



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA- RELACIÓN ENTRE FACTORES
CLIMÁTICOS E INDICADORES DE FERTILIDAD EN LA HACIENDA
MIRAFLORES ALTO, DURANTE EL PERÍODO 2013 – 2015.

Autor

José Rafael López Baca

Año
2018



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA- RELACIÓN ENTRE FACTORES CLIMÁTICOS E INDICADORES DE FERTILIDAD EN LA HACIENDA MIRAFLORES ALTO, DURANTE EL PERÍODO 2013 – 2015.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista

Profesor guía

Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

Autor

José Rafael López Baca

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Análisis retrospectivo de la relación entre factores climáticos e indicadores de fertilidad en la Hacienda Miraflores alto, durante el período 2013 – 2015, a través de reuniones periódicas con el estudiante José Rafael López Baca, en el Décimo semestre, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

Médico Veterinario Zootecnista

C.I. 1718185778

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Análisis retrospectivo de la relación entre factores climáticos e indicadores de fertilidad en la Hacienda Miraflores alto, durante el período 2013 – 2015, del estudiante José Rafael López Baca, en el décimo semestre, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Dr. Martin Alonso Ortiz Vinueza

Médico Veterinario

C.I. 0601272925

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

José Rafael López Baca

C.I. 1710254788

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi fortaleza para culminar mi carrera profesional, a mis padres por todo su apoyo y por darme la oportunidad de conocer mi pasión desde corta edad y a mi novia Rebeca por toda su ayuda para culminar esta meta.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por todo el apoyo y confianza que han puesto en mí y en mi desarrollo profesional.

RESUMEN

Los índices reproductivos son un conjunto de indicadores que permiten evaluar el comportamiento reproductivo de un grupo de animales, la fertilidad es uno de los indicadores que más se afectan por condiciones ambientales o nutricionales generando estrés causando anestros prolongados, muertes embrionarias, malas ovulaciones. En este estudio se realizó un análisis retrospectivo de la influencia de los factores climáticos sobre los índices de fertilidad por medio de registros climáticos del INAMHI y reproductivos de la Hacienda Miraflores Alto (Tambillo-Ecuador) del período 2013-2015 con el objetivo de determinar si los factores ambientales afectan o no a la fertilidad del hato bovino. Se obtuvo una muestra de 210 hembras bovinas las cuales se evaluaron durante tres años consecutivos y se determinó cuáles son las épocas más favorables para aumentar los porcentajes de reproducción del hato. En este estudio se utilizó medidas de tendencia central, Tukey, análisis de varianza (ANOVA) y correlación de Pearson, adicionalmente se aplicó el programa estadístico SPSS 23 con un 95% de confianza en lo cual, se determinó por medio de ANOVA anuales que la variable de heliofania y temperatura no tuvieron diferencia significativa, en cambio la temperatura si tuvo diferencia significativa del 5%, siendo el P valor de 0,003% y de precipitación el valor de P fue de 0,692 ($p > 0,05$). Por otro lado, se obtuvo que a) la humedad y servicios por concepción, b) la humedad con el intervalo entre partos e c) intervalo de partos con servicios por concepción tuvieron una moderada correlación y el resto ínfima. En conclusión, con todos los resultados obtenidos se aceptó la hipótesis alterna para la variable temperatura, heliofania, precipitación y humedad ya que si influyó sobre las inseminaciones totales, inseminaciones efectivas, días abiertos, servicios por concepción y reabsorciones embrionarias.

Palabras claves: Bovino, indicadores reproductivos, fertilidad, factores climáticos.

ABSTRACT

The reproductive indexes are a set of indicators within the reproduction that allow us to evaluate the reproductive behavior of a group of animals, fertility is one of the indicators that are most affected by environmental or nutritional conditions generating stress and negative energy balances causing prolonged anestro, embryonic deaths and bad ovulations. This study was a retrospective analysis of the influence of climatic factors on fertility indexes was made through reproduction records of the Hacienda Miraflores Alto (Tambillo-Ecuador) for the period 2013-2015 and the climatic data of the INAMHI of the same period to determinate if the climatic factors affect or not the fertility of the bovine herd of the Hacienda Miraflores Alto. The sample of the study was 210 animals which were evaluated during three consecutive years and it was determined which are the most favorable times to increase the breeding percentage of the herd, we used a sample of 210 bovine females was obtained. In this study we used measures of central tendency, Tukey, analysis of variance (ANOVA) and Pearson correlation, additionally the statistical program SPSS 23 was applied with 95% confidence in which, by ANOVA we determinate that heliofania and temperature didn't have significant difference of 5%, where P was 0.003% of temperature and precipitation had P value of 0.692 ($p > 0.05$). By the other side, we obtained results from a) humidity and services by conception, b) humidity with the interval between births and c) interval of deliveries with services by conception had a moderate correlation and the rest was minimal. In conclusion, with all the results obtained, the alternative hypothesis was accepted for the variable temperature, heliofania, precipitation and humidity, it influenced on total inseminations, effective inseminations, open days, services by conception, apthous and embryonic reabsorption.

Key words: Bovine, reproductive indicators, fertility, climatic factors.

ÍNDICE

Capítulo I	1
Introducción	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
1.2. Hipótesis	3
Capítulo II	4
Marco teórico.....	4
2.1. Aparato reproductivo de la vaca	4
2.2. Fisiología hormonal reproductiva	5
2.3. Ciclo estral de la vaca.....	10
2.4. Fertilidad.....	13
2.5. Parámetros reproductivos.....	15
2.6. Factores que afectan la fertilidad.....	16
2.6.1. Clima.....	17
2.6.2. Nutrición.....	19
2.6.3. Estrés.....	22
2.7. Enfermedades reproductivas	23
2.7.1. Diarrea viral Bovina (DVB)	23
2.7.2. Rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR)	24
2.7.4. Leptospirosis Bovina.....	25
2.7.5. Neosporosis Bovina	26
Capítulo III	27
3. Materiales y metodología.....	27

3.1. Ubicación	27
3.2. Diseño de estudio	28
3.3. Población y muestra	28
3.4. Materiales	29
3.4.1. Materiales de campo.....	29
3.4.2. Instrumentos y equipos.....	29
3.5. Metodología	30
3.5.1. Recolección de datos del INAMHI y registros de fertilidad	30
3.5.2. Identificación de variables independientes y dependientes	30
3.5.3. Determinación de criterios de inclusión y exclusión.....	31
3.5.4. Análisis de datos climáticos	31
3.5.5. Análisis de registros de fertilidad	31
3.5.6. Relación de datos climáticos y registros de reproducción	32
3.6. Método de análisis estadístico.....	32
Capítulo IV.....	33
4.1. Resultados.....	33
4.2. Contraste de hipótesis	48
4.3. Discusión	51
Capítulo V.....	54
5.1. Conclusiones	54
5.2. Recomendaciones	54
REFERENCIAS	56
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Animales por edades, meses y años</i>	28
Tabla 2. <i>Criterios de inclusión y exclusión</i>	29
Tabla 3. <i>Medidas de tendencia central de los factores climáticos</i>	34
Tabla 4. <i>Medidas de tendencia central con factores reproductivos</i>	37
Tabla 5. <i>Tukey anual según factores climáticos y reproductivos</i>	39
Tabla 6. <i>Tukey trimestral del período 2013-2015</i>	41
Tabla 7. <i>ANOVA trimestral por reproducción primera parte</i>	43
Tabla 8. <i>Tukey trimestral por reproducción 2013- 2015 segunda parte</i>	44
Tabla 9. <i>Índice de fertilidad por años</i>	44
Tabla 10. <i>Correlación de factores climáticos</i>	46
Tabla 11. <i>Correlación de factores reproductivos</i>	48
Tabla 12. <i>Contraste de hipótesis según las variables</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Influencia de los signos metabólicos sobre GnRH.	6
Figura 2. Reflejos neuronales y neuroendocrinos	7
Figura 3. Porciones del hipotálamo.	8
Figura 4. Estadios del ciclo estral.....	12
Figura 5. Ubicación geográfica de Hacienda Miraflores Alto.....	27
Figura 6. Gráfico de índice de fertilidad por años.....	45

Capítulo I

Introducción

La fertilidad es la capacidad de un individuo para reproducirse de manera satisfactoria y prolíficamente después de una cubrición por monta natural o inseminación artificial (McDonald, 1999, pp.28). La fertilidad en bovinos es uno de los índices reproductivos más utilizados por las ganaderías a nivel mundial (Ganchou y González, 2005).

Éste índice reproductivo puede afectarse por diferentes factores entre ellos: nutrición, manejo inadecuado, condiciones climáticas (Betancourt, Bertot, Vásquez, Acosta y Avilés, 2005). Los parámetros reproductivos que se alteran por medio de la nutrición, factores climáticos y el manejo son: intervalo entre partos (IEP), días abiertos, número de servicios por concepción y la presencia o ausencia de celos dentro de los períodos normales (González, 2015).

Actualmente se buscan los mejores desempeños y resultados en fertilidad a nivel mundial, siendo uno de los pilares más importantes dentro de la ganadería lechera obteniendo mayor cantidad de leche de vacas que tengan un parto anual como mínimo (González, 2015).

Entre los factores que alteran los índices reproductivos están las estaciones climáticas, por tal motivo se han realizado estudios en diferentes países para poder determinar las mejores épocas del año para la reproducción de los rebaños. Se debe de tener en cuenta las sequías, inviernos y temperaturas altas y bajas de cada zona (Echeverría y Miazzo, 2012)

Con el objetivo de determinar qué meses son más apropiados para inseminar a las vacas y poder estimar el tiempo de parto, para evitar que todo ese periodo el animal no curse por causas de estrés que afecten al desempeño reproductivo, mejorando la fertilidad de los bovinos de leche independientemente del lugar o la época del año que se encuentren (FAO, 2011).

La contaminación y el calentamiento global afectan la regularidad del clima, de por sí no se encuentra muy definida por los cambios climáticos naturales, causando épocas de invierno y verano muy inestables en el país (FAO, 2017).

En la mayoría de ganaderías lecheras ecuatorianas no se realizan cálculos para determinar el índice de fertilidad del hato bovino, ya que no poseen registros reproductivos, con lo cual se puede asumir que existe un gran porcentaje de infertilidad que no se ha identificado todavía y que la influencia de los cambios climáticos no son favorecedores para poder estandarizar los parámetros reproductivos a evaluar (Revelo, 2013).

El sistema climático global ha ido cambiando cada vez más, en Ecuador se ha registrado periodos de retrocesos glaciares, sequías extremas, inundaciones y heladas intensificando la amenaza de los desastres naturales en la zona, afectando directamente a la producción lechera, reproducción bovina y producción agrícola (Secretaría nacional de planificación y desarrollo, 2014).

Con el objetivo de crear planes preventivos en el 2014 se realizó un proyecto para el Ministerio del Ambiente (MAE) en contra de la desertificación, degradación de tierra, sequías y adaptación a los cambios climáticos para ayudar a algunas provincias del país, específicamente en el cantón Mejía-Machachi en donde la mayoría de las parroquias se dedican en un 76% a la producción de hortalizas y lechera de ganado bovino (Secretaría nacional de planificación y desarrollo, 2014).

Por otro lado, en agosto del 2015 el volcán Cotopaxi tuvo vaporizaciones de cenizas que afectaron la zona de Machachi contaminando el pasto y producciones agrícolas de los sectores aledaños. Por medio de encuestas a los hacendados se realizó un diagnóstico situacional, en el cual el 47% de la población bovina estuvo afectada, y en estos casos de desastres naturales no todos los propietarios están preparados, solo el 63% realiza programas de conservación de forrajes y ensilajes como medida preventiva. La parroquia Chaupi fue una de las más afectadas, la producción lechera disminuyó en un 32,3% (Chipugsi, 2017).

Por los motivos anteriores, el presente estudio argumentará el proceso y relación que existe entre la fertilidad bovina y factores climáticos en la Sierra centro del sector Tambillo, zona de producción netamente lechera del Ecuador con el objetivo de mejorar los índices reproductivos del hato y de las haciendas cercanas al sector.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Realizar un análisis retrospectivo de la relación entre los factores climáticos e indicadores de fertilidad en la hacienda Miraflores Alto, durante el período 2013 -2015.

1.1.2. Objetivos específicos

- Elaborar un análisis retrospectivo de los factores climáticos de la parroquia tambillo basado en datos del instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI) de la estación de Izobamba durante el período 2013-2015.
- Ejecutar un análisis retrospectivo de los indicadores de fertilidad del hato de la hacienda Miraflores alto, tambillo durante el período 2013 -2015.
- Determinar la asociación entre los factores climáticos e indicadores reproductivos para determinar factores de fertilidad del hato de la hacienda Miraflores alto, tambillo según las temporadas del año entre 2013-2015.

1.2. Hipótesis

H_0 : Los factores climáticos no influyen en la fertilidad del hato bovino de la Hacienda Miraflores Alto.

H_1 : Los factores climáticos si afectan a la fertilidad del hato bovino de la Hacienda Miraflores Alto.

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Aparato reproductivo de la vaca

“El aparato reproductivo de la hembra bovina está formado por cinco estructuras: ovarios, oviductos, útero, cérvix, vagina y genitales externos, cada una de estas estructuras tubulares están compuestas por cuatro capas que son: mucosa, submucosa, muscular y serosa.

Este aparato permite ser evaluado por medio de una fácil manipulación rectal con el objetivo de diagnosticar la actividad ovárica, diagnosticar gestación, manipulación para inseminación artificial, reconocer anomalías en las estructuras reproductivas y realizar exámenes ultrasonográficos en caso de ser necesarios” (Senger, 2012, pp. 11).

Por otro lado, el útero está formado por varios ligamentos, dentro de los más importantes se encuentra: el ligamento ancho, el cual se forma por: a) mesovarium: se encuentra cranealmente del ovario dándole soporte y cubriendo a los vasos sanguíneos y linfáticos, b) mesosalpinx: cubre al oviducto y c) mesometrium: es una de las partes más largas del ligamento que soporta a los cuernos uterinos al cuerpo del útero y el ligamento útero -ovárico. (Senger, 2012, pp. 12-13).

Los ovarios son estructuras ovoides de diferentes tamaños que sufren cinco cambios constantes, desde el crecimiento de los folículos primarios, folículos secundarios, folículos antrales, formación o regresión del cuerpo lúteo y formación del cuerpo albicans (Senger, 2012, pp. 24).

Los ovarios son los encargados de producir gametos, hormonas (estrógeno y progesterona) y controlar la actividad cíclica, el cuerpo lúteo es encargado de producir progesterona, relaxina, oxitocina e inhibina (Dejarnette y Neberl, 2016).

Cuando no existe preñez el endometrio del útero libera prostaglandinas F 2 α para provocar regresión del cuerpo lúteo al final del diestro (Senger, 2012, pp. 25).

“El cuerpo uterino de las vacas es bicornado, posee una vagina con un solo cérvix y una bifurcación en el interior que desarrolla dos cuernos uterinos, sus funciones principales son: el transporte de espermatozoides, luteólisis, control del ciclo estral, brindar un ambiente cálido para el embrión, conexión maternal placentario, expulsión del feto y placenta” (Senger, 2012, pp. 30).

Los rumiantes tienen un endometrio con pequeñas zonas no glandulares en la superficie llamadas protuberancias o carúnculas con gran vascularización y permiten la formación del corion, es la unión del pliegue del embrión en la placenta si ocurre la gestación (Senger, 2012, pp. 30).

2.2. Fisiología hormonal reproductiva

El clima ejerce efectos muy significativos sobre la reproducción de machos y hembras, afectando directamente sobre el eje hipotálamo, hipófisis, gónadas. Así el cerebro recepta información de los ambientes externos influyendo sobre la reproducción como por ejemplo, la pubertad de los animales (Senger, 2012, p. 135).

“La información es percibida por medio de sensores neuronales ópticos y olfatorios, estimulando la secreción de GnRH con el efecto principal de producir GnRH en grandes y con mayor frecuencia a corta edad” (Senger, 2012, p. 135).

“Las leptinas son péptidos hormonales secretados por los adipocitos, la secreción de estas hormonas es de acuerdo a la cantidad de grasa de cada individuo, estas son las que envían y mandan información al hipotálamo para poder secretar GnRH iniciando o restableciendo la ciclicidad ovárica” (Senger, 2012, p. 135).

Las señales para activar o desactivar el eje hipotálamo hipofisiario se da a través de la respuesta de las leptinas, ácidos grasos y glucosa para promover

la actividad de las kisspeptinas y estimular la liberación de GnRH (Senger, 2012, p. 135).

“Por ejemplo, en animales post parto que poseen un nivel de engrasamiento menor las kisspeptinas bloquean el eje hipotálamo hipofisario para inhibir su liberación de GnRH. Los ácidos grasos son indicadores nutricionales y la glucosa es un indicador del estado metabólico del animal” (Senger, 2012, p. 135), se puede observar gráficamente todo lo anteriormente mencionado en la figura 1.

