



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela para Graduados

Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC)

**EFEECTO DE FACTORES MEDIOAMBIENTALES SOBRE
LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS
DEL HATO LECHERO EN LA HACIENDA EL PRADO**

ESTEBAN ANDRÉS OLMEDO OBANDO

Trabajo Final Para optar al Grado Académico
de Especialista en Reproducción Bovina

Córdoba - 2020

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3. MARCO TEORICO	6
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO Y EL ENTORNO.....	6
3.2. ORGANIZACIÓN DEL HATO LECHERO.....	6
3.3. FACTORES NUTRICIONALES EN EL HATO LECHERO.....	7
3.3.1 RELACIÓN ENTRE LA NUTRICION Y LA FERTILIDAD.....	7
3.3.1.1 ENERGIA Y LA FERTILIDAD.....	8
3.3.1.2 PROTEINA Y LA FERTILIDAD.....	8
3.3.1.3 GRASA Y LA FERTILIDAD.....	9
3.3.1.4 MINERALES Y LA FERTILIDAD.....	9
3.3.1.5. VITAMINAS Y LA FERTILIDAD.....	10
3.4. FACTORES AMBIENTALES Y LA REPRODUCCION.....	10
3.4.1 REGISTROS CLIMATICOS HISTORICOS	12
3.4.2 REGISTROS HISTORICOS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS.....	13
3.5. FACTORES DE MANEJO, BIENESTAR Y LA REPRODUCCION.....	14
3.6. FACTORES GENETICOS Y LA REPRODUCCION.....	15
4. RESULTADOS	15
4.1. INTERACCION DE LA CLIMATOLOGIA Y VARIABLES PRODUCTIVAS.....	15
4.1.1. PRECIPITACION Y CELOS PRESENTADOS.....	16
4.1.2. HELIOFANIA Y CELOS PRESENTADOS.....	16
4.1.3. HELIOFANIA Y NACIMIENTOS.....	17
4.2. ANALISIS DE MANEJO NUTRICIONAL Y SUS EFECTOS.....	18

4.2.1.	MANEJO NUTRICIONAL DE VACAS EN LACTANCIA.....	18
4.2.2.	MANEJO NUTRICIONAL DE VACAS SECAS.....	19
4.2.3.	MANEJO NUTRICIONAL DE TERNERAS.....	19
4.2.4.	MANEJO NUTRICIONAL DE VACONAS “FIERRO”	20
4.3.	ANALISIS DE MANEJO Y BIENESTAR DE ANIMALES Y SU EFECTO.....	20
4.4.	ANALISIS DE MANEJO GENETICO Y SUS EFECTOS.....	21
5	DISCUSION	22
6	RECOMENDACIONES	24
7	CONCLUSIONES	25
8	BIBLIOGRAFÍA	27

1. RESUMEN

El presente estudio identifica y analiza la influencia de diferentes factores externos (nutricionales, climatológicos, genéticos, de manejo y bienestar animal) sobre diferentes parámetros productivos y reproductivos del hato lechero de la Hacienda El Prado de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE y comenta las posibles alternativas que podrían desarrollarse para mitigar sus efectos negativos. Este análisis integral se realizó empleando registros históricos, medidas de manejo actual y observaciones específicas de cada aspecto del proyecto para obtener su significancia en conceptos teóricos y proponer alternativas. Para la Hacienda El Prado se concluye que la mayor limitante en su performance reproductiva es el factor nutricional, ya que las dietas de sus animales en lactancia, secos y vaconas les aportan menos energía de la que requieren, lo que podría corregirse al proveer mayor cantidad de alimento en cada ración o reformular la dieta de ser necesario. Además, el manejo del personal representa otro desafío importante para los técnicos a cargo, siendo una limitante de manejo y bienestar animal que incidirá en la habilidad reproductiva, por lo que una capacitación y control frecuente de los operadores es imperante. Los factores genéticos de cruzamiento de razas (Holstein x Montbeliarde) contribuyen de manera positiva a la producción y reproducción de los animales, mejorando los parámetros reproductivos sustancialmente durante varios años, sin embargo, se señala la importancia de incluir otra raza dentro del cruzamiento para evitar la homocigosis y propender a obtener animales con alto vigor híbrido. Los factores medioambientales no juegan un papel preponderante en la actividad reproductiva desde el año 2010 cuando se empezó a implementar otras tecnologías reproductivas como los IATF. Sin embargo, se observa que los periodos de mayor cantidad de horas luz concentran los partos y expresiones de celos. En el análisis se busca mostrar de forma clara todos los factores mencionados y sus interacciones a personas que desean emprender en dicha actividad con poco o ningún conocimiento y puedan así obtener una visión general de como inciden dichos factores sobre la producción y reproducción y tomar medidas para aplacarlos.

