Comportamiento de las vacas y producción de leche durante diferentes categorías de índices de temperatura-humedad. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 35(1).
- Broom, D., e C. Molento. 2004. Bem-estar animal: conceito e questoes relacionadas-revisao. Archives Veterinay Science. 9(2):1-11.
- Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Hahn JL. 2005. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, part 1: analysis of indicators. Biosystem Engineering 91: 451-462.
- Castaño, F. A., Rugeles, C. C., Betancur, C. A., & Ramirez-López, C. J. 2014. Impacto del estrés calórico sobre la actividad reproductiva en bovinos y consideraciones para mitigar sus efectos sobre la reproducción. Biosalud, 13(2), 84-94.

- Correa-Calderón, A., Avendaño-Reyes, L., López-Baca, M., & Macías-Cruz, U. 2022. Estrés por calor en ganado lechero con énfasis en la producción de leche y los hábitos de consumo de alimento y agua. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 488-509.
- Costamagna, D. A., Toffoli, G., Leva, P. E., Méndez, L., Taverna, M. Á. 2024. Efecto del índice de temperatura-humedad sobre la producción de leche, la frecuencia de ordeño y el comportamiento de vacas en sistemas de ordeño automático basados en pasturas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 32(1), 9-13.
- Curtis A, Scharf B, Eichen P, Spiers D. 2017. Relationships between ambient conditions, thermal status, and feed intake of cattle during summer heat stress with access to shade. *Journal of Thermal Biology* 63: 104-111.
- DeJarnette, J. M., Sattler, C. G., Marshall, C. E., Nebel, R. L. 2007. Voluntary waiting period management practices in dairy herds participating in a progeny test program. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 1073-1079.
- Elischer MF. 2014. Historia de las razas de vacas lecheras: Holstein. En línea. Consultado en: https://www.canr.msu.edu/news/history_of_dairy_cow_breeds_holstein
- Faust, MA., McDaniel, BT., Robison, OW. 1989. Genetic of reproduction in primiparous Holsteins. *Journal of Dairy Science* 72:194-201
- Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 1994;
- Fernández I.G, Ulloa-Arvizu R, Fernández J. 2019. Milk yield did not decrease in large herds of high-producing Holstein cows in semi-arid climate of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 5(1):149-154. doi.org/10.1007/s11250-018-1669-5
- Fernández-García, I.G., Ulloa-Arvizu, R., Fernández-Díaz de León, J. 2025. Tamaño del hato y reducción en la producción de leche en el verano en vacas Holstein ubicadas en La Laguna (Coahuila-Durango) de México. Video de Divulgación Científica. EXPO UAAAN 2025, Diálogos con la Ciencia: [https://www.facebook.com/61559703214046/videos/772064632190444/?__cft__\[0\]](https://www.facebook.com/61559703214046/videos/772064632190444/?__cft__[0])

=AZYx0g4xsYVIPx3BanKPirhUdsjK5HzgBHSI6qLKxE6RW4la_uU-Ct-OEGPTSrKjef_50vBc1htPewTVWGz_-
B7jdQqX0ucgeDc4RAP7hVtHFnwWTe6tD1oj_6XXICNKADySoeLI0bQ8Alzr5cm4C
57xabspAufQi-zhdfTCryomstPTJ35Dk0EBvFpjQhYY4uo&__tn__=%2CO%2CP-y-
R

Ferreira, F.C., Clay, J.S., De Vries A. 2020. Distribution of seasonality of calving patterns and milk production in dairy herds across the United States. *Journal of Dairy Science*.103(9):8161-8173. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18138>

Figueroa Viramontes, Uriel., Núñez Hernández, G., Reta Sanchez, DG, Flores López HE. 2015. Balance regional de nitrógeno en el sistema de producción leche-forraje de la Comarca Lagunera, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(4), 377-392.

Figueroa, S. E. 2006. Micotoxinas y micotoxicosis en el ganado bovino lechero. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, (1), 89-94.

Galán, L. Servet, S. T. (2009). Dossier: estrés por calor en vacas de leche. *Frisona española*, 29(171), 102-107.

García López, R., Herrera, J., González, M R. 2004. Estudio preliminar de algunos indicadores de estrés en vacas Holstein, según estado de pre-parto y post- parto en área tropical. *Revista de Cubana de Ciencias Agrícolas*. 38(3) pp 245-248.

García-Casillas, A. C., Prado-Rebolledo, O. F., Carrillo-Díaz, M. I., Cruz-Tamayo, A. A., Manríquez-Núñez, O. M., Rivera, J. A. H. 2024. Respuestas fisiológicas de vacas Holstein en lactación durante el verano en el Marqués Querétaro. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(4), e74145-e74145.

Garner, J. B., M. Douglas, S. R. O. Williams, W. J. Wales, L. C. Marett, K. Digiacomo, Leury, B.J., Hayes, B.J. 2017. Responses of dairy cows to short term heat stress in controlled climate chambers. *Animal Production Science*. 57:1233 ambers.

Glauber, C. E. 2013. ¿Los altos rendimientos en producción lechera afectan la fertilidad del rodeo? *Revista de Medicina Veterinaria*, 94, 10-16.