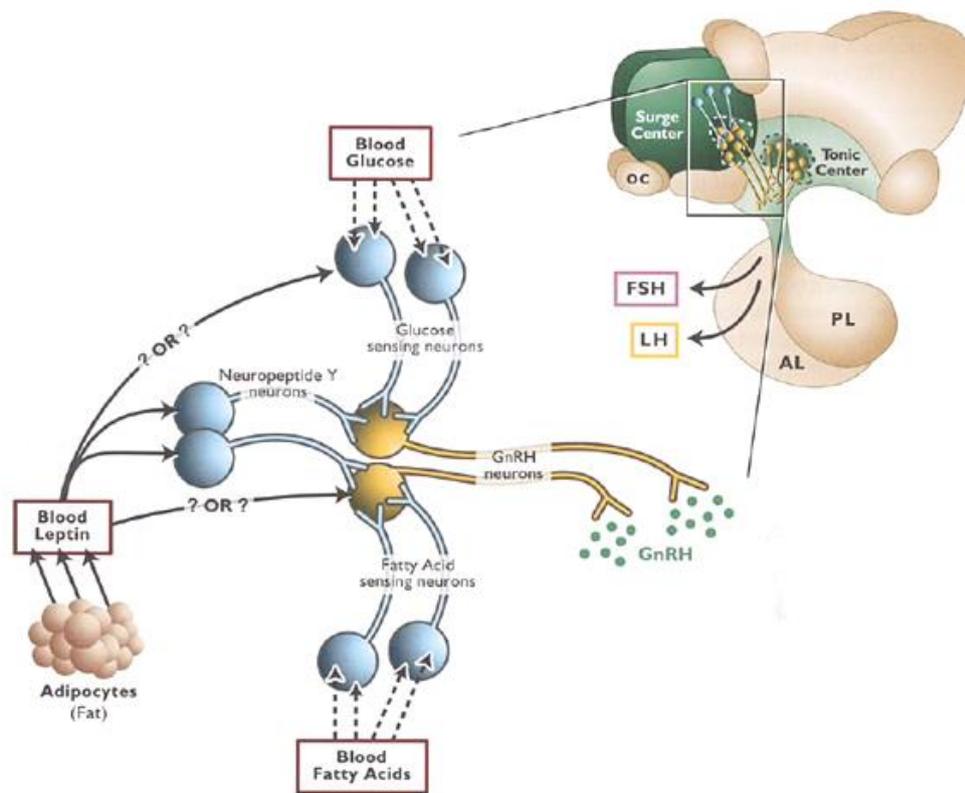


Figura 1. Influencia de los signos metabólicos sobre las neuronas de GnRH. Adaptada de Senger, 2012, p. 135.

La fisiología reproductiva es regulada por el sistema nervioso y endócrino con el propósito de regular todas las funciones reproductivas (Senger, 2012, pp. 99-100).

El sistema nervioso se encarga de traducir todos los estímulos externos en señales neuronales causando cambios en los órganos sexuales integrando los

reflejos simples neurales y reflejos neuroendocrinos (Senger, 2012, pp. 99-100). Se puede observar la figura 2.

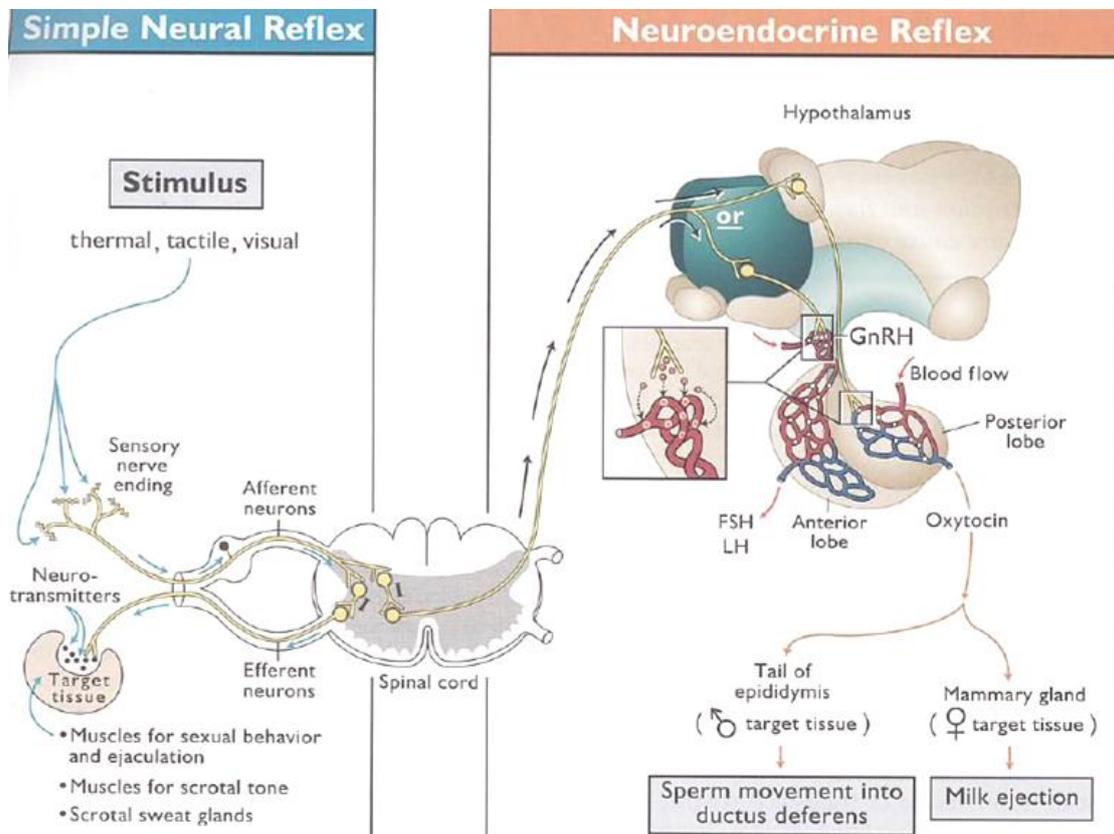


Figura 2. Reflejos neuronales y neuroendocrinos. Adaptada de Senger, 2012.

Esta combinación de reflejos permite tener neuronas sensoriales, las cuales se encargan de llevar información al cordón espinal y al hipotálamo (Senger, 2012, pp. 101).

Los reflejos neurales simples necesitan nervios y neurotransmisores para llegar al tejido diana del aparato reproductivo y los reflejos neuroendocrinos necesitan neurohormonas para actuar directamente en el torrente sanguíneo (Senger, 2012, pp. 102).

El hipotálamo es el centro de control de regulación de eventos hormonales reproductivos, se divide en dos porciones que son: a) centro cíclico y b) centro tónico (Andrews, 2000, pp. 140-141), se puede observar en la figura 3.

Estas regiones secretan hormonas liberadoras de gonadotropina (GnRH) que se transporta mediante el sistema porta -hipofisiario a la pituitaria para estimular la liberación de hormona estimuladora folicular (FSH) y hormona luteinizante (LH)” (Andrews, 2000, pp. 140-141).

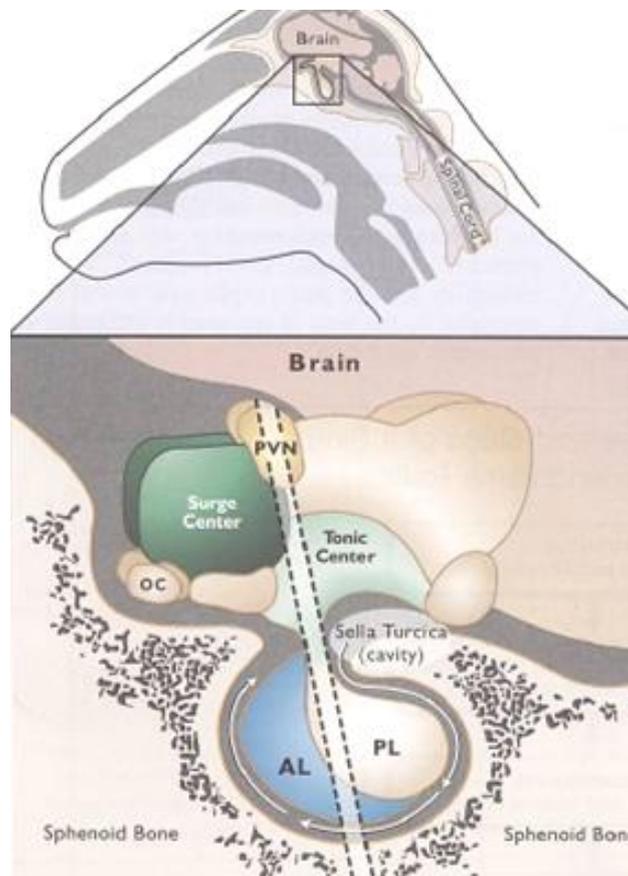


Figura 3. Porciones del hipotálamo. Adaptada de Senger, 2012.

El centro cíclico regula la ciclicidad de la hembra y se activa al inicio de la pubertad; en cambio, el centro tónico genera permanentemente la liberación de GnRH, FSH y LH activando la emergencia folicular (Senger, 2012, pp. 121).

Se ha hipotetizado que las neuronas hipotalámicas del centro cíclico y tónico reciben información del estatus interno y externo, mediante conexiones nerviosas. Por ejemplo, las neuronas kisspeptinas informan del estado nutricional y algunas sustancias opiáceas bloquean la activación del centro cíclico hipotalámico en periodos de lactancia (Senger, 2012, pp. 121).

La hormona luteinizante (LH) es la encargada de estimular la maduración del folículo antral y por su efecto luteotrópo la conservación del cuerpo lúteo (Elli y Fatro, 2005, p. 18).

“Al suprimirse la producción de progesterona, su concentración sanguínea baja y el hipotálamo (centro cíclico) incrementa las descargas de GnRH de cuatro a uno por hora. Se secreta FSH y LH con predominancia de LH provocando maduración y desarrollo final del folículo hasta una condición pre-ovulatoria con alta producción de estradiol secretadas por las células de la teca interna y células de la granulosa” (Elli y Fatro, 2005, p. 18).

En este momento las altas cantidades de estradiol secretadas mediante un efecto de feedback positivo activan al centro cíclico, y permite las descargas masivas de GnRH y LH, esta descarga ovulatoria tiene una duración aproximadamente de 7 – 8 horas provocando la ovulación que podría durar de 24-32 horas desde el pico de GnRH hasta la ruptura de los folículos (Elli y Fatro, 2005, p. 18).

Los mecanismos que ayudan a controlar la secreción de hormonas reproductivas son: a) feedback positivo y b) feedback negativo, estos dos mecanismos controlan la secreción de GnRH, FSH y LH. Como por ejemplo, cuando existe liberación de progesterona puede realizarse un feedback negativo a nivel del hipotálamo (Senger, 2012, pp. 121-124).

“La función principal de GnRH es estimular la ovulación, crecimiento folicular y formación del cuerpo lúteo (CL), por ejemplo: cuando ya se encuentra desarrollado totalmente el CL, existe una concentración alta de progesterona evitando la liberación de GnRH” (Andrews, 2000, p. 141).

“La vida del CL en ausencia de un embrión termina cuando existe secreción de oxitocina que activan sobre los receptores de las células endometriales del útero, productoras de prostaglandinas que causan luteólisis” (Andrews, 2000, p. 141).

“Existen otras hormonas reproductivas que son liberados por la glándula pituitaria, gónadas, útero y placenta, por ejemplo la pituitaria secreta prolactina y las gónadas de las hembras secretan estrógenos y progesterona” (Senger, 2012, pp. 121-124).

“El útero se encarga de secretar prostaglandina F 2- α (PGF2- α) y la placenta produce progesterona, estrógeno, gonadotropina coriónica equina (ECG) y gonadotropina humana coriónica (HCG)” (Senger, 2012, pp. 121-124).

Las prostaglandinas (PG) son hormonas funcionales que actúan en los órganos diana, como por ejemplo en el endometrio y su función es generar contracciones o relajación de los músculos lisos de la vagina para crear una vasodilatación en las arterias ováricas y estabilizar los niveles de prostaglandinas al inicio de gestación (Elli y Fatro, 2005, pp.21-22).

2.3. Ciclo estral de la vaca

El ciclo estral está formado por cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro, el estro es el periodo que permite a la hembra copular y preñarse, después del periodo de gestación empieza el anestro hasta el momento del parto y posteriormente el mismo organismo se encarga de la involución uterina (Senger, 2012, pp. 141).

El periodo de estro es una de las fases más reconocidas exteriormente, ya que la hembra se caracteriza por tener un comportamiento diferente, mostrando signos como aumento en la locomoción y fonación para la recepción sexual causado por los efectos del estradiol (Senger, 2012, p. 143). Esta etapa inicia cuando el animal acepta la monta y termina cuando la rechaza (Senger, 2012, p. 143).

El proestro empieza cuando el cuerpo lúteo pasa por una luteólisis, este periodo de transición se encarga específicamente de cambiar la fase lútea a fase folicular termina cuando inicia el celo quieto (Senger, 2012, pp. 143).

“El ciclo estral se divide en dos fases que son: fase folicular y fase luteal (diestro), la fase folicular se desarrolla en un periodo corto, es el 20% del ciclo

estral y se da a partir de la regresión del cuerpo lúteo y baja de secreción de progesterona” (Senger, 2012, pp. 143).

En la fase folicular los folículos antrales se desarrollan y empiezan a secretar estradiol en altas cantidades provocando finalmente un feedback positivo, la descarga del centro cíclico de GnRH y LH ocasionando ovulación (Senger, 2012, pp. 143).

La hembra bovina es poliéstrica con un período de duración de 6- 30 horas y un promedio de 18-21 días (Senger, 2012, pp. 143).

Los signos del estro que presentan las hembras bovinas son: agrupamiento de las vacas que están en celo o próximas al mismo, disminución de producción de leche, leves hipertermias, descarga vulvar (transparente y elástica) y permite la monta por las otras vacas (Andrews, 2000, p. 142).

“El metaestro es el periodo de transición entre la fase folicular y luteal, en el cual existe el cambio de la secreción de estradiol a progesterona con una duración de 2-3 días, inicia cuando empieza la ovulación y termina cuando existe suficiente concentración de progesterona y su cuerpo lúteo está totalmente formado” (Senger, 2012, pp. 144).

Finalmente, como se puede apreciar en la figura 4, la fase de diestro es el periodo más largo del ciclo estral, en el cual el cuerpo lúteo se convierte totalmente funcional y la secreción de progesterona incrementa, después de esto el cuerpo lúteo se destruye (Senger, 2012, pp. 145-146).

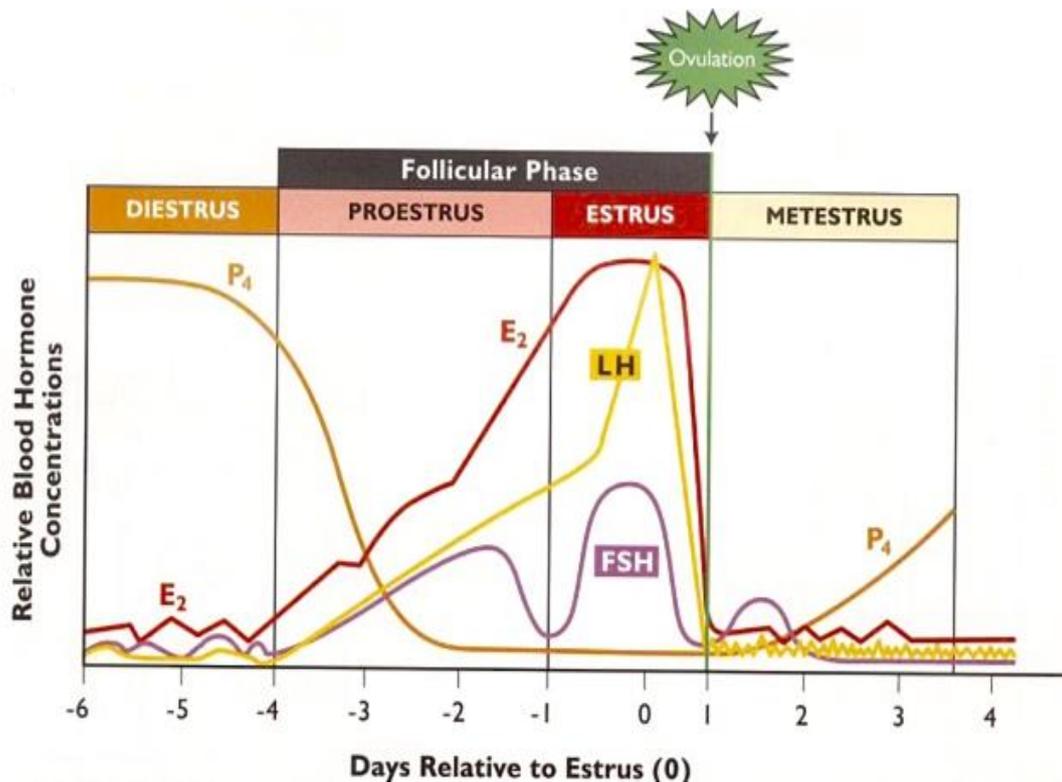


Figura 4. Estadios del ciclo estral. Adaptada de Senger, 2012.

La regulación del ciclo reproductivo de la hembra bovina se da por el sistema hipotálamo hipófisis gonadal a través de varias hormonas, como: hormona luteinizante (LH), progesterona (P4), estradiol (E2) y prostaglandina (PG). Existen disfunciones hormonales que alteran la aparición del ciclo estral o incluso no permitir la gestación por agentes externos generando estrés en los animales (Vélez y Uribe, 2010).

Por otro lado, es importante reconocer que las concentraciones circulantes de la progesterona, son las que mantienen la preñez de los animales, si esta hormona disminuye, existen alteraciones en la fase folicular, producción insuficiente de progesterona o desarrollo ineficiente del embrión (Vélez y Uribe, 2010).

Cualquier estímulo que cause estrés en las hembras bovinas genera efectos negativos sobre la secreción de gonadotropina y progesterona disminuyendo los índices de fertilidad (Chousos, Torpy y Gold, 2008).