Palabras clave: Nutrición, genética, climatología, producción, reproducción.

2. INTRODUCCIÓN

La ganadería de leche en el Ecuador es una de las principales actividades económicas de la Región Sierra que se ha visto afectada por las reducciones del precio de la leche y el alza constante de los insumos, medicamentos, implementos y el costo del talento humano involucrado. Esto ha reducido la

rentabilidad de los productores, lo que ha planteado diferentes desafíos impulsando el mejoramiento de sus rendimientos y la reducción de sus costos, mientras elevan su eficiencia en general.

La producción diaria de leche en el Ecuador es de 5.300.000 litros al día, que en su gran mayoría es procesado en derivados industrializados de mayor persistencia. Sin embargo, por diferentes factores la tendencia de su consumo ha ido disminuyendo, siendo otro factor que se suma a las condiciones negativas que afectan a este mercado (Torres, 2017).

Este trabajo esta destinado a los nuevos emprendedores y ganaderos, en el que se busca presentar las diferentes interacciones que existen entre la producción, reproducción y el bienestar animal con factores externos propios del entorno y de manejo para analizar sus efectos y proponer alternativas de manejo que permitan mejorar la eficiencia de los establecimientos. Esto se realizará mediante un análisis no experimental de los diferentes factores y variables en la Hacienda El Prado, que cuenta con amplios registros y evaluaciones de su desempeño, productividad y climáticos de su estación meteorológica. No se observa la realización de estudios similares en la zona de la Hacienda El Prado.

Este estudio se concentra en el proyecto de ganadería y busca analizar sus condiciones actuales, los registros históricos de factores medioambientales, productivos y reproductivos, discernir los factores humanos que interactúan y determinar las diferentes condiciones que pueden incidir en la reproducción del hato lechero, mientras se discuten posibles alternativas que puedan ayudar a mitigar los efectos negativos y medidas que puedan potencializar los efectos positivos.

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto los factores externos medioambientales y de manejo que inciden sobre los parámetros productivos, reproductivos y de bienestar animal del hato lechero de la Hacienda El Prado.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Correlacionar los factores ambientales y de manejo determinados a los registros históricos productivos y reproductivos del hato lechero.
- Evaluar las medidas de confort animal brindadas al hato lechero.
- Estudiar los factores nutricionales que inciden sobre los parámetros productivos y reproductivos de la misma.
- Valorar los factores de manejo asociados al hato lechero.

- Transferir los resultados generados al menos a 2 nuevos emprendedores.

3. MARCO TEORICO.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO Y EL ENTORNO

La Hacienda El Prado es una propiedad publica perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE para su carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, que posee una totalidad de 609 hectáreas compuestas por tierras cultivables, bosques protectores, potreros y zonas de infraestructura académica y productiva, divididas en una zona alta y una zona baja (Del Pozo, 2012).

La ubicación ecológica de la Hacienda El Prado, empleando sus características medioambientales dentro del marco del sistema de las zonas de vida de Holdrige, se cataloga como Bosque Húmedo Montano Bajo (Andrade, 1999).