- Góngora, A., Hernández, A. 2010. La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica, 13(2)IBM Corp. Released 2013 IBM SPSS statistics for windows. Version 22.0 Armonk, NY: IBM Corp.
- Igono, M.O., G. Bjotvedt and H.T. Sanford-Crane. 1992. Environmental profile and critical temperatura effects on milk production of Holstein cows in desert climate. International Journal Biometerology 36: 77-87.
- Izquierdo, A.C., Gutiérrez, J. F. P. 2005. Relación reproducción-producción en vacas Holstein. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 6(2), 1-4
- Kizur, A., Garrido, M, J., Konrad, J.L., Crudeli, G.A., Gatica-García, R. 2015. Inducción de ciclos estrales en vacas lecheras con anestro postparto utilizando progesterona y hormonas gonadotróficas. Revista Veterinaria 26 (1) 13-16.
- Lemus V. (2024) Cuidados de la vaca lechera durante el periodo seco para lograr un óptimo desempeño productivo. Consultado el 15 de abril en:
<https://pecuarios.com/biblioteca-digital-issn/publicacion/vol-2/num-10/cuidados-de-la-vaca-lechera-durante-el-periodo-seco-para-lograr-un-optimo-desempeno-productivo>.
- Leyva-Corona, J. C., Thomas, M. G., Rincón, G., Medrano, J. F., Correa-Calderón, A., Avendaño-Reyes, L., Luna-Nevárez, P. 2016. Enfriamiento al inicio de verano para mitigar el estrés por calor en vacas Holstein del noroeste de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7(4), 415-429.
- Loven DP. Un papel para las especies reactivas de oxígeno en la muerte celular inducida por calor y la inducción de termotolerancia. Medical Hypotheses 1988; 26: 39–50.
- Lozano Domínguez, R. R. Vásquez Peláez, C. G. Gonzáles Padilla, E. 2005. Efecto del estrés calórico y su interacción con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de gestación de vacas lecheras en Aguascalientes, México. Veterinaria México, 36(3), 245-260.
- Lozano-Domínguez, R.R., Aréchiga-Flores, C.F., López-Carlos, M.A., Cortés-Vidauri, Z., Rincón-Delgado, M., Carrera-Chávez, J.M., Hernández-Cerón, J. 2020. Efecto del reemplazo folicular (GnRH) y de

somatotropina bovina (bST) sobre la fertilidad de vacas lecheras expuestas a estrés calórico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), 738-756

Melendez P, Donovan A, Hernandez J. 2000. Milk urea nitrogen and infertility in Florida Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 83:459-463.

Meléndez, P., Bartolomé, J. 2017. Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4), 407-417.

Molina-Coto, R. 2017. El estrés calórico afecta el comportamiento reproductivo y el desarrollo embrionario temprano en bovinos. *Nutrición Animal Tropical*, 11(1), 1-15.

Morberg, G. 2000. Biological response to stress: implication for animal welfare. In: G. Morberg, Mench, J. *The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare*. Cabi publishing, GBR. p. 1-19.

Ramos Dueñas. 1990. Preñez, parto y puerperio de la vaca lechera. Instituto colombiano agropecuario, p 201-208.

Ríos-Utrera, A., Calderón-Robles, RE., Rosete-Fernández, JE., Lagunes-Lagunes, J. 2010. Análisis genético de características reproductivas de vacas Holstein criadas en un ambiente subtropical. *Agronomía Mesoamericana*. 21(2): 245-253.

Roman, L., Saravia, C., Astigarraga, L., Bentancur, O., La Manna, A. 2019. Shade access in combination with sprinkling and ventilation effects performance of Holstein cows in early and late lactation. *Animal Production Science*. 59:347–35

Roy A, Caro, Z. E., Porras, J.L. 2016. Efecto de la frecuencia de ordeño en la producción y comportamiento de vacas lecheras en lactancia. *Revista científica*. Vol 17 (1) ,33-40

SADER, Región Lagunera. 2018. El calor y sus efectos en el Ganado bovino leche. Consultado en: <https://www.gob.mx/agricultura/regionlagunera/articulos/el-calor-y-sus-efectos-en-el-ganado-bovino-leche?idiom=es>.

Sakatani M. 2017 Effects of heat stress on bovine preimplantation embryos produced in vitro. *Journal Reproduction and Development*. 2017 Aug 19;63(4):347-352.

- Schüller, L.K., Michaelis, I., Heuwieser, W., 2017. Impact of heat stress on estrus expression and follicle size in estrus under field conditions in dairy cows. *Theriogenology*. 102:48-53. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.004>
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J.B., Dunshea, F.R., Lacetera, N. 2018. Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal* 12: 431- 444. Seykora, AJ; McDaniel, BT. 1983. Heritabilities and correlations of lactation yields and fertility for Holsteins. *Journal of Dairy Science* 66: 1486-1493.
- Surai, P.F. 2002. ¿Cómo funcionan las micotoxinas a nivel celular? *Feeding times*, volumen 7, No. 3. Thatcher, W.W., Santos, J.E. 2013. Nuevas estrategias para prevenir la mortalidad embrionaria en el ganado lechero. *Taurus*, 57, 4-25.
- Tousova R, Duchacek J, Stadnik L, Ptacek M, Pokorna S. 2017. Influence of temperature-humidity relations during years on milk production and quality. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brun* 65: 211 218.
- Vélez Marín, M., Uribe Velásquez, L. F. 2010. ¿Cómo afecta el estrés calórico la reproducción? *Biosalud*, 9(2), 83-95.
- Weather Spark. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/h/y/3986/2025/Datos-hist%C3%B3ricos-meteorol%C3%B3gicos-de-2025-en-Torre%C3%B3n-M%C3%A9xico>. Fecha de consulta. 30 diciembre 2025. West, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2131-2144.

8. ANEXO 1

Establo con sistema ventilación cruzada en la Comarca Lagunera. Fotografía Propia.