El celo es la etapa que se afecta por efectos ambientales, tanto en su duración e intensidad de los cambios climáticos (Youngquist y Threlfael, 2007, pp. 447)

“Por ejemplo el estrés calórico afecta de diferentes maneras en algunas razas bovinas, en el caso de vaconas de raza Jersey el estro dura aproximadamente 17 horas por el estrés calórico, y puede llegar a disminuirse a 9 horas; en cambio, en el ganado Cebú dura alrededor de 3 horas” (Youngquist y Threlfael, 2007, pp. 447)

Los animales *Bos Taurus* también se afectan, ya que se enfrentan temperaturas muy altas en zonas litorales. Por este motivo, es importante conocer el clima y todos los efectos adversos que pueden causar en el ciclo y expresión del celo (Youngquist y Threlfael, 2007, pp. 447)

2.4. Fertilidad

“La fertilidad es la capacidad de un individuo para reproducirse satisfactoriamente y prolíficamente después de una cubrición por monta natural o inseminación artificial. En cambio, la infertilidad es la pérdida temporal o reducción de la fertilidad y la esterilidad es la pérdida completa de la capacidad de reproducirse” (McDonald, 1999, pp.28). Existen aspectos ambientales, climáticos y biológicos que ayudan o impiden el desarrollo de la gestación (Esslemont, 1985, pp.70-71).

La importancia de poder conocer y tratar de calcular los parámetros reproductivos dentro de un hato, se basa en la interpretación en conjunto de algunos parámetros para poder saber si las hembras del hato se reproducen o no (Ganchou y González, 2005).

La identificación de los parámetros ayudan a determinar cuál es el problema dentro del hato, teniendo en cuenta datos reproductivos como: fechas de parto, fechas de celo, número de servicios, fecha de concepción y semen de toros utilizados (Ganchou y González, 2005).

La utilización de inseminación artificial en los últimos años es una manera fácil y segura de poder preñar a los animales, pero sobre todo determinar si son animales de primer, segundo y tercer servicio (Ganchou y González, 2005).

Las hembras primíparas paren con un peso bajo al principio, por ende la alimentación suministrada se metaboliza para su propio desarrollo y fase de crecimiento, causando una gran desventaja ya que su período de estro no regresa a su normalidad hasta que su condición corporal sea la indicada (Ganchou y González, 2005).

La fertilidad de las vacas se afecta de por diferentes factores dentro de cada producción lechera, los signos que se pueden observar en hembras con problemas de fertilidad son: ausencia de celo, descarga vulvar anormal, celos recurrentes o muy prolongados, abortos y terneros nacidos sin signos vitales (Andrews, 2000, p. 123)

Los índices reproductivos evalúan el desempeño del hato, por medio de registros completos de cada uno de los animales para corroborar el porcentaje de fertilidad (Ortiz, 2016).

Se define como índice de fertilidad a la integración de varios parámetros aportando información del nivel de eficiencias reproductivas e influye sobre la medición de los eventos reproductivos (Esslemont, 1985, p.101).

Por este motivo, el autor Esslemont creó una fórmula donde integra algunos parámetros reproductivos como: preñez al primer servicio, número de inseminaciones artificiales, lapso parto- concepción y porcentaje de descartes (Esslemont, 1985, p.101).

En los últimos años se ha subestimado la importancia de los programas reproductivos, ya que el beneficio o pérdida económica de tasa de fertilidad no se refleja con resultados inmediatos sino, nueve meses después con el nacimiento de cada cría (Mellada, 2010, p. 155). Bajo este contexto, la reproducción en animales mayores es netamente preventiva.

El bajo índice de eficiencia reproductiva se debe a una serie de factores fisiológicos, genéticos, anatómicos y metabólicos de cada animal (Mellada, 2010, p. 155).

2.5. Parámetros reproductivos

Existen varios parámetros reproductivos que son evaluados en las ganaderías bovinas, se los describe a continuación.

a. Servicios por concepción

“Es el número de servicios que se requiere dentro de un hato para dejar gestantes a un grupo total de animales, este indicador se calcula por medio del número total de servicios que un animal recibe hasta quedar gestante, el valor aceptable es de 1,6” (González, 2015).

b. Días abiertos

Es el número de días que la vaca permanece no gestante desde el último parto hasta la última inseminación efectiva, lo ideal es de 83 días abiertos (Ortiz, 2006).

c. Intervalo entre partos (IEP)

Representa el tiempo transcurrido entre dos partos consecutivos, lo ideal es de 365 días (Ortiz, 2006).

d. Preñez a primer servicio post parto

Este indicador determina el número de animales gestantes en su primer servicio después del último parto, lo ideal es de 80% (Betancourt, Bertot, Vásquez, Acosta y Avilés, 2005).

e. Tasa de eliminación

“Es la tasa de descarte por problemas reproductivos de animales que no hayan quedado preñados en uno o varios servicios, y se toma la decisión de eliminar

el ejemplar del hato en períodos anuales, la tasa ideal es menor al 15%” (González, 2015).

f. Eficacia en detección de celos (DC)

Este indicador considera en animales elegibles, la frecuencia de servicios y celos sin servicio observados en un período, lo ideal de 50-60%. Las vacas elegibles son aquellas que han tenido celos identificados en un promedio de 21 días (González, 2015).

Es un indicador muy difícil de evaluar pero se utiliza una fórmula para determinar el índice de detección de celo que se puede observar a continuación (Esslemont, 1985, p.104).

$$DC = \frac{21}{\text{Intervalo promedio entre celos}} \times 100$$

g. Inseminaciones efectivas

Las inseminaciones efectivas se define como, al número de inseminaciones que se utiliza para que quede preñada el animal (Betancourt, Bertot, Vásquez, Acosta y Avilés, 2005).

h. Inseminaciones totales

Es el número de inseminaciones totales que se han utilizado en un animal (Betancourt, Bertot, Vásquez, Acosta y Avilés, 2005).

i. Reabsorciones embrionarias

“Es la pérdida de la gestación durante el periodo embrionario, dentro de los primeros 42 días” (Betancourt, Bertot, Vásquez, Acosta y Avilés, 2005).

2.6. Factores que afectan la fertilidad

El comportamiento reproductivo de las vacas se altera por diferentes causas tanto como ambientales y nutricionales, cualquier estímulo externo que afecte directamente al sistema nervioso, endócrino y circulatorio puede llegar a generar estrés en los bovinos causando efectos desfavorables sobre la

fertilidad del hato, entre ellos se tiene a la temperatura, humedad, heliofania y nutrición (Elli y Fatro, 2005, p. 165).

2.6.1. Clima

Las condiciones climáticas a nivel mundial son muy variadas más aun en América del Sur y en algunos países que tienen cuatro estaciones climáticas (Wolfenson, Roth y Meidan, 2000). En Ecuador no se encuentran definidas las estaciones climáticas, pero se estima que de noviembre a mayo es invierno y lo restante es verano (INAMHI, 2011).

Durante el verano existen mayor cantidad de sequias causando diferentes alteraciones metabólicas y fisiológicas en los animales (Góngora y Hernández, 2010).

Frente a cualquier situación de estrés las hembras bovinas activan el eje hipotálamo hipofisiario adrenal para desencadenar comportamientos que favorezcan la adaptabilidad y la liberación de glucocorticoides disminuyendo la viabilidad del embrión y capacidad del mismo de reabsorberse (Katanani, López, y Hansen, 2002).

Se han realizado varios estudios para comprobar que el ganado *Bovino Indicus* tiene mejores tasas de maduración y fecundación que el *Bovino Taurus* frente a estímulos de estrés (Báez, Chávez, Hernández y Vilamedina, 2010).

Las altas temperaturas ambientales generan un estrés calórico en los bovinos, el cuerpo trata de evaporar los líquidos corporales mediante la temperatura conforme va subiendo en el ambiente, generando una vasodilatación periférica (Salvador, 2007).

El estrés calórico disminuye la tasa de fertilidad de las hembras en un 60%, la producción de leche y el consumo de alimento por parte de los animales (Antillón, Barcelo, Anchond y Rodríguez, 2012).

En algunas zonas muy calurosas existe gran porcentaje de humedad, esta combinación de factores climáticos permiten a las ganaderías evaluar el umbral

de estrés frente al calor, para mejorar su hábitat y mantener a los animales en condiciones óptimas para evitar el estrés calórico (Antillón, Barcelo, Anchond y Rodríguez, 2012).

Existen estudios que han demostrado, que la inseminación artificial realizada durante el día puede aumentar la temperatura uterina alrededor de 0,5 °C provocando un efecto adverso en los dos días siguientes sobre el número de ovocitos durante la fertilización, disminuyendo la tasa de fertilidad (FAO, 2011).

La precipitación es un limitante estacional en Ecuador que afecta directamente en los forrajes que crecen en las haciendas del país, creando forrajes de mala calidad cuando la precipitación es en exceso o escasa dependiendo de la estación climática que este cursando una zona determinada (Denogean, Moreno, Ibarra, Martin, Retes, Martínez, Aguilar y Moreno, 2012).

Estos forrajes pueden generar deficiencias nutricionales por la ingesta de forrajes inadecuados para su alimentación. Todo esto, causa una prolongación de (IEP) aproximadamente de 18- 24 meses, disminución de la tasa de concepción y de número partos (Denogean, Moreno, Ibarra, Martin, Retes, Martínez, Aguilar y Moreno, 2012).

El agua es uno de los recursos más invaluable que debería ser cuantificado ya que en algunas épocas de año, la precipitación es escasa o excesiva dependiendo la zona (Denogean, Moreno, Ibarra, Martin, Retes, Martínez, Aguilar y Moreno, 2012).

Los cambios climáticos favorecen en algunos casos a la incidencia de patologías infecciosas en los animales, afectando la nutrición y reproducción de cada individuo, generando signos clínicos visibles para diagnosticar las diferentes enfermedades bovinas (Denogean, Moreno, Ibarra, Martin, Retes, Martínez, Aguilar y Moreno, 2012).

Por otro lado el invierno genera diferentes alteraciones ambientales como inundaciones en la zona causadas por mala infraestructura de las haciendas

ocasionando patologías podales como laminitis y panadizo, disminuyendo la tasa de fertilidad (Vélez y Uribe, 2010).

“La heliofania es un factor climático que representa la cantidad del brillo solar, se realiza la medición por medio de un heliógrafo. La humedad es otro factor climático en el cual se define como, el vapor de agua que se encuentra en la atmosfera como: nubes, lluvia y nieve” (Denogean, Moreno, Ibarra, Martin, Retes, Martínez, Aguilar y Moreno, 2012).

El periodo de parto está influenciado por la edad a la pubertad de cada animal, dado por la administración de iluminación artificial o natural en lapsos de fotoperiodos (Senger, 2012, p. 135)

2.6.2. Nutrición

La nutrición de los rumiantes se enfoca principalmente en brindar y cumplir las necesidades básicas para desempeñar todas las funciones fisiológicas y metabólicas, para mantenerse vivos a través de la ingesta de nutrientes necesarios como: energía, proteínas, vitaminas, minerales y agua (Andrews, 2000, p. 55)

Los rumiantes poseen un aparato digestivo muy desarrollado con un estómago capaz de descomponer la celulosa y los componentes del pasto a través de los microbios ruminales, creando una fermentación microbiana idónea dentro del rumen (Andrews, 2000, p. 56)

La alimentación básica de los rumiantes es el pasto, la disponibilidad, cantidad y calidad depende de las estaciones climáticas y del tipo de producción lechera. Cuando existe una disminución del pasto se suministra balanceado, forrajes conservados como: silo de maíz, henolaje silo de gramíneas y leguminosas para poder recompensar los gastos energéticos diarios de cada animal (Corbellini, 2014).

Durante el periodo de transición, antes y después del parto las vacas sufren cambios fisiológicos que generan una disminución de condición corporal y la tasa de concepción (Ganchou y González, 2005). En este periodo las hembras

sufren de diferentes patologías como: fiebre de leche, retención placentaria, cetosis y desplazamiento de abomaso (Cargile y Dan, 2012, p. 280).

Se han realizado estudios en Maracaibo –Venezuela, donde se determinó que las hembras bovinas que ganaron peso en los tres primeros meses postparto alcanzaron una mayor tasa de concepción (64%) y las que perdieron peso durante los mismos tres meses tuvieron un anestro más prolongado y se determinó que el 46% de los animales tuvieron un mayor número de días abiertos (Ganchou y González, 2005).

El consumo de agua está influenciado por la temperatura ambiental y el genotipo de los animales, los bovinos prefieren agua que se encuentre a la misma temperatura del ambiente, cuando el clima es cálido y el agua es fría más de lo normal disminuye considerablemente el consumo de agua (Gordon, 2008, p. 159).

“Las funciones principales del agua dentro del organismo de cada animal ayudan a controlar la temperatura corporal mediante la evaporación de pérdida de agua por medio del sudor, disolver el oxígeno dentro de los pulmones, parte de secreciones corporales (saliva, jugos pancreáticos y bilis), transporte de nutrientes hacia la sangre y componente de la leche” (Gordon, 2008, pp. 159-163).

Los animales pierden o incrementan la cantidad de agua disponible dependiendo de sus pérdidas sensibles e insensibles, las pérdidas sensibles son a través de las heces, orina y saliva y las pérdidas insensibles son a través del sudor y la respiración (Gordon, 2008, p. 162).

“El consumo de vitaminas y minerales son primordiales dentro del consumo de alimento de los bovinos, son nutrientes esenciales para cumplir todos los procesos metabólicos de cada animal, como las vitaminas A, B, E, D, C y K y los minerales como: azufre, calcio, fósforo, sodio, magnesio y potasio, cobre, cobalto, selenio y hierro (Youngquist y Threlfael, 2007, pp. 445-447), con el objetivo principal de cumplir todas las necesidades del animal durante todas las

etapas de crecimiento que cursan las hembras bovinas” (Gordon, 2008, p. 210).

“Si la ración de energía es inadecuada en vacas lecheras en producción, el animal utiliza sus propias reservas para mantener la producción láctea constante, generando una disminución de condición corporal” (Elli y Fatro, 2005, p. 166).

En cambio, el exceso de proteína causa un aumento de nitrógeno ureico en sangre generando una azotemia pre-patológica disminuyendo la tasa de fertilidad y la falta de las vitaminas liposolubles en la dieta alimenticia causando hipofertilidad en las vacas lecheras de alta producción (Elli y Fatro, 2005, p. 166).

La reducción de consumo de agua, vitaminas, minerales a través de los balanceados comerciales, hierba fresca y multivitamínicos adicionales a la dieta de las hembras bovinas lecheras causan una disminución de la producción de leche por su falta de nutrición (Gordon, 2008, p. 189).

Las hembras bovinas durante el período de pre y post parto sufren alteraciones electrolíticas, en el cual se debe de controlar los minerales, carbohidratos y vitaminas que se les suministra, en esta etapa se debe disminuir la cantidad de potasio en la dieta para evitar la hipocalcemia causado por el equilibrio catiónico - aniónico y la cantidad de carbohidratos para evitar cetosis bovina (Díaz, 2007).

Las medidas nutricionales preventivas en el período pre parto, son fundamentales dadas por la adición de vitamina E, cobre, selenio y zinc dentro de su alimentación (Díaz, 2007).

Después del parto la hembra bovina presenta un periodo de inmunosupresión y un mayor gasto metabólico para la producción de calostro y de leche generando un balance negativo energético, de proteína y de calcio (Gordon, 2008, pp. 159-161). Por ejemplo, si el desbalance es moderado podría causar alteraciones en el sistema inmunitario e incluso afectar a la respuesta del

organismo frente a la retención placentaria, mastitis, metritis y pododermatitis (Díaz, 2007).

2.6.3. Estrés

“El estrés puede presentarse como fase de alarma al inicio, después se transforma en fase de adaptación donde se altera la homeostasis del organismo y por último, en fase de agotamiento donde el estrés se encuentra de forma continua generando liberación extra de cortisol, con efectos inmunosupresores causando mayor susceptibilidad a enfermedades infecciosas y problemas de fertilidad” (Elli y Fatro, 2005, p. 165).

“Frente a los estímulos de estrés, el sistema nervioso central (SNC) de las hembras bovinas identifican los agentes estresantes y estos agentes, alcanzan la corteza cerebral a través de neuronas propioceptivas y exteroceptivas que alcanzan a activar el eje hipotálamo hipófisis por medio del sistema límbico del organismo” (Elli y Fatro, 2005, p. 166).

“La combinación de todas las informaciones recibidas por la corteza cerebral causa respuestas endocrinas por medio de la liberación de reacciones catecolaminérgicas, activando al eje hipófisis suprarrenal y las hormonas cortico suprarrenales liberando catecolaminas de corta duración, específicamente de cortisol, prostaglandinas y adrenalina, generando cambios radicales en el organismo como: aumento de lípidos y de glicemia basal en el torrente sanguíneo, aumento del gasto cardíaco, presencia de taquicardia, aumento de presión arterial y disminución de esteroides sexuales” (Elli y Fatro, 2005, p. 166).

“Todo factor que altere la homeostasis del metabolismo fisiológico, reproductivo y metabólico del organismo, que genere estrés afecta directamente sobre la reproducción causando anestros, ovulaciones ausentes o tardías, ovarios poliquísticos, menor tasa de concepción de las hembras, mayor porcentaje de mortalidad embrionaria, disminución de la hormona luteinizante (LH), anticipación o retraso del pico pre-ovulatorio de la LH, aumento de las prostaglandinas, disminución de los niveles de la hormona folículo estimulante

(FSH) y en casos muy extremos hipoplasias o atrofas de las gónadas” (Elli y Fatro, 2005, pp. 166-167).

2.7. Enfermedades reproductivas

Los factores ambientales adversos y los controles sanitarios inadecuados dentro de los hatos bovinos lecheros, causan diferentes patologías parasitarias e infecciosas que afectan la fertilidad reproductiva, generando abortos, muertes embrionarias, anestros prolongados, disminución de producción lechera, entre otros (Ganchou y González, 2005).