3.2. ORGANIZACION EN EL HATO LECHERO.

El hato lechero esta compuesto por animales producto de cruzamientos Holstein x Montbeliarde y se encuentra dividido en grupos de animales clasificados por su estado productivo, existiendo: 1- el “rejo” o vacas en ordeño, 2-el “seco” que son vacas que se encuentran en un periodo de no producción, 3-las terneras en cunas que son animales desde los 3 días de nacidos hasta los 6 meses y 4- las denominadas “vaconas fierro” que son aquellas de entre 6 meses y 36 meses. Existe un total de 190 animales y 700 litros/día, con 69 animales en ordeño, 73 animales secos y 48 vaconas.

La organización del hato lechero es de suma importancia, ya que permite a cada grupo recibir un tratamiento adecuado en base a su situación productiva o reproductiva y facilita su manejo. Se observa que la organización del hato ganadero de la Hacienda El Prado es correcta y a continuación se describe de forma detalla las particularidades de manejo que cada uno de los grupos presenta.

Las vacas en el grupo “rejo” son aquellas que se encuentran en algún punto de su lactancia generando leche. Algunos de estos animales se encuentran preñados mientras otros en recuperación del parto. Este grupo de animales es alimentado por pastoreo, con una rotación de potreros a una distancia de la sala de ordeño que varía desde los 50m hasta los 1600m en los potreros más lejanos.

Los animales que se encuentran fuera de lactancia pertenecen a un grupo denominado “vacas secas”, ya que estas no están produciendo leche. Además, en este grupo se encuentran las vaconas

preñadas confirmadas. La unión a este grupo se realiza con el fin de que reciban el mismo manejo que los animales secos y se acostumbren a su presencia. Este grupo pastorea en la parte alta en potreros de menor calidad. Una vez que existen uno o más animales próximos al parto (15 días), se colocan en el área de maternidad. Actualmente en este grupo hay 11 vacas fuera de lactancia, 1 en maternidad y 48 vaconas con preñez confirmada.

Los animales recién nacidos permanecen con sus madres por 3 días con el propósito de que ingieran el calostro proveído. Al cuarto día, las crías son separadas e ingresan al área de “cunas”. La separación de su cría y la madre se realiza principalmente por razones sanitarias en la calidad de leche, por permitir la reactivación del eje hipotalámico-hipofisiario-gonadal que regula la ciclicidad y por facilidad de manejo de ambos animales. Actualmente existen 24 crías vaconas. Estos animales se alimentan con leche proveniente del ordeño con raciones dependientes de su edad que van desde los 4 a 6 litros/día. 15 días después del nacimiento se inicia la alimentación con concentrado y se introduce forraje para dar inicio en su transición de “monogástrico” lactante a rumiante.

Este grupo está conformado por los animales desde los 6 meses de edad hasta su primer servicio, las mismas que se encuentran en pastoreo continuo. Los animales que alcancen el 80% de su peso vivo como adultas se inician en el primer servicio empleando un protocolo de inseminación a tiempo fijo en un lote de entre 6 y 12 animales. En la IATF de este grupo de animales se usa las pajuelas de mayor valor genético (y costo económico) ya que las tasas de preñez son altas (65%).

Este grupo de animales se crían en potrerillos que se encuentran alejados del área de ganadería. Una vez que se confirma la preñez de los animales a los 45 días por tacto rectal, se mueven al grupo de animales secos para que exista una aclimatación etológica paulatina.

3.3 FACTORES NUTRICIONALES EN EL HATO LECHERO

El manejo nutricional de forrajes y suplementos en la ganadería de leche representa entre el 60% y 70% de sus costos de producción. Esto demanda mucha atención sobre la eficiencia y la calidad de los insumos utilizados para expresar la capacidad reproductiva de los animales (Nuñez, 2017).

El manejo nutricional de todos los animales involucrados en el ciclo productivo de una explotación ganadera impactará directamente sobre su desempeño tanto productivo como reproductivo, por lo que la relación entre la nutrición y la reproducción es estrecha. En circunstancias de baja disponibilidad nutricional, se producen diferentes efectos en el cuerpo de los animales, siendo el primero la pérdida de capacidad reproductiva. Otros efectos son la pérdida de condición corporal, retraso de llegada a la pubertad en vaconas, alargamiento del intervalo post parto de vacas, reducción de actividad normal

cíclica de los ovarios por la reducción de la producción de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y reducción de la fertilidad (Bindari, 2013).

El manejo nutricional en terneras y vaconas es igualmente importante pues incidirá en su edad de llegada al primer servicio. En vacas que inician parto y producción láctea, se genera un balance energético negativo, que demanda de alta nutrición para manifestar sus capacidades productivas y recuperar su ciclicidad, facilitando el reacondicionamiento uterino y así reducir los días abiertos en la explotación (Vasquez, 2017).

A continuación, se describe de forma concisa cada uno de los aspectos nutricionales a tomarse en consideración.

3.3.1.1 ENERGIA Y LA FERTILIDAD

La energía es uno de los nutrientes de mayor importancia en el comportamiento reproductivo de los animales. El cuerpo de los animales da prioridad al uso de la energía en diferentes niveles empezando por el metabolismo basal, movimiento del animal, crecimiento, acumulación de reservas, mantenimiento de la preñez, lactancia y finalmente, los ciclos estrales y concepción. Dicho orden priorizado manifiesta que pequeñas reducciones en la energía de la dieta puede tener gran influencia sobre la reproducción de los animales (Short *et al.*, 1998).

La aplicación de dietas con energía altamente disponible durante el estado seco de la vaca preparto puede generar problemas de exceso de condición corporal para el parto, causando partos distócicos y reduciendo las próximas tasas de preñez, retenciones placentarias, mayor predisposición a infecciones uterinas y quistes ováricos, por lo que este componente debe ser bien calculado (Bindari, 2013).

3.3.1.2 PROTEINA Y LA FERTILIDAD

Los niveles de proteína en las dietas de los animales juegan papeles fundamentales en la fertilidad de vacas y vaconas. Periodos prolongados con una baja ingesta de proteína reduce la actividad reproductiva de los animales ocasionándoles un estado de anaestro y a su vez dietas con elevados contenidos de proteína inducen el mismo resultado en los animales. Esto se debe a que altos niveles circulantes de amoníaco en sangre alteran la maduración de los ovocitos (Blanchard *et al.*, 1990).

El efecto del exceso de proteína sobre la reproducción de las vacas y vaconas se traduce en 3 puntos principales. El alto nivel de urea circulante en sangre tiene un efecto tóxico sobre los espermatozoides,

ovocitos y el embrión en desarrollo. Segundo, debido al alto nivel de urea circulante, los niveles de progesterona y hormonas hipofisiarias se ven reducidas. Tercero, en vacas que inician su lactancia, el alto contenido de proteína en la dieta acentúa el balance energético negativo que existe, y por lo tanto demora el regreso de la ciclicidad (Pradhan *et al.*, 2003).

3.3.1.3 GRASA Y LA FERTILIDAD

La grasa tiene un papel energético en la dieta de los animales y usualmente no excede entre el 2% y 3%. Las grasas como el colesterol y los ácidos grasos son base para la formación de las hormonas (incluyendo las de la reproducción). El resto de sus efectos son comparables a los de alta energía disponible en la dieta (Hess *et al.*, 2008).

Los animales en lactancia presentan un alto grado de desplazamiento de grasa por lo que usualmente se suplementa de 7-8% de su dieta, especialmente en animales con dificultad para recuperar su ciclicidad. Los animales suplementados muestran folículos de mayor tamaño, mayores niveles de estrógenos, mayor tamaño del cuerpo luteo y una mejor fertilidad (Lammoglia *et al.*, 1997).