2.7.1. Diarrea viral Bovina (DVB)

“La diarrea viral Bovina (DVB), es un virus endémico a nivel mundial fue descubierto en Estados Unidos en el año 1946, pertenece al género de los pestivirus de la familia *Flaviviridae*, tiene una alta prevalencia 50-58%, baja morbilidad y alta mortalidad que puede llegar a ser de 100% en Sudamérica” (Vargas, Jaime y Vera, 2009).

“Se caracteriza por tener una cápsula icosaédrica envuelta por lipoproteínas de la membrana celular y ser un virus ARN, existen dos biotipos: a) citopáticos (CP) y b) no citopático (NCP), el más toxico es el citopáticos el cual se encarga de destruir las células masivamente por medio de la formación de vacuolas citoplasmáticas y posteriormente apoptosis celular post infección” (Vargas, Jaime y Vera, 2009).

Este virus se divide en tres diferentes etapas, la primera es la infección postnatal en la cual la cría se infecta con cualquiera de los dos biotipos existentes desarrollando infecciones respiratorias, reproductivas o digestivas, la segunda fase se trata de la infección persistente, se da con mayor predisponencia en animales gestantes desde los 35- 125 días con el biotipo no citopático en el cual, el sistema inmunológico del feto es capaz de reconocer al virus sin crear una respuesta inmunitaria contra este, causando animales falsos negativos en sus primeros meses de vida, llegando a ser el principal foco de

infección y diseminadores asintomáticos dentro de los hatos (Vargas, Jaime y Vera, 2009).

Y finalmente, la tercera fase se la conoce como “la enfermedad de las mucosas” en la cual los animales ya adquieren el biotipo citopáticos y sus signos clínicos llegan a ser persistentes, hipertermias constantes, diarrea acuosa y explosiva, úlceras orales y anorexia y alteraciones reproductivas como: mayor cantidad de abortos, aumento de los días abiertos, muerte embrionarias, disfunción ovárica, disminución de la liberación de LH y baja calidad del semen en el caso de los machos (Rondon, 2006).

2.7.2. Brucelosis Bovina

“La brucelosis bovina es una enfermedad *zoonótica* causada por la bacteria Gram negativa del genero *Brucella*, esta bacteria se divide en dos tipos: lisas y rugosas cada una con mayor patogenicidad y grado de virulencia” (Reyes, Sánchez, Lotero, Restrepo y Palacio, 2010).

El género más común es la *B. abortus* que principalmente causa abortos en las hembras de diferentes especies como, bovinos, caprinos, ovinos, caninos y porcinos (Reyes, Sánchez, Lotero, Restrepo y Palacio, 2010).

Su transmisión es por medio del tracto gastrointestinal por la ingesta de pastos o forrajes con secreciones uterinas, secreciones vaginales y leche contaminada (Rodríguez, Ramírez, Sánchez, Pérez, Garza, 2005).

Esta enfermedad infecciosa es la que más afecta a la reproducción de las ganaderías incrementando el número de abortos en las producciones lecheras (Moreno, Renteria, Bernal y Montaña 2002).

2.7.2. Rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR)

“La rinotraqueitis infecciosa bovina es una enfermedad viral causada por el Herpes bovino que afecta el tracto respiratorio, de la familia *Herpesviridae* causando pérdidas económicas importantes a nivel mundial, causando muertes embrionarias, abortos, nacimiento de crías muertas, prematuras y momificadas

(Magaña, Solorio, y Segura, 2005). En América del norte esta enfermedad tiene mortalidad de 65% y morbilidad de 75%” (Zacarías, Benito y Rivera, 2002).

El período de incubación es de 21 días y los signos clínicos aparecen de acuerdo a la localización del foco de infección, estado inmunológico del animal y edad; el signo principal es el aborto el tercer tercio de la gestación, si la infección ocurre en el primer tercio de la gestación genera una reabsorción del embrión, si es en el segundo tercio genera una autólisis fetal (Bracho, Jaramillo, Martínez, Montaña y Bernal, 2006).

La vía de transmisión de esta enfermedad es a través de secreciones respiratorias, genitales y oculares infectadas y vía aerógena por medio de materiales contaminados (Magaña, Solorio, y Segura, 2005).

2.7.4. Leptospirosis Bovina

“La leptospirosis bovina es una enfermedad infecciosa a nivel mundial que se ha convertido endémica en los últimos años (Youngquist y Threlfael, 2007, p.398), causada por espiroquetas parasitarias del género *Leptospira*, existen más de 200 serovariedades a nivel mundial” (Andicoberry, Peña, y Ortega, 2001).

Los signos clínicos aparecen de una forma muy aguda hasta llegar a una falla multiorgánica causando abortos, crías débiles, problemas reproductivos en las hembras, hematuria, ictericia y enfermedad renal (Ochoa, Sánchez y Ruiz, 2000).

La transmisión de esta enfermedad se da de forma directa o indirecta, contacto con órganos sexuales y secreciones vaginales, contacto con piel, leche, orina y heces contaminadas (Andicoberry, Peña, y Ortega, 2001). Los gérmenes de esta enfermedad se eliminan principalmente por medio de la orina (Ochoa, Sánchez y Ruiz, 2000).

2.7.5. Neosporosis Bovina

La neosporosis bovina es una de las enfermedades parasitarias que afecta en gran cantidad al sector ganadero, causada por el protozooario *Toxoplasma goindii*, el hospedador principal es el perro (Quevedo, Chávez, Rivera, Casas y Serrano, 2003).

Esta enfermedad causa fallas reproductivas generando abortos y mortalidad de los neonatos en el ganado bovino, puede causar entre el tercer y noveno mes de la gestación (Quevedo, Chávez, Rivera, Casas y Serrano, 2003).

Esta enfermedad es capaz de transmitirse por vía oral o congénita, capaz de transmitir a las crías y en caso de ser hembras se transmitirá a su futura descendencia con altos riesgos de abortar (Moore, Odeon, Venturini y Campero, 2005).

CAPÍTULO III

3. Materiales y metodología

3.1. Ubicación

Este estudio retrospectivo se realizó en la Hacienda Miraflores Alto, ubicada en el sector de Tambillo - Machachi, en la provincia de Pichincha ubicada en la Panamericana sur km 36.

Como se puede observar en la figura 5, la Hacienda Miraflores alto se encuentra ubicado a una altitud 2950 msnm y sus coordenadas geográficas son $0^{\circ} 30' 36''\text{S}$ $78^{\circ} 34' 11''\text{O}$ (Directorio Cartográfico, 2017).

La Hacienda Miraflores alto tuvo los registros reproductivos del 2013- 2015 necesarios para el desarrollo de este estudio.

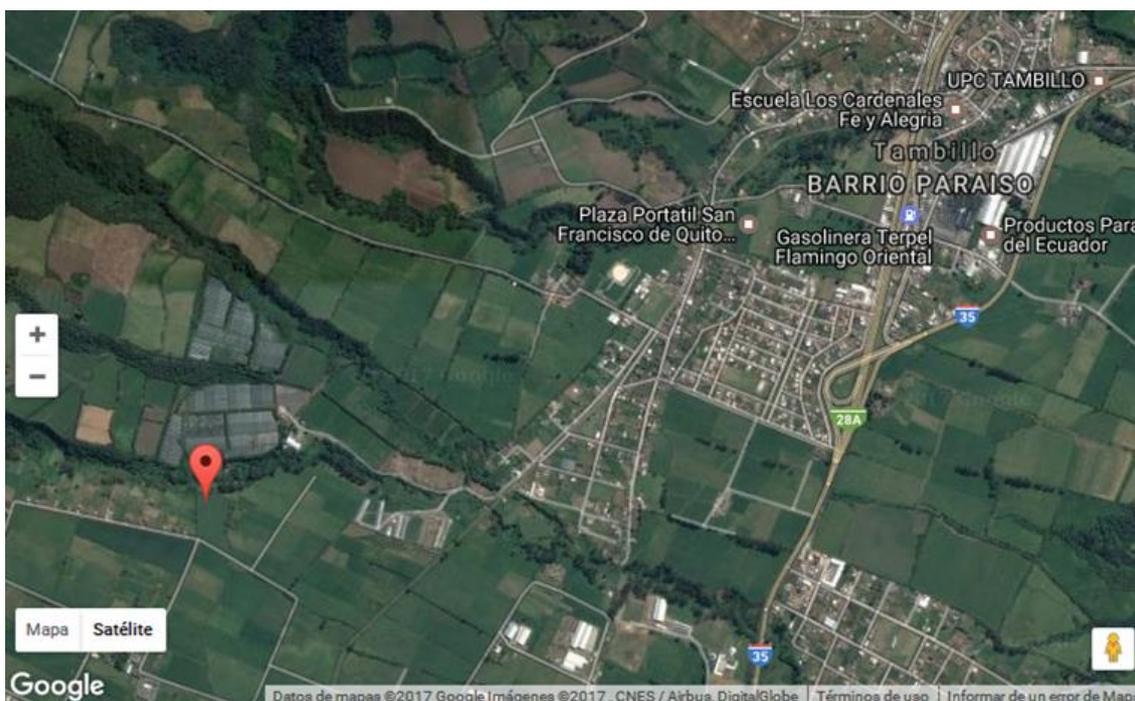


Figura 5. Ubicación geográfica de Hacienda Miraflores Alto. Adaptada de Directorio Cartográfico, 2017.

3.2. Diseño de estudio

Esta investigación fue retrospectiva, transversal y observacional, consistió en recopilar datos de los registros de reproducción en el período 2013-2015 de la “Hacienda Miraflores Alto” teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión que se encuentran en población y muestra como se puede observar en la tabla 2.

Se realizó un análisis de la influencia de los factores climáticos sobre los índices de fertilidad y parámetros reproductivos por medio de registros de reproducción de la Hacienda Miraflores Alto del período 2013-2015 y los datos climáticos del INAMHI del mismo periodo.

Las variables que se utilizaron en este estudio fueron binomiales, con el propósito de comprobar que los factores climáticos afectaron sí o no a la fertilidad del hato. Se utilizó la fórmula de Esslemont para determinar el índice de fertilidad anual, a continuación se describe la fórmula utilizada (Esslemont, 1985, p. 98).

$$IF = \frac{\text{Preñez al primer servicio}}{\# \text{ de inseminaciones artificiales}} - (\text{Lapso Parto Concepción} - 125) - (\% \text{Descartes} - 25)$$

3.3. Población y muestra

La población utilizada en este estudio fue de 210 hembras bovinas divididas en diferentes categorías y períodos presentados en la tabla No. 1.

Tabla 1

Animales por edades, meses y años

NÚMERO DE PARTO	NÚMERO DE ANIMALES	2013	2014	2015
Primer parto	30	10	10	10
Segundo parto	30	10	10	10
Tercer parto	60	20	20	20
Cuarto parto en adelante	90	30	30	30
TOTAL	210	70	70	70

La muestra se delimitó en tiempo al período 2013-2015 y en espacio a la Hacienda Miraflores Alto en Tambillo, aplicando los criterios de inclusión y exclusión que se pueden apreciar en la tabla 2.

Tabla 2

Criterios de inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> – Hembras bovinas de primer parto. – Hembras bovinas de segundo parto. – Hembras bovinas de tercer parto en adelante.
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.	<ul style="list-style-type: none"> – Hembras bovinas con partos distócicos. – Hembras bovinas con retención de placenta, metritis u otra patología post- parto. – Hembras bovinas con desórdenes metabólicos (hipocalcemia, hipomagnesemia, balance energético negativo (BEN), cetosis). – Hembras bovinas con mastitis. – Hembras bovinas donadoras de embriones.

3.4. Materiales

3.4.1. Materiales de campo

- Hojas de Información climática de INAMHI
- Hojas de registros reproductivos y de lactancia de la hacienda Miraflores alto 2013-2015
- Registros reproductivos de la Hacienda “Miraflores Alto”.

3.4.2. Instrumentos y equipos

- Cámara digital

- Marcador permanente
- Computadora
- Esferográficos

3.5. Metodología

3.5.1. Recolección de datos del INAMHI y registros de fertilidad del hato de la Hacienda Miraflores Alto.

Primeramente se realizó la recolección de los datos climáticos del INAMHI como: heliofania, humedad, precipitación y temperatura con el objetivo de identificar los distintos factores climáticos que cursa el Ecuador durante los períodos 2013-2015.

Conjuntamente a esto, se recolectó los registros reproductivos del hato de la “Hacienda Miraflores alto” para analizarlos según los meses en los cuales podría haber mayor y menor influencia de los cambios climáticos con los índices de fertilidad de los animales del hato bovino. Los datos climáticos del INAMHI se pueden observar en Anexos 42- 45.

3.5.2. Identificación de variables independientes y dependientes

Se identificaron distintas variables en el estudio para compararlas con los diferentes cambios climáticos de la zona, las variables que se evaluaron fueron: servicios por concepción, días abiertos, intervalo entre partos, preñez a primer servicio, heliofania, humedad, precipitación y temperatura. Ver Anexo 1.

3.5.3. Determinación de criterios de inclusión y exclusión

Se clasificó a los animales de acuerdo a la edad, número de partos y período estacional dentro del 2013-2015 para poder contabilizar el número total de animales, teniendo en cuenta que fueron seleccionados por cumplir los criterios de inclusión con las siguientes características: a) hembras bovinas de primer parto, b) hembras bovinas de segundo parto y c) hembras bovinas de tercer parto en adelante del período del 2013-2015.

Los animales que no cumplieron con las características deseadas no fueron seleccionados para este estudio, ya que tenían diferentes características como: a) hembras bovinas con partos distócicos, b) hembras bovinas con retención de placenta, metritis u otra patología post- parto, c) hembras bovinas con desórdenes metabólicos (hipocalcemia, hipomagnesemia, balance energético negativo (BEN), cetosis), d) hembras bovinas con mastitis y e) hembras bovinas donadoras de embriones.

3.5.4. Análisis de datos climáticos

Se realizó este estudio con el propósito de la evaluar el periodo 2013-2015, por medio de los datos completos por parte del INAMHI, los cuales fueron clasificados por diferentes variables, como: humedad, heliofania, precipitación y temperatura para poder determinar las diferentes variables que intervienen en el sistema de producción lechero.

3.5.5. Análisis de registros de fertilidad

Los registros de fertilidad mostraron varios parámetros para evaluarlos de mejor manera, dentro de la eficacia en detección de celos se consideró la frecuencia de los celos y los períodos de cada animal según la fórmula mencionada anteriormente.

Para los servicios por concepción de cada animal por medio de los registros reproductivos del hato y en la relación del clima con la fertilidad, se evaluó los días abiertos, la capacidad de fertilidad al primer servicio y el índice de fertilidad anual.

3.5.6. Relación de datos climáticos y registros de reproducción

Se comparó los registros del hato de la Hacienda Miraflores Alto con las distintas variables de los datos climáticos del INAMHI del período 2013-2015 para determinar si existe o no influencia de los factores climáticos sobre la fertilidad y todos sus indicadores. Además, se comparó la relación que hubo del índice de fertilidad del año 2013, 2014 y 2015.

3.6. Método de análisis estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos en este estudio se realizó una recopilación de datos reproductivos de la “Hacienda Miraflores Alto” y climáticos de la INAHMI del periodo 2013-2015 se aplicaron en una base de datos estadística por medio del programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 23), tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión se evaluó un total de 210 hembras bovinas, de las cuales 30 pertenecían al primer parto, 30 al segundo parto, 60 al tercer parto y 90 al cuarto parto en adelante evaluándolas reproductivamente durante tres años seguidos teniendo en cuenta la humedad, la precipitación, heliofania y temperatura de la zona.

Posteriormente a esto, en los resultados donde hubo diferencia significativa se aplicó la prueba de medidas de tendencia central (MCT) como: media, moda, rango mínimo, rango máximo y error de los indicadores reproductivos y climáticos, análisis de la varianza (ANOVA) entre grupos y correlación entre las variables para tener una guía que servirá a futuro a los propietarios alledaños del sector y poder mejorar los índices de fertilidad en el cantón Mejía facilitando a los ganaderos conocer que épocas del año, temperaturas y humedad favorecen a la fertilidad.

Capítulo IV

4.1. Resultados

En la tabla 3 se observa las medidas de tendencia central de los factores climáticos utilizados en este estudio, las variables fueron temperatura, heliofania, humedad y precipitación evaluadas por años (2013, 2014 y 2015), primeramente se puede observar que la temperatura posee una media de 12,3 °C a 12,9° C, con un rango de 1-1,79° C con un mínimo de 11,89° C y una temperatura máxima de 14,19° C.

Conjuntamente con una desviación estándar de 0,3-0,59° C y un error estándar de la media de 0,19° C la cual permite interpretar que el margen de error es bajo y no existe diferencia significativa. Por otro lado se determinó que la temperatura media de la zona va de 12,3- 12,9 °C siendo un clima templado frío.

Dentro de la variable de heliofania que se puede apreciar en la tabla 3 se determinó una media de 152-154 horas anuales con un rango de 98,8-167, con un mínimo de 72,4 y un máximo de 239 horas, error estándar de la media de 8,1-11,4 horas y desviación estándar de 28,1-39,3 horas lo que se puede determinar que si hubo diferencia significativa en cuanto a las horas de brillo solar de los tres años.

En la variable de humedad de la tabla 3 se puede observar que la media fue de 77,4% a 81,7% con un rango de 17-23%, con un mínimo de 66%, un máximo de 93% de humedad, desviación estándar de 5,8-7,2% y un error estándar de la media de 1,6 a 2,1% generando diferencia significativa de % de humedad.