3.3.1.4 MINERALES Y LA FERTILIDAD

Los minerales que los bovinos emplean en su cuerpo están divididos en macrominerales (aquellos con mayor concentración a 100 ppm en el cuerpo) y microminerales (concentraciones menores a 100 ppm). Dentro de los macrominerales encontramos al calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, cloro y azufre, mientras que los microminerales de los cuales se conoce su requerimiento son hierro, cobre, manganeso, zinc, selenio, cobalto y yodo. (Gadberry, 2004).

El fósforo es un elemento que se destaca por ser básico para el metabolismo de los animales y sus actividades reproductivas. El calcio es de gran importancia para los animales en lactancia que generan leche y el desarrollo óseo y muscular de sus crías. El cloro y el sodio son elementos que participan en el pH del organismo y su retención de agua. El magnesio es básico para la formación de encimas, el sistema nervioso y la digestión. El potasio es básico para el mantenimiento del equilibrio osmótico. El azufre es básico para aminoácidos como la metionina y cistina que forman proteína (Puls, 2003).

Los microminerales como el selenio tienen un papel preponderante en la espermatogenesis y actividad precursora en su motilidad. En las hembras el deficit de selenio ocasiona continuas retenciones placentarias. El zinc es un microelemento esencial para más de 200 reacciones enzimáticas

que abarcan procesos metabólicos de carbohidratos, proteínas, y calidad seminal. El cobalto es un microelemento que participa directamente en el rumen para la formación de la vitamina B12 y la conversión del propionato en glucosa. El manganeso es un microelemento que se caracteriza por su capacidad activadora de enzimas en el metabolismo de las proteínas, carbohidratos y grasas. El cobre forma varias enzimas cuya función es eliminar radicales libres que incrementan el riesgo de los tejidos a las infecciones. El yodo es importante a nivel de la glándula tiroidea que sintetiza la tiroxina, hormona responsable del control del metabolismo del cuerpo. El hierro es fundamental para la formación de la hemoglobina. El cromo tiene su importancia en la potenciación de la insulina, resultando en el aumento de la absorción de glucosa y aminoácidos en las células (Gadberry, 2004).

El desbalance de tanto los macrominerales como los microminerales tienen un efecto directo e indirecto sobre la reproducción al verse afectadas diferentes funciones fisiológicas del animal que alteraran directamente los procesos reproductivos.

3.3.1.5 VITAMINAS Y LA FERTILIDAD

Las vitaminas son sustancias esenciales para la actividad metabólica de los animales, y por ende para su actividad reproductiva, existiendo 2 grandes grupos, las vitaminas hidrosolubles y las vitaminas liposolubles. Las vitaminas hidrosolubles conformadas principalmente por la C y el grupo de vitaminas B, son aquellas coenzimas o precursores de coenzimas participantes en varios procesos metabólicos. Las vitaminas liposolubles al contrario son aquellas que solo se pueden disolver, asimilar y almacenar en tejidos grasos, entre las cuales encontramos a las vitaminas A, D, E, K. Las vitaminas A y E son almacenadas principalmente por el organismo (Chazi, 2006).

La vitamina A es una lipoproteína almacenada en el hígado que regula el desarrollo, el crecimiento celular y su diferenciación, entre esas las gónadas y participa en el sistema inmunológico. Las vitaminas B son diferentes moléculas con diferentes funciones en el organismo de vital importancia basadas en el cobalto. La vitamina C es sintetizada por los bovinos (Lopez *et al.*, 2004).

La vitamina D participa en la absorción y metabolismo del calcio y fósforo por lo que es de alta importancia en la reproducción. La vitamina E se caracteriza por su actividad antioxidante y para mantener la integridad de la membrana fosfolipídica celular. La vitamina K es producida por las bacterias del rumen y genera protrombina que regula la coagulación de la sangre (Bailey, 2018).