Para finalizar, en la variable de precipitación que se puede ver en la tabla 3 se determinó que la media fue de 91 mm a 116 mm con un rango de 227 mm - 231mm, mínimo de 6,6 mm, máximo de 242 mm, una desviación estándar que va de 66,9mm - 82,8 mm con un error estándar de la media de 19,3 mm – 23,9 mm, lo permite concluir que si hubo diferencia significativa y estuvieron marcadas las épocas de invierno y verano de la zona estudiada.

Tabla 3

Medidas de tendencia central de los factores climáticos

Medidas de tendencia central	Temperatura (°C)			Heliofania (horas)			Humedad (%)			Precipitación (mm)		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Media	12,4	12,3	12,9	154,0	152,0	154,0	80,1	81,7	77,4	96,7	116,0	91,0
Mediana	12,3	12,3	12,8	153,0	151,0	149,0	81,0	83,0	80,0	62,8	122,0	86,9
Moda	12,3	12,2	12,5	80,6	72,4	104,7	83,0	72,0	83,0	8,3	12,5	6,6
Rango	1,4	1,0	1,7	125,0	167,0	98,8	23,0	17,0	20,0	231,0	230,0	227,0
Mínimo	11,8	11,8	12,4	80,6	72,4	105,0	70,0	72,0	66,0	8,3	12,5	6,6
Máximo	13,2	12,8	14,1	206,0	239,0	204,0	93,0	89,0	86,0	239,0	242,0	233,0
Desviación estándar	0,3	0,3	0,5	37,5	39,3	28,1	7,2	5,8	7,2	82,8	66,9,0	73,5
Varianza	0,1	0,1	0,2	1407,0	1548,0	790,0	52,9	33,9	52,1	6852,0	4472,0	5397,0
Error estándar de media	0,1	0,1	0,1	10,8	11,4	8,1	2,1	1,6	2,0	23,9	19,3	21,2

En la tabla 4 se puede observar las medidas de tendencia central de los factores reproductivos (inseminaciones efectivas, inseminaciones totales, reabsorciones embrionarias, días abiertos, servicios por concepción, intervalo entre partos y tratamiento podológicos) evaluados en tres años consecutivos en la “Hacienda Miraflores alto” obtenidas a través operaciones matemáticas como: media, mediana, moda, rango, mínimo, máximo, desviación estándar, varianza y error estándar de media a partir de la temperatura, heliofania, humedad y precipitación de acuerdo al año 2013,2014 y 2015.

La variable de inseminaciones efectivas se puede observar en la tabla 4 que la media va de 8,7- 11,1 inseminaciones efectivas, rango de 10-11 inseminaciones efectivas, mínimo de 5 inseminaciones efectivas, máximo de 17 inseminaciones efectivas, desviación estándar de 2,9 inseminaciones efectivas y error estándar de la media de 0,8 inseminaciones efectivas lo que permite determinar que no hubo diferencia significativa durante los tres años.

En las reabsorciones embrionarias de la tabla 4 se puede apreciar que la media es de 0,2-0,3 reabsorciones embrionarias con un rango de 2 reabsorciones embrionarias, mínimo de 0 reabsorciones embrionarias, máximo de 2 reabsorciones embrionarias, presenta una desviación estándar de 0,6 reabsorciones embrionarias, error de la media de 0,1 reabsorciones embrionarias lo que permite concluir que no hubo diferencia significativa durante los tres años.

En las inseminaciones totales de la tabla 4 se puede ver que la media va de 10,7-14,1 inseminaciones totales inseminaciones totales con un rango de 11-12 inseminaciones totales, mínimo de 6 inseminaciones totales, máximo de 19 inseminaciones totales, desviación estándar de 3,5-3,7 inseminaciones totales y un error estándar de la media de 1 inseminaciones totales, lo que determina que no existió diferencia significativa.

En los días abiertos de la tabla 4 se observó que la media fue de 69,3-79,8 días abiertos rango de 9-56 días abiertos, mínimo de 62 días abiertos, máximo de 120 días abiertos, desviación estándar de 2,8- 17,7 días abiertos, error

estándar de la media de 0,8-5,1 días abiertos y se determinó que si existió diferencia significativa y que en el año 2014 tuvo mayor número de días abiertos.

En la variable de servicios por concepción se observa en la tabla 4 que la media fue de 1,6-1,7 servicios por concepción, rango de 1,2-3 servicios por concepción, mínimo de 1 y máximo de 4 servicios por concepción con una desviación estándar de 0,3-0,8 y un error estándar de la media de 0,2-0,1 servicios por concepción generando ninguna diferencia significativa y los servicios por concepción en los tres años fueron similares.

En la variable de intervalo entre partos que se puede ver en la tabla 4 se observa que la media fue de 355,9- 384,9 días con un rango de 90-122 días, mínimo de 262 días, máximo de 450, desviación estándar de 21,9 días a 31,4 días con error estándar de la media de 6,3-9,0 días indicando que si hubo diferencia significativa y en el año 2014 existió el mayor número de días en el período de intervalo entre partos.

Tabla 4

Medidas de tendencia central con factores reproductivos

Medidas de tendencia central	Inseminaciones efectivas			Reabsorciones			Inseminaciones totales			Días abiertos			Servicios por concepción			Intervalo entre partos		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Media	8,7	10,6	11,1	0,2	0,3	0,3	10,7	12,2	14,1	79,8	79,6	69,3	1,7	1,7	1,6	367,5	384,9	355,9
Mediana	9	10	11	0	0	0	10	11	15	74,5	78,5	69,5	1,6	1,5	1,5	362,5	384	361,5
Moda	9	8	9	1,5	1	1,5	9	8	9	65	70	66	2	2,5	1,5	365	380	355
Rango	10	11	11	2	2	2	12	11	11	56	45	9	2,5	3	1,2	90	114	122
Mínimo	5	6	5	0	0	0	6	8	7	64	62	64	1	1	1	330	336	262
Máximo	15	17	16	2	2	2	18	19	18	120	107	73	3,5	4	2,2	420	450	384
Desviación Estándar	3	2,9	2,9	0,6	0,6	0,6	3,5	3,5	3,7	17,7	12,9	2,8	0,7	0,8	0,3	21,9	28,7	31,4
Varianza	9,3	8,9	8,8	0,3	0,4	0,4	12,9	12,5	12,1	314,6	168	8,2	0,5	0,7	0,1	481,5	827,1	988,6
Error estándar media	0,8	0,8	0,8	0,1	0,1	0,1	1	1	1	5,1	3,7	0,8	0,2	0,2	0,1	6,3	8,3	9

En la tabla 5 se puede observar el análisis de varianza (Anova) que se realizó de acuerdo a la variable de temperatura entre grupos por año, se determinó que P siendo el valor de 0,003%, demostró una significancia del 5% no es significativo ($p > 0,05$), se formó dos grupos, el grupo (a) pertenece a 12.3, el grupo (b) 12.9 como se puede observar los datos obtenidos en el anexo 2 y 3.

En la variable de heliofania se determinó que si existió diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,99 por medio de ANOVA y en Tukey se formó un solo grupo (a) de 152,2-154,1 horas, se puede observar la tabla estadística en anexo 4 y 5.

Para la variable de humedad se determinó que no existió diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,315 por medio de ANOVA y en Tukey se formó un solo grupo (a) de 77,4-81,6%, ver Anexo 6 y 7.

Finalmente, la variable de precipitación se determinó que si tuvo diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,692 por medio de ANOVA, se formó un solo grupo de 90,9- 116,1 mm como se puede apreciar en Anexo 8 y 9.

En la segunda parte de la tabla 5 se puede observar el ANOVA anual de los factores reproductivos, la primera variable de inseminaciones efectivas no se encontró diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,125 y se formó un solo grupo de 8,6-11,1 de inseminaciones efectivas, observar en Anexo 10 y 11.

En la variable de reabsorciones no existe diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,435 y también se formó un grupo (a). En inseminaciones totales no hay diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,75, se formó en Tukey un solo grupos de 10,7-12,2 inseminaciones totales.

En los días abiertos no existió diferencia significativa del 5% en Anova con un valor de 0,085, se formó un solo grupo 69,3- 79,8 días abiertos.

En la variable de servicios por concepción no hubo diferencia significativa del 5%, siendo P el valor de 0,179, se formó un solo grupo que va de 1,3- 1,7.

Finalmente, la variable de intervalo entre partos no hubo diferencia significativa del 5%, se formó tres grupo (a) de 355,9, grupo (ab) de 367,5, grupo (b) 384,9. Se puede observar las tablas realizadas en Anexo 12-21.

Tabla 5

Tukey anual según factores climáticos y reproductivos

		AÑO		
		2013	2014	2015
FACTORES CLIMÁTICOS	Temperatura	12,3 a	12,4 a	12,9 a
	Heliofanía	152,2 a	153,5 a	154,1 a
	Humedad	77,4 a	80,1 a	81,6 a
	Precipitación	90,9 a	96,7 a	116,1 a
FACTORES REPRODUCTIVOS	Inseminaciones efectivas	8,6 a	10,7 a	11,1 a
	Reabsorciones	0,2 a	0,3 a	0,3 a
	Inseminaciones totales	10,7 a	12,2 a	14,1 a
	Días abiertos	79,8 a	79,7 a	69,3 a
	Servicios por concepción	1,3 a	1,7 a	1,7 a
	Intervalo entre partos	355,9 a	367,5 ab	384,9 b

Como se observa en la tabla 6, se realizó el análisis de varianza de periodos trimestrales del periodo 2013-2015 de la variable de temperatura, en la cual se muestra que si hay diferencia significativa del 5%, siendo P el valor de 0,722 y se formó un grupo entre trimestres, ver en Anexo 22-23.

Para la variable de heliofania no existió diferencia significativa y se formó un grupo en el primer trimestre, en el segundo tampoco hubo diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,00 y se formó varios grupos; (a) que va de 42.26, 145 (ab) y de nuevo (a) 160,3 para el tercer trimestre de heliofania no hubo diferencia significativa y se formaron grupos, (a) 191.5, (b) 183,23. Se puede observar la tabla de datos en Anexo 24 y 25.

En la variable de humedad que corresponde en la tabla 6, no se encontró diferencia significativa del 5% en ninguno de los cuatro trimestres, siendo P el valor de 0,00 como se puede observar en Anexo 26 y 27.

En precipitación para el primer trimestre si hubo diferencia significativa formándose dos grupos, el (a) que va de 134.1–135.7, (b) 185,2 para el segundo trimestre si hubo diferencia significativa del 5% y se logró formar dos grupos de 88.4-116.9 (a) y 123.9 (ab), en el tercer trimestre también hubo diferencia significativa y en último trimestre de precipitación no hubo diferencia significativa del 5% formándose dos grupos, se puede observar en Anexo 28 y 29.

Tabla 6

Tukey trimestral del período 2013-2015

PERÍODOS TRIMESTRALES																
Año	Temperatura (°C)				Heliofania (horas)				Humedad (%)				Precipitación (mm)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
2013	12,5 a	12,4 a	12,4 a	12,16 a	131,0 a	142,26 a	191,5 a	149,3 a	82,3 ab	81,6 ab	71 b	85,3 b	134,1 a	116,9 a	30,2 a	105,6 a
2014	12,3 a	12,4 a	12,4 a	12,2 a	118,6 a	145,0 ab	198,1 b	147,4 ab	86,6 b	82,3 b	73,3 a	84,3 b	185,2 b	123,9 ab	46,9 a	108,2 ab
2015	12,5 a	12,7 a	13,2 a	13,3 a	135,7 a	160,13 ab	183,23 b	137,4 a	84,0 b	79,6 ab	68,6 a	77,3 a b	135,7 a	88,4 a	19,3 a	120,4 a

En la tabla 7 la variable de inseminaciones efectivas no hubo diferencia significativa del 5%, siendo P el valor de 0,406 formándose un solo grupo, para la variable de reabsorciones embrionarios tampoco existió diferencia significativa del 5% y se formó un solo grupo, como se puede observar en Anexo 30 y 31.

Para la variable de inseminaciones totales no hubo diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,148 en el cual se formó un solo grupo. Por otro lado, la variable de días abiertos no tuvo diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,038 entre los grupos.

Tabla 7

Tukey trimestral por reproducción 2013- 2015 primera parte

PERÌODOS TRIMESTRALES 2013- 2015																
Año	Inseminaciones efectivas				Reabsorciones				Inseminaciones totales				Días abiertos			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
2013	6,1 a	6,3 a	11,6 a	10,6 a	0,0 a	0,6 a	0,0 a	0,3 a	8,1 a	7,6 a	14,6	12,6 a	68,6 a	75,6 a	72,6 a	102,3 b
2014	11,6 a	10,0 a	8,0 a	13,0 a	0,0 a	1,0 a	0,3 a	0,0 a	13, a	10,3 a	9,3 a	15,6 a	68,3 a	80,6 ab	73,3 a	96,3 b
2015	10,0 a	9,0 a	12,3 a	13,0 a	0,0 a	67,0 a	0,3 a	0,3 a	13,3 a	11,0 a	16,0 a	16,3 a	66,3 a	69,0 ab	70,0 ab	72,0 b

En la tabla 8 se puede observar que los servicios de concepción no tuvieron diferencia significativa del 5% siendo P el valor de 0,294; en el cual se formó un solo grupo, la variable de intervalo entre partos tampoco tuvo diferencia significativa del 5% siendo P valor de 0,268 formándose un solo grupo, observar en Anexos 38.

Tabla 8

Tukey trimestral por reproducción 2013- 2015 segunda parte

PERÌODOS TRIMESTRALES 2013- 2015								
Año	Servicios por concepción				Intervalo entre partos			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
2013	1,26 a	1,6 a	1,5 a	2,6 a	363,0 a	361,6 a	350,3 a	395,0 a
2014	1,3 a	1,9 a	1,13 a	2,8 a	364,0 a	384,0 a	373,0 a	418,0 a
2015	1,5 a	1,5 a	1,2 a	1,0 a	371,0 a	369,0 a	330,3 a	353,3 a

Se aplicó la fórmula de Esslemont para determinar el índice de fertilidad del año 2013, 2014 y 2015 como se puede observar en la tabla 9, en el cual se determina que en el 2013 existe un buen índice de fertilidad de 80%, en el 2014 aumenta a 86% siendo alta y en el 2015 el índice fue bueno de 78,33%. La tabla de interpretación de la fórmula se puede observar en Anexo 46.

Tabla 9

Índice de fertilidad por años.

Años	Porcentaje	Interpretación
2013	80%	Buena
2014	86%	Alta
2015	78,33	Buena

En la figura 6 se puede observar los resultados de cada uno de los años evaluados.

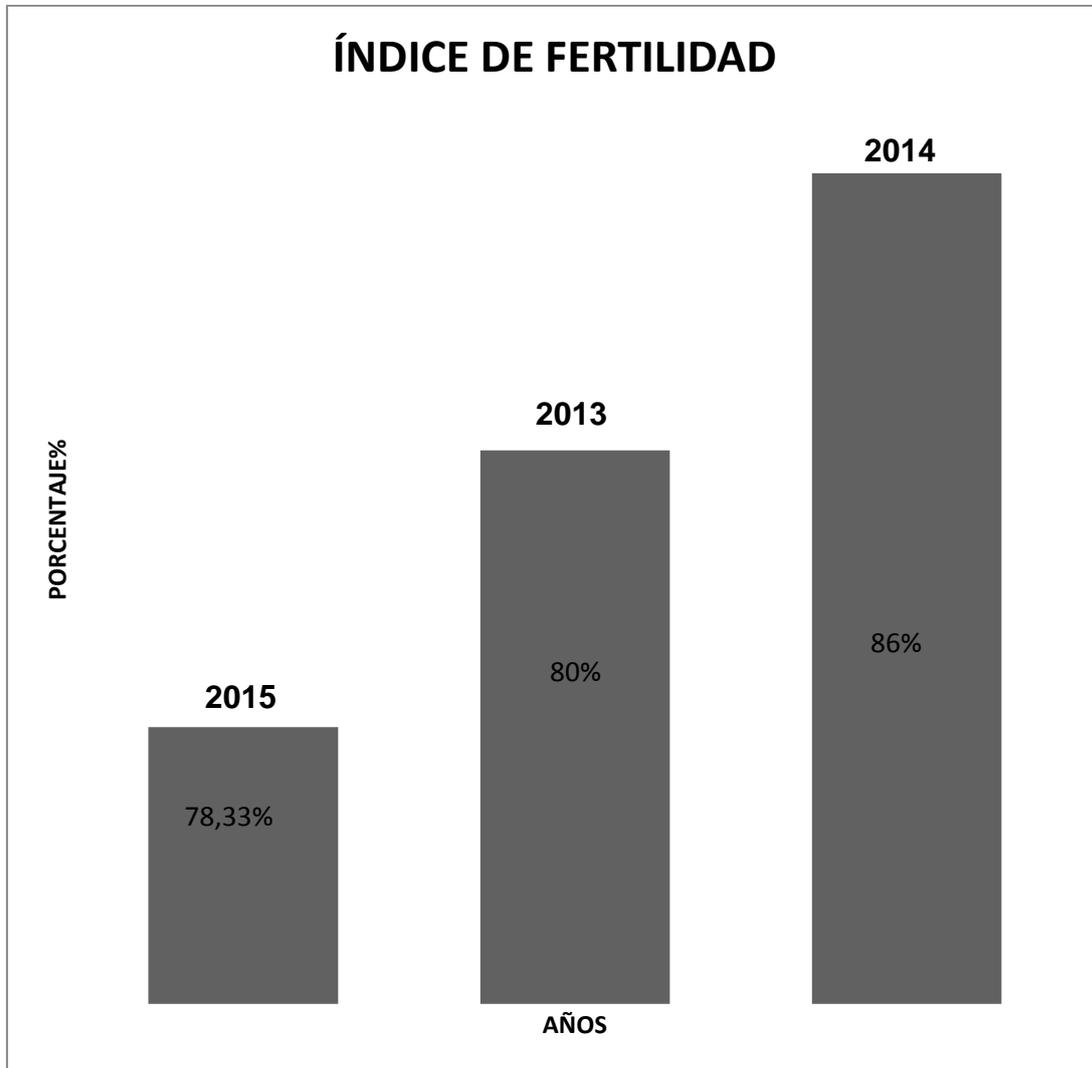


Figura 6. Gráfico de índice de fertilidad por años.

Se puede ver en la tabla 10 las correlaciones de las variables climáticas

Tabla 10

Correlación de factores climáticos

	SIGNIFICANCIA	CORRELACIÓN	RESULTADO
Temperatura Vs inseminación efectiva	0,191	0,223	Escasa correlación
Temperatura Vs reabsorciones	0,639	0,081	Nula correlación
Temperatura Vs inseminaciones totales	0,081	0,295	Escasa correlación
Temperatura Vs días abiertos	0,136	0,253	Escasa correlación
Temperatura Vs servicios por concepción	0,021	0,382	Escasa correlación
Temperatura Vs intervalo entre partos	0,049	0,33	Escasa correlación
Temperatura Vs tratamientos podológicos	0,926	0,016	Ínfima correlación
Heliofania Vs inseminación efectiva	0,536	0,107	Ínfima correlación
Heliofania Vs reabsorción	0,274	0,187	Ínfima correlación
Heliofania Vs inseminación total	0,255	0,195	Ínfima correlación
Heliofania Vs días abiertos	0,883	0,025	Ínfima correlación
Heliofania Vs servicios por concepción	0,685	0,07	Ínfima correlación
Heliofania Vs intervalo entre partos	0,29	0,181	Ínfima correlación
Heliofania Vs tratamientos podológicos	0,328	0,168	Ínfima correlación

Humedad Vs inseminación efectiva	0,231	0,205	Escasa correlación
Humedad Vs reabsorciones	0,209	0,214	Escasa correlación
Humedad Vs inseminaciones totales	0,139	0,251	Escasa correlación
Humedad Vs días abiertos	0,084	0,292	Escasa correlación
Humedad Vs servicios por concepción	0,009	0,429	Moderada correlación
Humedad Vs intervalo entre partos	0,009	0,429	Moderada correlación
Humedad Vs tratamientos podológicos	0,448	0,131	Ínfima correlación
Precipitación Vs inseminaciones efectivas	0,234	0,203	Ínfima correlación
Precipitación Vs reabsorción	0,201	0,218	Escasa correlación
Precipitación Vs inseminaciones totales	0,122	0,262	Escasa correlación
Precipitación Vs días abiertos	0,359	0,157	Ínfima correlación
Precipitación Vs servicios por concepción	0,834	0,036	Ínfima correlación
Precipitación Vs intervalo entre partos	0,443	0,132	Ínfima correlación

Se puede observar en la tabla 11 las correlaciones de las variables reproductivas

Tabla 11

Correlación de factores reproductivos

	SIGNIFICANCIA	CORRELACIÓN DE PEARSON	RESULTADO
Intervalo entre partos Vs días abiertos	0,00	0,652	Buena correlación
Intervalo entre partos Vs servicios por concepción	0,00	0,704	Buena correlación
Intervalo entre partos Vs inseminaciones totales	0,682	0,71	Ínfima correlación
Intervalo entre partos Vs inseminaciones efectivas	0,958	0,9	Ínfima correlación
Intervalo entre partos Vs reabsorciones embrionarias	0,601	0,090	Ínfima correlación

4.2. Contraste de hipótesis

En la tabla 12 se puede observar que la temperatura, heliofania, precipitación y humedad si influye sobre las inseminaciones totales, inseminaciones efectivas, días abiertos, servicios por concepción y reabsorciones embrionarias.

Tabla 12

Contraste de hipótesis según las variables

Hipótesis	Correlación	Resultados
Temperatura Vs inseminación efectiva	0,223 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Temperatura Vs reabsorciones	0,081 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Temperatura Vs inseminaciones totales	0,295 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Temperatura Vs días abiertos	0,253 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Temperatura Vs servicios por concepción	0,382 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Temperatura Vs intervalo entre partos	0,33 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Temperatura Vs tratamientos podológicos	0,016 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Heliofania Vs inseminación efectiva	0,107 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Heliofania Vs reabsorción	0,187 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Heliofania Vs inseminación total	0,195 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Heliofania Vs días abiertos	0,025 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Heliofania Vs servicios por concepción	0,07 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Heliofania Vs intervalo entre partos	0,181 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Heliofania Vs tratamientos podológicos	0,168 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Humedad Vs inseminación efectiva	0,205 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1

Humedad Vs reabsorciones	0,214 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Humedad Vs inseminaciones totales	0,251 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Humedad Vs días abiertos	0,292 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Humedad Vs servicios por concepción	0,429 (Moderada correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Humedad Vs intervalo entre partos	0,429 (Moderada correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Humedad Vs tratamientos podológicos	0,131 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Precipitación Vs inseminaciones efectivas	0,203 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Precipitación Vs reabsorción	0,218 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Precipitación Vs inseminaciones totales	0,262 (Escasa correlación)	Se acepta hipótesis H_1
Precipitación Vs días abiertos	0,157 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Precipitación Vs servicios por concepción	0,036 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0
Precipitación Vs intervalo entre partos	0,132 (Ínfima correlación)	Se acepta hipótesis H_0

4.3. Discusión

Se realizó un estudio retrospectivo en el Sur de Japón con el propósito de evaluar los posibles factores que afectan la fertilidad del periodo 2005-2007 en un total de 131 hembras bovinas, evaluando el intervalo entre partos, como resultado se obtuvo que existió intervalo entre partos más prolongados de 198-201 días por anomalías anatómicas y fisiológicas del aparato reproductivo de la hembras y problemas reproductivos (Muhammad, Nakao, Long y Gautam, 2010).

En cambio, en este estudio se realizó el análisis de varios parámetros reproductivos, dentro del intervalo entre partos se obtuvo que la media de los tres años consecutivos fue de 355,9- 384,9 días, se concluye que los días entre intervalos de partos no fueron prolongados y si hubo diferencia significativa del 5% y en el 2014 fueron de 450 días, en ambos estudios el intervalo entre partos fueron aumentados.

Por otro lado, se realizó otro estudio en Cuenca- Perú, que se basó en evaluar índices reproductivos a 559 vacas, entre esas variables se determinó que el intervalo entre partos en días promedio fue de 365-390 días (Ortiz, 2006). En los dos estudios se obtuvo que, entre menor cantidad de días abiertos el índice es mejor.

Se realizó un estudio experimental en Veracruz, México en el cual evaluaron la duración del ciclo estral en función al Cuerpo lúteo en periodos de gestación, lactancia y tasa de ovulación correlacionándolos con la temperatura ambiental, precipitación y humedad, se utilizó 38 animales con el objetivo principal de correlacionar las variables reproductivas y los factores ambientales de la zona, se obtuvo que en estaciones de invierno las vacas presentaron menor número de estros en un 60% y su duración fue más corta que en verano y otoño que hubo mayor número de servicios por concepción del 100%.

Los resultados de los coeficientes de correlación fueron bajos pero hubo una diferencia significativa entre las variables reproductivas con la temperatura ambiental, insolación, precipitación y humedad. La velocidad del viento

favoreció los resultados arrojando correlaciones positivas en vaquillas, por otro lado la precipitación y la humedad aumentó la duración del estro (Villagómez, Castillo, Villa, Román, y Vásquez, 2000).

En cambio en este estudio se realizó un estudio retrospectivo del periodo 2013-2015 por medio de análisis de varianzas ANOVA y la aplicación del programa estadístico SPSS 23 con un intervalo de confianza del 95%, para poder evaluar la influencia que existe entre la temperatura, heliofania, precipitación y humedad sobre los índices reproductivos, específicamente sobre los servicios por concepción, se determinó la media de los servicios por concepción de los tres años consecutivos evaluados fue de 1,6-1,7 servicios con una desviación estándar de 0,3-0,8, concluyendo que no existió diferencia significativa pero con respecto a la temperatura y precipitación si tuvieron diferencia significativa en el presente estudio.

Se realizó un estudio en Sonora- México para poder determinar la correlación económica y climática con respecto a la precipitación anual en la producción lechera bovina. Los resultados que se obtuvieron fueron que entre mayor cantidad de lluvias generan pérdidas económicas en el área de pastoreo de sus animales y por ende una prolongación en la aparición del estro (Denogean, Moreno, Ibarra, Martin, Retes, Martínez, Aguilar y Moreno, 2012). En cambio en este estudio, se evaluó la precipitación en cuatro trimestres, en los cuales se obtuvo que la desviación estándar fue de 66,9mm - 82,8 mm, teniendo diferencia significativa y las épocas de invierno y verano de la zona estudiada estuvieron muy marcadas afectando a la fertilidad del hato bovino.

Otro estudio realizado en México con un total de 4200 hembras bovinas de raza Holstein, para evaluar los factores de riesgo por clima para adquirir fácilmente enfermedades reproductivas, enfermedades de la glándula mamaria y problemas sanitarios, evaluando los índices reproductivos como: intervalo entre partos y número de servicios por concepción, se obtuvo que la presencia de abortos tuvo una diferencia significativa con el intervalo entre partos y el número de servicios por concepción, buen índice de fertilidad y reabsorciones embrionarias (Xolalpa, Ruano y García, 2003).

En cambio, en este estudio retrospectivo se evaluó la correlación de intervalo entre partos y servicios por concepción fue moderada, la cual tuvo diferencia significativa y con respecto a las reabsorciones embrionarias durante la evaluación de los cuatro trimestres se obtuvo una media de 0,2-0,3 con una desviación estándar, en la cual si existió una diferencia significativa durante los tres años.

Por otro lado, se realizó un análisis del estrés calórico y los índices de fertilidad en 2252 hembras bovinas del cruzamiento de raza (Holstein-Jersey- Pardo Suizo) en Tandil-Argentina, comparando la tasa de concepción y el índice de temperatura-humedad en diferentes períodos, obteniendo como resultado que la tasa de concepción disminuyó considerablemente en animales que cursaban con un umbral mayor de estrés (Maquez, Medina, y Dick, 2015).

Con respecto al índice de fertilidad en este estudio, se utilizó la fórmula de Esslemont en la cual se concluyó que en el 2013 existe un buen índice de fertilidad de 80%, en el 2014 aumentó a 86% siendo alta y en el 2015 el índice fue bueno de 78,33% según la tabla de interpretación de Esslemont y por los resultados matemáticos obtenidos durante el desarrollo de este trabajo.

En el año 2015 hubo erupciones del volcán Cotopaxi con descargas de cenizas compuestos por sílice y compuestos minerales, dañando los potreros de las haciendas del Cantón Mejía, lo cual incentivó a realizar un estudio de tesis de la Universidad Central del Ecuador con el propósito de crear un plan preventivo para disminuir los efectos de la erupción sobre la producción lechera, en el cual se determinó que el 47% de la población bovina estuvo afectada y la producción lechera disminuyó en un 32,3% en la parroquia Chaupi afectando netamente a los productores desprevenidos (Chipugsi, 2017).

En el presente estudio solo se evaluó como afecta los factores climáticos como: humedad, heliofania, temperatura y precipitación lo cual se podría realizar un monitoreo constante adicionando los posibles desastres naturales que pueden existir a futuro para evitar pérdidas, disminuir la producción lechera y disminuir la tasa de fertilidad.

Capítulo V

5.1. Conclusiones

- Se creó una base de datos estadística a partir de información climática proporcionada por INAMHI y reproductivos por parte de la Hacienda “Miraflores Alto”, analizando las variables climáticas que afectan la fertilidad dentro de ésta explotación bovina. Se determinó que la temperatura y la precipitación son las variables que si influyeron sobre los índices reproductivos, teniendo una diferencia significativa, la temperatura tuvo un valor P de 0,003% y la precipitación de 0,692 ($p>0,05$).
- Con todos los resultados obtenidos analizados estadísticamente, se concluye que, los factores climáticos si afectan a la fertilidad del hato bovino de la Hacienda Miraflores Alto sobre el número de inseminaciones totales, número de inseminaciones efectivas, días abiertos y servicios por concepción teniendo una correlación moderadamente significativa en el periodo 2013-2015.

5.2. Recomendaciones

- Dentro de las explotaciones bovinas lecheras se debe tener en cuenta que las condiciones climáticas no son iguales todos los meses del año, por lo cual se debería conservar alimentos para utilizarlas cuando sean necesarias.
- Es muy importante llevar una base de datos actualizada sobre los índices reproductivos de cada uno de los animales para poder estimar la situación actual del hato lechero y poder aplicar medidas correctivas en caso de ser necesario.
- Es necesario conocer el clima de cada sector para planificar la producción forrajera y reproducción haciendo uso de la información del INAMHI
- Se debería realizar investigaciones estadísticas sobre la relación de índices reproductivos de acuerdo a las diferentes estaciones climáticas

de Ecuador y crear una matriz de monitoreo constante en relación al clima.

- Se recomienda realizar controles ginecológicos y chequeos generales continuos para detectar a tiempo cualquier anomalía o instaurar un tratamiento oportuno para evitar pérdidas económicas dentro de la producción de leche y crías.

REFERENCIAS

- Andrews, A. (2000). Sanidad del ganado vacuno lechero. Zaragoza, España: ACRIBIA
- Andicoberry, A., Peña, G. y Ortega, M. (enero, 2001). Revista de investigación de producción animal, 16 (2), 204-228.
- Antillón, J., Barcelo, M., Anchondo, A. y Rodríguez, F. (junio, 2012). Incidencia del estrés calórico y los índices de fertilidad en hatos lecheros. Revista Tecnociencia Chihuahua- México. 6 (2), 94- 100.
- Báez, F., Chávez, A., Hernández, H. y Vilamedina, P. (enero, 2010). Evaluación de la capacidad de los ovocitos de Bos indicus y Bos Taurus. Rev Science, 20 (3), 259-267.
- Betancourt, J. Bertot, J., Vásquez, R., Acosta, S. y Avilés, R. (enero, 2005). Evaluación de fertilidad en bovinos lecheros postparto. Revista de producción animal de la Universidad de Cuba, 17 (1), 61-66.
- Bracho, A., Jaramillo, C., Martínez, J., Montaña, J. y Bernal, A. (abril, 2006). Pruebas diagnósticas de aborto en BVR en bovinos. Revista veterinaria México, 37 (2), 151-163.
- Caballero, M., Lozano, S. y Ortega, B. (octubre, 2007). Efectos del calentamiento global en la tierra. Revista digital universitaria de la Universidad Autónoma de México, 8 (10), 1067-6079.
- Cargile, B y Dan, T. (2012). Interaction of nutrition and reproduction in dairy cow. Kentucky, USA: College of veterinary science.
- Chipugsi, L. (2017). Plan de contingencia para disminución de los efectos de producción lechera del Cantón Mejía durante la erupción del volcán Cotopaxi, recuperado el 8 de febrero del 2018 de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12958/1/T-UCE-0014-032-2017.pdf>
- Chousos, G., Torpy, D. y Gold, W. (marzo, 2008). Interacciones entre el eje hipotálamo pituitaria adrenal y el aparato reproductivo de la hembra. Rev Intern Med, 12 (9), 229-240.
- Corbellini, C. (2014). Influencia nutricional sobre la transmisión de enfermedades de vacas en producción. Recuperado el 23 de mayo de 2017 de

<http://veterinarios.or.cr/app/webroot/files/doc/documentos/Momento-Cientifico/Influencia-de-la-nutricion-en-la-vaca-lechera-en-transicion-Carlos-Corbellini.pdf>

- Dejarnette, M. y Neberl, R. (2016). Anatomía y fisiología reproductivo bovino de Select Sires. Recuperado el 5 de septiembre de 2017 de http://www.selectsires.com/dairy/SpainResources/reproductive_anatomy_spanish.pdf?version=20170404
- Denogean, F., Moreno, S., Ibarra, F., Martín, M., Retes, R., Martínez, A., Aguilar, A. y Moreno, C. (julio, 2012). Precipitación pluvial en los bovinos de Sonora- México. Revista mexicana de agro negocios, 1 (13), 146-153.
- Díaz, T. (enero, 2007). Fertilidad en vacas lecheras. Rev Producción animal, 15 (191), 36-41.
- Directorio Cartográfico. (2017). Mapas y coordenadas de cantón mejía. Recuperado el 22 de mayo de 2017 de <http://mapasamerica.dices.net/ecuador/mapa.php?nombre=Miraflores&id=13286>
- Dobson, H. y Smith, R. (julio, 2010). Efectos ambientales sobre la reproducción. Rev Science Animal University of Liverpool, 60 (61), 743-752.
- Echeverría, A. y Miazso, R. (2012). Ambientes en producciones animales. Recuperado el 17 de mayo de 2017 de http://www.eula.cl/giba/images/contenidos/Planteles_Porcinos/presentacion_cursosysem/Julio2012/Ganaderia_y_medio_ambiente_Salazar_Julio_19_2012_fr.pdf
- Elli, M. y Fatro, M. (2005). Manual de reproducción del ganado vacuno, Zaragoza, España: SERVET.
- Esslemont, R. (1985). Fertility and management in dairy cattle. Collins, USA: William Collins sons.
- FAO. (2011). Variaciones de foto período en reproducción animal. Recuperado el 21 de marzo de 2017 de <http://www.fao.org/docrep/v1650t/v1650T04.htm>

- Ganchou, F. y González, C. (2005). Factores que afectan fertilidad bovina. Recuperado el 17 de mayo de 2017 de http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion6/articulo13-s6.pdf
- Galina, C. y Valencia, J. (2008). Reproducción de animales domésticos, DF, México: Limusa
- Góngora, A. y Hernández, D. (octubre, 2010). Reproducción afectada por temperaturas altas. Revista científica UDCA, 13(2), 141-151.
- González, C. (2015). Parámetros aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. Recuperado el 17 de mayo del 2017 de http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/libro_reproduccionbovina/cap14.PDF
- Huaman, J., Rivera, H., Arainga, M., Gavidia, C. y Mancheno, A. (enero, 2007). Diarrea viral bovina en hatos lecheros de Colombia. Revista Investigación de Perú, 18 (2), 141-149. (Huaman, Rivera, Arainga, Gavidia y Mancheno, 2007).
- Gordon, M. (2008). Ciencia de nutrición animal. Zaragoza, España: Acribia.
- INAMHI (2011). Factores climáticos de Ecuador- meteorología. Recuperado el 8 de diciembre de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- INAMHI. (2017). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Recuperado el 21 de marzo de 2017 de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/informacion-en-linea/>
- Katanani, A., López, P. y Hansen, P. (julio, 2002). Efectos de estrés en ovocitos de las vacas lecheras de raza Holstein. Rev J Dairy, 85 (1), 390-6.
- Magaña, A., Solorio, J. y Segura, C. (abril, 2005). Rinotraqueitis bovina en producciones lecheras. Revista Tec pecuario México, 43 (1), 27-37.
- Maquez, A., Medina, L. y Dick, A. (2015). Efecto del estrés calórico sobre fertilidad de hembras bovinas.
- McDonald, P. (1999). Nutrición animal y reproducción. Zaragoza, España: Acribia.