3.4 FACTORES AMBIENTALES Y LA REPRODUCCION.

Los factores ambientales como la temperatura, la lluvia y luz solar inciden directamente sobre la performance de los animales para el desarrollo óptimo de sus funciones. La incidencia negativa de estos factores ambientales sobre los animales se define como estrés, lo que altera el estado normal de su funcionamiento, cambiándolo a un estado que busca reducir su incidencia (Lee, 1993).

Los bovinos son animales homeotermos que al aumentar o disminuir su temperatura corporal por efectos externos o sanitarios, alteran sus procesos fisiológicos, principalmente aquellos metabólicos al reducir la ingesta de materia seca y los reproductivos afectando la formación de folículos en el ovario y la calidad de los ovocitos (Wolfenson, 1995).

Altas temperaturas ambientales además alteran los perfiles hormonales reproductivos de los animales, incrementando la producción de progesterona que incide sobre los niveles de hormona luteinizante (LH) lo que previene la ovulación normal de un ciclo y además la intensidad de la expresión del celo se reduce como consecuencia. Existe también un efecto directo del estrés térmico sobre la concepción, ya que este genera muerte embrionaria temprana (Hansen *et al.*, 1992).

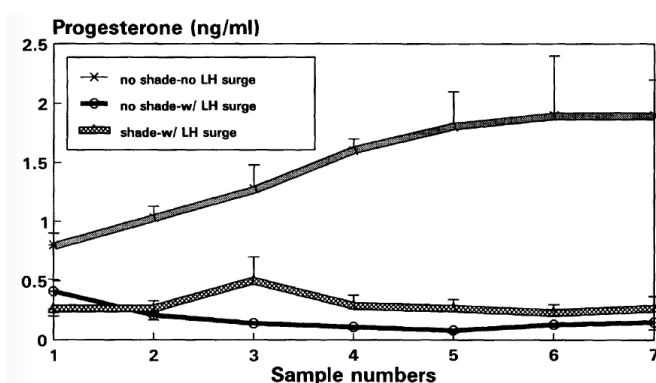


Figura 1: Concentración plasmática de progesterona en vacas expuestas a sombra contrastado a vacas expuestas a alta incidencia de luz solar (Vicent, 1999).

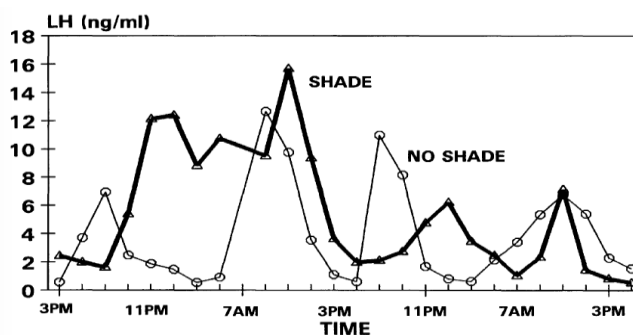


Figura 2: Concentración de hormona luteinizante (LH) en vacas expuestas a sombra y vacas expuestas a alta incidencia de luz solar (Vincent, 1999).

La tasa de concepción bajo estrés calórico también se reduce por los efectos de la temperatura, siendo un 23% mas bajo que las vacas control y nacimiento de fetos anormales un 5% mas alto, además de mayores tasas de ovocitos infertilizados o embriones muertos al inicio de la etapa de implantación uterina. El envejecimiento prematuro de los ovocitos también es una causa primordial en la reducción de la reproducción por el calor (Lee, 1993).

Las fuertes lluvias poseen un efecto indirecto al generar condiciones de frio, lodo, humedad en camas lo que genera problemas podales, sanitarios y destinan la energía de la dieta a aplacar dichos problemas, lo que limita la reproducción (Tucker *et al*, 2007).

La alta humedad en el grupo de vacas lactantes causa una predisposición a bacterias que causan infecciones uterinas postparto y mastitis, que causara contaminación en leche (Schreiner, 2003).

La luz solar también tiene un efecto marcado sobre los bovinos al regular los ciclos de descanso y la concentración de melanina (que modula la concentración de hormonas en el organismo) entre otras funciones. La mayor duración de los fotoperiodos y su intensidad causan en las vacas en lactancia mayor actividad, menor tiempo de descanso, eleva su apetito y presentan celos más marcados. Esto va acompañado de una mayor producción láctea a corto plazo (Phillips, 1998).

Ademas el grupo de vacas también reciben una fuerte influencia de la luz solar, así las vacas expuestas a fotoperiodos más largos muestran mayor crecimiento, alcanzan en menor tiempo la pubertad y mayor concentración de prolactina en sangre (Dorzh, 1985).

3.4.1. REGISTROS CLIMATICOS HISTORICOS.

En la Hacienda El Prado existe una estación meteorológica que año a año ha ido monitoreando la climatología del sector desde el año 1996 y registra automáticamente la temperatura mínima, promedio y máxima absoluta, precipitación, heliofania, velocidad del viento y humedad relativa. Para el presente estudio se empleará los datos de temperatura máxima, precipitación y heliofania de forma mensual, entre los años 1996 y 2018.

En la tabla 1 se presenta el registro de precipitaciones en milímetros de forma mensual, en la tabla 2 se presenta los datos de temperaturas máximas mensuales y en la tabla 3 la heliofanía horas mensuales.

Tabla 1: Promedio mensual de precipitación en (mm) de datos históricos de 23 años (1996-2018) en dos periodos en la Hacienda El Prado.

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1996-2007	123	148	199	201	159	82	29	31	80	121	172	148
2008-2018	127	204	167	201	156	57	40	38	38	150	125	156

Fuente: Estación agrometeorológica IASA 1-Hacienda El Prado.

Tabla 2: Datos históricos de temperatura máxima (C) de años 1996-2018 en la Hacienda El Prado.

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1996-2007	21.3	21.2	20.8	20.6	20.7	20.8	21.2	21	21.2	21.8	21	20.5
2008-2018	21.3	20.7	21.1	20.9	20.9	21.6	21.5	21.8	22.1	21.6	21.5	21.2

Fuente: Estación agrometeorológica IASA 1-Hacienda El Prado.

Tabla 3: Datos históricos de heliofania (horas) de 23 años (1996-2018) en la Hacienda El Prado.

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1996-2007	142	121.7	116.7	125.5	148.9	149.8	215.8	210.2	167	158.3	162.8	172.2
2008-2018	124.9	102.1	110.5	105.3	134.4	161.8	178.8	177.5	159	144.7	139.1	144.2

Fuente: Estación agrometeorológica IASA 1-Hacienda El Prado.

3.4.2. REGISTROS HISTORICOS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS.

En la Hacienda El Prado existen registros históricos de diferentes aspectos productivos y reproductivos mensuales en sus anuarios como los nacimientos, la mortalidad de animales, la venta de animales y descarte, la producción láctea y el inventario del ganado, los celos observados y consecuentes inseminaciones. Se utilizará las variables de nacimientos, producción láctea y celos presentados, pues la tendencia de estos valores refleja la productividad y reproducción de los animales en las diferentes épocas del año.

Estos registros existen desde el año 1996 hasta la actualidad, para lo que en el presente estudio se emplearan hasta el año 2018. En la tabla 4 se presenta el registro histórico de los nacimientos mensuales de los 23 años antes expuestos. En la tabla 5 se presenta los registros de producción de leche mensual y en la tabla 6 el registro histórico de los celos (inseminados) mensuales.

Tabla 4: Promedios históricos de nacimientos de 23 años (1996-2018) en la Hacienda El Prado.