- Mellada, M. (2010). Producción de leche en zonas tropicales. DF, México: Trillas.
- Moreno, J., Renteria, T., Bernal, R. y Montaña, M. (enero, 2002). Revista técnica pecuaria de México, 40 (3Ç), 243-249.
- Moore, D., Odeon, C., Venturini, M. y Campero, C. (julio, 2005). Neosporosis bovina. Revista argentina de microbiología, 37 (1), 217-228.
- Muhammad, Y., Nakao, T., Long, S. y Gautam, G. (enero, 2010). Análisis multifactorial para evaluar los niveles de fertilidad en vacas de alta producción lechera en el sur de Japón. Revista de ciencias animales, 1 (81), 467-474.
- Ochoa, J., Sánchez, A. y Ruiz, I. (julio, 2000). Epidemiología de leptospira. Revista panamericana de salud pública y animal, 7(5), 325-331.
- Ortiz, D. (2016). Índices reproductivos en ganado vacunos- Perú. Recuperado el 10 de noviembre de 2017 de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/732/1/Ortiz_ad.pdf
- Pérez, T. (2008). Evaluación de efecto de hormonas sobre la tasa de concepción de vacas Holstein en Machachi-Ecuador. Recuperado el 22 de junio de 2017 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/690/1/88026.pdf>
- Revelo, G. (2013). Evaluación del desempeño reproductivo por medio de índices de fertilidad en la Hacienda Sandial, Carchi en el período 2011-2013. Recuperado el 22 de mayo de 2017 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2787/1/108875.pdf>
- Quevedo, J., Chávez, A., Rivera, H., Casas, E. y Serrano, E. (junio, 2003). Neosporosis bovina en Perú. Revista veterinaria de Perú, 14 (11), 160-191.
- Reyes, J., Sánchez, M., Lotero, M., Restrepo, M. y Palacio L. (febrero, 2010). Incidencia de brucelosis bovina en Antioquia. Revista colombiana de ciencias pecuarias, 23 (1), 35-46.
- Rodríguez, V., Ramírez, S., Sánchez, A., Pérez, B., Garza, A. (septiembre, 2005). Brucelosis bovina su etiología. Revista electrónica veterinaria, 6 (9), 1-9.

- Rondon, I. (abril, 2006). Patogénesis de la Diarrea viral bovina. Revista MVZ de Córdoba, 11 (1), 694- 704. (Rondon, 2006).
- Salvador, A. (enero, 2007). Efectos del estrés en vacas lecheras Holstein y Jersey. Rev producción animal Argentina, 1 (4), 67-78.
- Secretaria nacional de planificación y desarrollo (2014). Proyecto para gestión integrada de la desertificación, degradación de tierra y cambio climático. Recuperado el 8 de enero de 2018 de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/GIDDACC.pdf>
- SEMEX. (2015). Factores que influyen la fertilidad. Recuperado el 22 de marzo de 2017 de http://www.semex.com/downloads/di/es/content_file_371_0.pdf
- Senger, P. (2012). Reproducción, gestación y parto. (3ra. Ed.). Washington, USA: Current Conceptions Inc.
- Vargas, D., Jaime, J. y Vera, V. (julio, 2009). Virus de la diarrea viral Bovina. Revista colombiana de ciencia Pecuaria RCCP, 22 (4), 677-688. (Vargas, Jaime y Vera, 2009).
- Vélez, M. y Uribe, L. (diciembre 2010). Efecto de estrés calórico sobre la reproducción. Revista sCielo Biosalud, 9 (2), 83-95.
- Vélez, M. y Uribe, L. (diciembre, 2010). Como afecta el estrés calórico a la reproducción. Biosalud, 9 (2), 83-95.
- Villagómez, E., Castillo, H., Villa, A., Román, H. y Vásquez, C. (mayo, 2000). Influencia estacional sobre el ciclo estral de las hembras bovinas. Revista técnica pecuaria, 38 (2), 89-103.
- Wolfenson, D., Roth, Z. y Meidan, R. (julio, 2000). Efectos del estrés calórico sobre la reproducción y sus aspectos. Rev Animal Reprod Sci, 60 (61), 35-47.
- Xolalpa, V., Ruano, M. y García, C. (enero, 2003). Factores asociados en la falla reproductiva de las hembras bovinas en México. Revista salud animal, 25 (2), 129-137.
- Youngquist, R. y Threlfael. (2007). Theriogenology in large animal, Missouri, USA: Saunders.

Zacarias, E., Benito, A. y Rivera, H. (julio, 2002). Prevalencia de BVR en bovinos de Ayacucho. *Revista Inv Vet Perú*, 13 (2), 61-65.

ANEXOS

Anexo 1

Variables

VARIABLES	CARACTERÍSTICA	TIPO VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ÍTEMS	INSTRUMENTOS
Servicios por concepción	Dependiente	Cuantitativa	Número de servicios hasta quedar gestante	Valoración mensual	Indicador ideal	Numero de pajuelas	Medición directa
Días abiertos	Dependiente	Cuantitativa	Días abiertos desde el parto hasta la gestación	Valoración mensual	Indicador ideal	Número de días	Medición directa
Intervalo entre partos	Dependiente	Cuantitativa	Numero de meses entre parto y parto	Valoración mensual	Indicador ideal	Número de días entre parto y parto	Medición directa
Fertilidad a primer servicio	Dependiente	Cuantitativa	Vacas gestantes en la primera inseminación	Valoración mensual	Indicador ideal	-	Medición directa

Tasa de eliminación	Dependiente	Cuantitativa	Animales de descarte por problemas de fertilidad	Valoración mensual	Indicador ideal	Numero de vacas descartadas	Medición directa
Eficacia en detección de celos	Dependiente	Cuantitativa	Detección de celos de las vacas, celo visto	Valoración mensual	Indicador ideal	Numero de celos	Medición directa
Edad a primer servicio	Dependiente	Cuantitativa	Edad de inseminación de las vacas	Valoración mensual	Indicador ideal	Meses al primer servicio	Medición directa
Edad a primer parto	Dependiente	Cuantitativa	Edad que llega su primer parto	Valoración mensual	Indicador ideal	Meses al primer parto	Medición directa
Heliofania	Independiente	Cuantitativa	Cantidad de brillo solar	Valoración mensual /anual	heliógrafo	Días luz	Medición directa
Humedad	Independiente	Cuantitativa	Nivel de humedad en el ambiente	Valoración mensual/anual	-	-	Medición directa

Precipitación	Independiente	Cuantitativa	Nivel de lluvias	Valoración mensual/anual	Escala	Milímetros	Medición directa
Temperatura	Independiente	Cuantitativa	Temperatura	Valoración mensual /anual	Grados	°C	Medición directa
Condición Corporal	Independiente	Cuantitativa / Discontinua	Valoración visual en base a escala	Valoración quincenal/mensual	Escala	# CC	Medición directa
Problemas podológicos	Independiente	Cualitativa	Patologías podales	Valoración mensual	Indicador ideal	Valoración visual	Medición directa

Anexo 2

ANOVA temperatura anual del 2013-2015

ANOVA TEMPERATURA ANUAL DEL 2013-2015.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	2,509	2	1,254	7,104	0,003
Dentro de grupos	5,827	33	0,177		
Total	8,336	35			

Anexo 3

Tukey y Duncan anual del 2013-2015

TEMPERATURA TUKEY Y DUNCAN ANUAL DEL 2013-2015

	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	2014	12	12,358	
	2013	12	12,408	
	2015	12		12,942
	Sig.		0,954	1,000
Duncan ^a	2014	12	12,358	
	2013	12	12,408	
	2015	12		12,942
	Sig.		0,773	1,000

Anexo 4

ANOVA heliofania anual del 2013-2015

ANOVA HELIOFANIA ANUAL DEL 2013-2015.

	Suma de	Grados	Media	Fisher	Significan
	cuadrados	de	cuadrática		cia
Entre grupos	21,380	2	10,690	0,009	0,991
Dentro de grupos	41194,608	33	1248,321		
Total	41215,987	35			

Anexo 5

Tukey y Duncan anual de heliofania del 2013-2015

HELIOFANIA ANUAL DEL 2013-2015.

	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
HSD Tukey ^a	2014	12	152,292
	2013	12	153,542
	2015	12	154,142
	Sig.		0,991
Duncan ^a	2014	12	152,292
	2013	12	153,542
	2015	12	154,142
	Sig.		0,905

Anexo 6

ANOVA humedad anual del 2013-2015

ANOVA HUMEDAD 2013-2015					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	110,722	2	55,361	1,195	0,315
Dentro de grupos	1528,500	33	46,318		
Total	1639,222	35			

Anexo 7

Tukey y Duncan anual de heliofania del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN HUMEDAD ANUAL 2013-2015			
	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05
HSD Tukey ^a			1
	2015	12	77,417
	2013	12	80,083
	2014	12	81,667
	Sig.		0,290
Duncan ^a	2015	12	77,417
	2013	12	80,083
	2014	12	81,667
	Sig.		0,158

Anexo 8

ANOVA precipitación anual del 2013-2015

ANOVA PRECIPITACIÓN 2013-2015					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	4155,002	2	2077,501	0,373	0,692
Dentro de grupos	183935,966	33	5573,817		
Total	188090,967	35			

Anexo 9

Tukey y Duncan anual de precipitación del 2013-2015

PRECIPITACIÓN 2013-2015			
	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05
HSD Tukey ^a			1
	2015	12	90,967
	2013	12	96,725
	2014	12	116,083
	Sig.		0,691
Duncan ^a	2015	12	90,967
	2013	12	96,725
	2014	12	116,083
	Sig.		0,444

Anexo 10

ANOVA inseminaciones efectivas anual del 2013-2015

ANOVA INSEMINACIONES EFECTIVAS ANUAL DEL 2013-2015.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significan cia
Entre grupos	40,056	2	20,028	2,216	0,125
Dentro de grupos	298,250	33	9,038		
Total	338,306	35			

Anexo 11

Tukey y Duncan de inseminaciones efectivas anual del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE INSEMINACIONES EFECTIVAS ANUAL DEL 2013-2015

	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
HSD Tukey ^a	2013	12	8,67
	2014	12	10,67
	2015	12	11,08
	Sig.		0,136
Duncan ^a	2013	12	8,67
	2014	12	10,67
	2015	12	11,08
	Sig.		0,070

Anexo 12

ANOVA reabsorciones embrionarias anual del 2013-2015

ANOVA REABSORCIONES EMBRIONARIAS ANUAL DEL 2013-2015.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	0,056	2	0,028	0,067	0,435
Dentro de grupos	13,583	33	0,412		
Total	13,639	35			

Anexo 13

Tukey y Duncan de reabsorciones embrionarias anual del 2013-2015

**TUKEY Y DUNCAN DE REABSORCIONES EMBRIONARIAS ANUAL DEL
2013-2015**

	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
HSD Tukey ^a	2013	12	0,25
	2014	12	0,33
	2015	12	0,33
	Sig.		0,946
Duncan ^a	2013	12	0,25
	2014	12	0,33
	2015	12	0,33
	Sig.		0,767

Anexo 14

ANOVA de inseminaciones totales anual del 2013-2015

ANOVA DE INSEMINACIONES TOTALES ANUAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Suma de cuadrado s	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher
Entre grupos	70,389	2	35,194	2,804	0,075
Dentro de grupos	414,167	33	12,551		
Total	484,556	35			

Anexo 15

Tukey y Duncan de inseminaciones totales anual del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE INSEMINACIONES TOTALES ANUAL DEL 2013-2015

	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	2013	12	10,75	
	2014	12	12,25	
	2015	12	14,17	
	Sig.		0,061	
Duncan ^a	2013	12	10,75	
	2014	12	12,25	12,25
	2015	12		14,17
	Sig.		0,307	0,194

Anexo 16

ANOVA días abiertos anual del 2013-2015

ANOVA DÍAS ABIERTOS ANUAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Suma de cuadrado s	Grados de libertad	Media cuadrático a	Fisher
Entre grupos	868,222	2	434,111	2,652	0,085
Dentro de grupos	5401,000	33	163,667		
Total	6269,222	35			

Anexo 17

Tukey y Duncan de días abiertos anual del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE DÍAS ABIERTOS ANUAL DEL 2013-2015

		Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05
				1
HSD Tukey ^a		2015	12	69,33
		2014	12	79,67
		2013	12	79,83
		Sig.		0,126
Duncan ^a		2015	12	69,33
		2014	12	79,67
		2013	12	79,83
		Sig.		0,065

Anexo 18

ANOVA servicios por concepción anual del 2013-2015

ANOVA SERVICIOS POR CONCEPCIÓN ANUAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher
Entre grupos	1,744	2	0,872	1,816	0,179
Dentro de grupos	15,848	33	0,480		
Total	17,592	35			

Anexo 19

Tukey y Duncan servicios por concepción anual del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN SERVICIOS POR CONCEPCIÓN ANUAL DEL 2013-2015

	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
HSD Tukey ^a	2015	12	1,317
	2013	12	1,775
	2014	12	1,792
	Sig.		0,228
Duncan ^a	2015	12	1,317
	2013	12	1,775
	2014	12	1,792
	Sig.		0,122

Anexo 20

ANOVA intervalo entre partos anual del 2013-2015

ANOVA intervalo entre partos anual del 2013-2015

	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher
Entre grupos	5114,056	2	2557,028	3,339	,048
Dentro de grupos	25270,833	33	765,783		
Total	30384,889	35			

Anexo 21

Tukey y Duncan intervalo entre partos anual del 2013-2015

Tukey y Duncan intervalo entre partos anual del 2013-2015

	Año	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	2015	12	355,92	
	2013	12	367,50	367,50
	2014	12		384,92
	Sig.		,566	,285
Duncan ^a	2015	12	355,92	
	2013	12	367,50	367,50
	2014	12		384,92
	Sig.		,313	,133

Anexo 22

ANOVA temperatura trimestral del 2013-2015

ANOVA TEMPERATURA TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	2,036	11	,185	,705	,722
Dentro de grupos	6,300	24	,262		
Total	8,336	35			

Anexo 23

Tukey y Duncan de temperatura trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE TEMPERATURA TRIMESTRAL DEL 2013-2015

		Trimestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05
				1
HSD Tukey ^a		Segundo trimestre	3	12,200
		5	3	12,233
		11	3	12,400
		10	3	12,467
		8	3	12,467
		Tercer trimestre	3	12,533
		Primer trimestre	3	12,633
		Cuarto trimestre	3	12,633
		7	3	12,633
		6	3	12,667
		12	3	12,900
		9	3	13,067
		Sig.		0,645
Duncan ^a		Segundo trimestre	3	12,200
		5	3	12,233
		11	3	12,400
		10	3	12,467
		8	3	12,467
		Tercer trimestre	3	12,533
		Primer trimestre	3	12,633
		Cuarto trimestre	3	12,633
		7	3	12,633
		6	3	12,667
		12	3	12,900
		9	3	13,067
		Sig.		0,090

Anexo 24

ANOVA heliofania trimestral del 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	32770,688	11	2979,153	8,466	,000
Dentro de grupos	8445,300	24	351,888		
Total	41215,988	35			

Anexo 25

Tukey y Duncan de heliofania trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE HELIOFANIA TRIMESTRAL DEL 2013-2015.							
Trimestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Tercer trimestre	3	100,000					
Segundo Trimestre	3	122,500	122,500				
5	3	123,500	123,500				
11	3	137,933	137,933	137,933			
Cuarto trimestre	3	142,933	142,933	142,933			
10	3	147,100	147,100	147,100			
HSD Tukey ^a	12	149,167	149,167	149,167			
Primer trimestre	3		162,900	162,900	162,900		
9	3		171,267	171,267	171,267		
6	3			180,967	180,967		
8	3			192,133	192,133		
7	3				209,500		
Sig.		,113	,119	,058	,156		
Tercer trimestre	3	100,000					
Segundo Trimestre	3	122,500	122,500				
5	3	123,500	123,500				
Duncan ^a	11		137,933	137,933			
Cuarto trimestre	3		142,933	142,933			
10	3		147,100	147,100	147,100		

12	3	149,167	149,167	149,167			
Primer trimestre	3		162,900	162,900	162,900		
9	3		171,267	171,267	171,267		
6	3			180,967	180,967	180,967	
8	3				192,133	192,133	
7	3					209,500	
Sig.		0,159	0,136	0,065	0,057	0,092	0,090

Anexo 26

ANOVA Humedad trimestral del 2013-2015

ANOVA HUMEDAD TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	1317,222	11	119,747	8,925	0,000
Dentro de grupos	322,000	24	13,417		
Total	1639,222	35			

Anexo 27

Tukey y Duncan de humedad trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE HUMEDAD TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Trimestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
			1	2	3	4	
HSD Tukey ^a	8	3	70,667				
	9	3	71,000	71,000			
	7	3	71,333	71,333			
	6	3	75,000	75,000	75,000		
	10	3	79,667	79,667	79,667	79,667	
	12	3	79,667	79,667	79,667	79,667	
	primer trimestre	3		81,667	81,667	81,667	
	cuarto trimestre	3			82,333	82,333	
	segundo trimestre	3			85,333	85,333	
	tercer trimestre	3				86,000	
	5	3				86,333	
	11	3				87,667	
	Sig.			0,166	0,054	0,069	0,296
	Duncan ^a	8	3	70,667			
9		3	71,000				
7		3	71,333				
6		3	75,000	75,000			
10		3		79,667	79,667		
12		3		79,667	79,667		

primer trimestre	3		81,667	81,667	81,667
cuarto trimestre	3			82,333	82,333
segundo trimestre	3			85,333	85,333
tercer trimestre	3			86,000	86,000
5	3			86,333	86,333
11	3				87,667
Sig.		0,197	0,051	0,062	0,088

Anexo 28

ANOVA precipitación trimestral del 2013-2015

ANOVA PRECIPITACIÓN TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	129863,194	11	11805,745	4,866	,001
Dentro de grupos	58227,773	24	2426,157		
Total	188090,968	35			

Anexo 29

Tukey y Duncan de precipitación trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE PRECIPITACIÓN TRIMESTRAL DEL 2013-2015								
		Subconjunto para alfa = 0.05						
	trimestre	N	1	2	3	4	5	6
HSD Tukey ^a	7	3	16,933					
	6	3	21,233					
	8	3	33,333	33,333				
	9	3	46,267	46,267				
	12	3	69,700	69,700	69,700			
	primer trimestre	3	105,500	105,500	105,500			
	11	3	117,367	117,367	117,367			
	cuarto trimestre	3	131,900	131,900	131,900			
	10	3	147,267	147,267	147,267			
	segundo trimestre	3	148,267	148,267	148,267			
	5	3		176,100	176,100			
	tercer trimestre	3				201,233		
	Sig.		,101	,056	,100			
Duncan ^a	7	3	16,933					
	6	3	21,233					
	8	3	33,333	33,333				
	9	3	46,267	46,267	46,267			
	12	3	69,700	69,700	69,700	69,700		
	primer trimestre	3	105,500	105,500	105,500	105,500	105,500	

11	3	117,367	117,367	117,367	117,367	117,367
cuarto trimestre	3		131,900	131,900	131,900	131,900
10	3			147,267	147,267	147,267
segundo trimestre	3			148,267	148,267	148,267
5	3				176,100	176,100
tercer trimestre	3					201,233
Sig.		,062	,072	,067	,096	,133
						,076

Anexo 30

ANOVA inseminaciones efectivas trimestral del 2013-2015

ANOVA INSEMINACIONES EFECTIVAS TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	112,972	11	10,270	1,094	0,406
Dentro de grupos	225,333	24	9,389		
Total	338,306	35			

Anexo 31

Tukey y Duncan de inseminaciones efectivas trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE INSEMINACIONES EFECTIVAS TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Trimestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	
HSD Tukey ^a	cuarto trimestre	3	7,33		
	tercer trimestre	3	7,67		
	5	3	8,67		
	segundo trimestre	3	9,33		
	6	3	9,33		
	8	3	9,33		
	primer trimestre	3	10,67		
	7	3	11,00		
	10	3	11,33		
	9	3	11,67		
	11	3	11,67		
	12	3	13,67		
	Sig.			,368	
	cuarto trimestre	3	7,33		
tercer trimestre	3	7,67		7,67	
5	3	8,67		8,67	
segundo trimestre	3	9,33		9,33	

Duncan ^a	6	3	9,33	9,33
	8	3	9,33	9,33
	primer trimestre	3	10,67	10,67
	7	3	11,00	11,00
	10	3	11,33	11,33
	9	3	11,67	11,67
	11	3	11,67	11,67
	12	3		13,67
	Sig.		,151	,051

Anexo 32

ANOVA reabsorciones embrionarias trimestral del 2013-2015

ANOVA REABSORCIONES EMBRIONARIAS TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	5,639	11	0,513	1,538	0,182
Dentro de grupos	8,000	24	0,333		
Total	13,639	35			

Anexo 33

Tukey y Duncan de reabsorciones embrionarias trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE REABSORCIONES EMBRIONARIAS TRIMESTRAL DEL 2013-2015				
	trimestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	Primer trimestre	3	0,00	
	Segundo trimestre	3	0,00	
	Tercer trimestre	3	0,00	
	7	3	0,00	
	8	3	0,00	
	12	3	0,00	
	6	3	0,33	
	10	3	0,33	
	11	3	0,33	
	Cuarto trimestre	3	0,67	
	9	3	0,67	
	5	3	1,33	
	Sig.			0,229
	Duncan ^a	Primer trimestre	3	0,00
Segundo trimestre		3	0,00	
Tercer trimestre		3	0,00	
7		3	0,00	
8		3	0,00	

	12	3	0,00	
	6	3	0,33	0,33
	10	3	0,33	0,33
	11	3	0,33	0,33
	Cuarto trimestre	3	0,67	0,67
	9	3	0,67	0,67
	5	3		1,33
	Sig.		0,237	0,072

Anexo 34

ANOVA inseminaciones totales trimestral del 2013-2015

ANOVA inseminaciones totales trimestral del 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	208,556	11	18,960	1,649	,148
Dentro de grupos	276,000	24	11,500		
Total	484,556	35			

Anexo 35

Tukey y Duncan de inseminaciones totales Trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE INSEMINACIONES TOTALES TRIMESTRAL DEL 2013-2015

		Subconjunto para alfa = 0.05		
	Trimestre	N	1	2
HSD Tukey ^a	Tercer trimestre	3	8,67	
	Cuarto trimestre	3	8,67	
	5	3	10,00	
	6	3	10,33	
	Segundo trimestre	3	12,00	
	8	3	12,00	
	7	3	13,67	
	10	3	13,67	
	Primer trimestre	3	14,33	
	9	3	14,33	
	11	3	14,67	
	12	3	16,33	
	Sig.		0,254	
Duncan ^a	Tercer trimestre	3	8,67	
	Cuarto trimestre	3	8,67	
	5	3	10,00	10,00

6	3	10,33	10,33
Segundo trimestre	3	12,00	12,00
8	3	12,00	12,00
7	3	13,67	13,67
10	3	13,67	13,67
Primer trimestre	3	14,33	14,33
9	3	14,33	14,33
11	3	14,67	14,67
12	3		16,33
Sig.		0,076	0,061

Anexo 36 ANOVA días abiertos trimestral del 2013-2015.

ANOVA DÍAS ABIERTOS TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	3262,556	11	296,596	2,368	0,038
Dentro de grupos	3006,667	24	125,278		
Total	6269,222	35			

Anexo 37

Tukey y Duncan de días abiertos trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE DÍAS ABIERTOS TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Trimestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	Primer trimestre	3	65,00	
	8	3	68,33	
	Tercer trimestre	3	69,00	
	Segundo trimestre	3	69,33	
	Cuarto trimestre	3	70,67	
	9	3	72,33	
	7	3	75,33	
	5	3	75,67	
	6	3	79,00	
	10	3	80,00	
	12	3	95,00	
	11	3	95,67	
	Sig.			,085
Duncan ^a	Primer trimestre	3	65,00	
	8	3	68,33	
	Tercer trimestre	3	69,00	
	Segundo Trimestre	3	69,33	

Cuarto trimestre	3	70,67	
9	3	72,33	
7	3	75,33	75,33
5	3	75,67	75,67
6	3	79,00	79,00
10	3	80,00	80,00
12	3		95,00
11	3		95,67
Sig.		0,171	0,059

Anexo 38

ANOVA servicios por concepción trimestral del 2013-2015.

ANOVA SERVICIOS POR CONCEPCIÓN TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	6,499	11	0,591	1,278	0,294
Dentro de grupos	11,093	24	0,462		
Total	17,592	35			

Anexo 39

Tukey y Duncan de días abiertos trimestral del 2013-2015

TUKEY Y DUNCAN DE DÍAS ABIERTOS TRIMESTRAL DEL 2013-2015				
	Trimestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	9	3	1,000	
	segundo trimestre	3	1,367	
	tercer trimestre	3	1,367	
	7	3	1,400	
	primer trimestre	3	1,400	
	8	3	1,433	
	cuarto trimestre	3	1,567	
	10	3	1,600	
	6	3	1,667	
	5	3	1,833	
	12	3	2,233	
	11	3	2,667	
	Sig.		,168	
Duncan ^a	9	3	1,000	
	segundo trimestre	3	1,367	1,367
	tercer trimestre	3	1,367	1,367
	7	3	1,400	1,400

primer trimestre	3	1,400	1,400
8	3	1,433	1,433
cuarto trimestre	3	1,567	1,567
10	3	1,600	1,600
6	3	1,667	1,667
5	3	1,833	1,833
12	3	2,233	2,233
11	3		2,667
Sig.		,069	,056

Anexo 40

ANOVA intervalo entre partos trimestral del 2013-2015.

ANOVA INTERVALO ENTRE PARTOS TRIMESTRAL DEL 2013-2015

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher	Significancia
Entre grupos	11508,222	11	1046,202	1,330	0,268
Dentro de grupos	18876,667	24	786,528		
Total	30384,889	35			

Anexo 41

Tukey y Duncan de intervalo entre partos trimestral del 2013-2015

Tukey y Duncan de intervalo entre partos trimestral del 2013-2015

		Subconjunto para alfa = 0.05	
Trimestre		1	2
HSD Tukey ^a	7	327,67	
	primer trimestre	352,00	
	9	356,00	
	cuarto trimestre	362,67	
	Tercer trimestre	369,00	
	8	370,00	
	6	371,67	
	Segundo trimestre	377,00	
	10	378,00	
	5	381,00	
	12	388,33	
	11	400,00	
	Sig.	,125	
Duncan ^a	7	327,67	
	Primer trimestre	352,00	352,00
	9	356,00	356,00
	Cuarto trimestre	362,67	362,67
	Tercer trimestre	369,00	369,00
	8	370,00	370,00

6	3	371,67	371,67
Segundo trimestre	3	377,00	377,00
10	3	378,00	378,00
5	3	381,00	381,00
12	3		388,33
11	3		400,00
Sig.		,056	,085

Anexo 42

Datos de Temperatura de INAMHI

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Temperatura Media Mensual (°C)														

S E R I E S M E N S U A L E S D E D A T O S M E T E O R O L O G I C O S														

NOMBRE: IZOBAMBA						CODIGO: M0003								
PERIODO: 2010 - 2015				LATITUD: 06 21' 57" S		LONGITUD: 78G 33' 18" W		ELEVACION:		3058.00				

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2010	13.0	13.4	13.1	12.7	12.8	11.9	11.5	11.7	11.8	12.1	10.8	10.8	145.6	12.1
2011	11.6	11.3	11.2	11.1	12.2	12.0	11.5	12.2	11.9	11.4	11.7	11.8	139.9	11.6
2012	11.1	11.1	12.2	11.1	11.8	12.0	12.8	12.4	12.8	12.2	12.0	12.2	143.7	11.9
2013	13.2	11.8	12.7	12.5	12.1	12.7	12.4	12.3	12.7	12.3	11.9	12.3	148.9	12.4
2014	12.2	12.3	11.8	12.8	12.2	12.2	12.8	11.8	12.1	12.1	12.4	12.3	147.0	12.2
2015	12.5	12.5	12.5	12.6	12.4	13.1	12.7	13.3	13.7	13.0	12.9	14.1	155.3	12.9
media	12.2	12.0	12.2	12.1	12.2	12.3	12.2	12.2	12.5	12.1	11.9	12.2	146.7	12.2
minima	11.1	11.1	11.2	11.1	11.8	11.9	11.5	11.7	11.8	11.4	10.8	10.8		10.8
maxima	13.2	13.4	13.1	12.8	12.8	13.1	12.8	13.3	13.7	13.0	12.9	14.1		14.1

Anexo 43

Datos de heliofania de INAMHI

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Heliofania Efectiva Mensual (horas)

SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS

NOMBRE: IZOBAMBA

CODIGO: M0003

PERIODO: 2010 - 2015 LATITUD: 0G 21' 57" S

LONGITUD: 78G 33' 18" W

ELEVACION: 3058.00

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2010	198.2	145.6	137.5	110.0	142.8	116.6	156.4	184.7	139.4	145.4	96.3	98.6	1671.5	139.2
2011	161.1	87.1	99.6	86.7	156.5	149.6	159.6	208.9	137.8	136.0	152.3	124.4	1659.6	138.3
2012	82.4	54.3	108.2	79.3	128.4	184.5	216.8	214.6	214.9	136.1	123.3	160.0	1702.8	141.9
2013	189.5	80.6	122.9	128.9	114.2	183.7	206.0	187.1	151.6	147.3	142.2	158.5	1812.5	151.0
2014	149.0	134.6	72.4	151.2	119.1	164.7	238.9	185.8	169.6	150.9	140.7	150.6	1827.5	152.2
2015	150.2	152.3	104.7	148.7	137.2	194.5	183.6	203.5						
media	155.0	109.0	107.5	117.4	133.0	165.6	193.5	197.4	162.6	143.1	130.9	138.4	1753.9	146.1
minima	82.4	54.3	72.4	79.3	114.2	116.6	156.4	184.7	137.8	136.0	96.3	98.6		54.3
maxima	198.2	152.3	137.5	151.2	156.5	194.5	238.9	214.6	214.9	150.9	152.3	160.0		238.9

Anexo 44

Datos de humedad de INAMHI

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Humedad Relativa Media Mensual (%)														

S E R I E S M E N S U A L E S D E D A T O S M E T E O R O L O G I C O S														

NOMBRE: IZOBAMBA				CODIGO: M0003										
PERIODO: 2010 - 2015				LATITUD: 0G 21' 57" S			LONGITUD: 78G 33' 18" W			ELEVACION: 3058.00				

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2010	74	78	79	85	81	80	79	71	73	79	86	87	952	79
2011	82	86	85	89	80	79	77	72	76	83	80	84	973	81
2012	88	88	82	88	82	76	69	68	65	80	84	79	949	79
2013	77	87	83	82	88	75	70	72	71	80	83	83	951	79
2014	85	86	89	81	87	79	72	72	76	82	87	84	980	81
2015	83	83	86	84	84	71	72	68	66	77	83	72	929	77
media	81	84	84	84	83	76	73	70	71	80	83	81	955	79
minima	74	78	79	81	80	71	69	68	65	77	80	72		65
maxima	88	88	89	89	88	80	79	72	76	83	87	87		89

Anexo 45

Datos de precipitación de INAMHI

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Precipitación Total Mensual (mm)

SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS

NOMBRE: IZOBAMBA

CODIGO: M0003

PERIODO: 2010 - 2015 LATITUD: 06 21' 57" S

LONGITUD: 78G 33' 18" W

ELEVACION: 3058.00

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2010	45.6	103.7	114.2	289.2	149.2	100.4	196.2	52.5	79.5	89.7	249.4	304.8	1774.4	147.8
2011	138.3	193.3	143.7	262.4	92.8	61.4	69.4	76.7	56.9	197.6	30.4	164.9	1487.8	123.9
2012	254.3	227.3	197.4	219.3	64.9	10.6	19.8	20.0	20.5	167.0	169.0	30.5	1400.6	116.7
2013	43.7	230.5	128.1	101.9	239.0	9.8	8.3	43.5	38.9	191.5	45.9	79.6	1160.7	96.7
2014	177.9	135.4	242.3	141.6	186.9	43.3	12.5	49.9	78.5	132.1	112.8	79.8	1393.0	116.0
2015	94.9	78.9	233.3	152.2	102.4	10.6	30.0	6.6	21.4	118.2	193.4	49.7	1091.6	90.9
suma	754.7	969.1	1059.0	1166.6	835.2	236.1	336.2	249.2	295.7	896.1	800.9	709.3	8308.1	692.3
media	125.7	161.5	176.5	194.4	139.2	39.3	56.0	41.5	49.2	149.3	133.4	118.2	1384.6	115.3
minima	43.7	78.9	114.2	101.9	64.9	9.8	8.3	6.6	20.5	89.7	30.4	30.5		6.6
maxima	254.3	230.5	242.3	289.2	239.0	100.4	196.2	76.7	79.5	197.6	249.4	304.8		304.8

Anexo 46

Interpretación del índice de fertilidad de Esslemont.

INDICE DE FERTILIDAD (IF)	
IF ALTO	>86 %
IF BUENO	71-86 %
IF PROMEDIO	60-71 %
IF BAJO	<60 %