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1996-2007	9.2	6.8	8	10.1	8.3	8	7	6.5	6.3	7	10.2	6.8
2008-2018	4.3	3.5	3.6	10.5	8.2	8.6	6.7	4.8	4.9	7.6	6.6	6.8

Fuente: Registro de Hacienda El Prado.

Tabla 5: Promedios históricos de producción láctea de 23 años (1996-2018) en la Hacienda El Prado.

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1996-2007	28692	27370	29532	28259	30872	30245	30786	28989	26313	27297	28665	28541
2008-2018	23982	22152	21911	21398	23109	23459	24295	22886	20941	21977	22837	23766

Fuente: Registro de Hacienda El Prado.

Tabla 6: Promedios históricos de celos inseminados e IATFs de 23 años en la Hacienda El Prado.

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1996-2007	20.8	20.7	18.2	21	22.2	25.2	25.2	23.2	21.6	24.4	22.6	23
2008-2018	19.2	15.4	22.7	14.4	21.1	18.8	22.3	14.3	20.8	17.7	17.5	21.4

Fuente: Registro de Hacienda El Prado.

3.5 FACTORES DE MANEJO, BIENESTAR Y LA REPRODUCCION.

El bienestar animal ha sido definido por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) como “el término amplio que describe la manera en que los individuos se enfrentan con el ambiente y que incluye su sanidad, sus percepciones, su estado anímico y otros efectos positivos o negativos que influyen sobre los mecanismos físicos y psíquicos del animal”.

Asegurar un buen nivel de bienestar de los animales en la producción lechera es de gran importancia por cuatro efectos fundamentales: 1- Asegura un alto y eficiente nivel de producción y reproducción, 2- reduce la incidencia de patologías, 3- satisface la demanda de productos lácteos provenientes de animales mantenidos con altos niveles de bienestar y 4- ayuda a asegurar producción local con menores costos de producción (Bach *et al.*, 2016).

El bienestar animal incide directamente sobre la reproducción de los animales, pues hormonas asociadas a la incomodidad, como el cortisol, influyen directamente sobre los niveles de hormonas de

la producción como la progesterona, FSH y LH. Esto se traduce en celos silentes, reducción de calidad de ovocitos y por ende menores tasas de preñez. Es imperante para el productor evaluar el bienestar de su hato mediante ciertos indicadores como limpieza de los animales, tos, descargas nasales, respiración agitada y buena locomoción (Vanhoudt, 2015).

El bienestar animal está afectado por el manejo diario de los animales lo que impactará su performance productiva y reproductiva, así golpes y gritos de igual forma alterará los perfiles hormonales de los animales afectando su capacidad reproductiva (Crowe *et al.*, 2018).

3.6 FACTORES GENÉTICOS Y LA REPRODUCCION.

La habilidad de las vacas lecheras para reproducirse es básica para la producción láctea. El desarrollo del mejoramiento genético ha observado un notable cambio en la tendencia reproductiva, ya que aquellos animales de alto valor genético con alta producción tienen una mayor dificultad para preñarse que aquellos animales que no han sufrido ningún proceso de selección, junto con el detrimento de su salud. Esto se debe en parte a que la selección animal fue enfocada únicamente desde la perspectiva productiva a costa de varias características reproductivas y morfológicas de los animales (Ahlman *et al.*, 2011).

Un efecto negativo de la selección genética es la limitada cantidad de toros de alta genética sin consanguinidad, lo que ha contribuido a la aparición de caracteres recesivos que ocasionan rasgos no deseables en los animales, bajada de su performance, reproducción y debilidad (VanRaden, 2011).

Los avances en la ingeniería genética han permitido desarrollar herramientas como los estudios de asociación genómica que permiten identificar genes o zonas de genes de interés en las cadenas de ADN animal para asistir su selección con marcadores moleculares. Esta estrategia contribuye a elevar los valores reproductivos de los animales a través de su selección al mismo tiempo que limita el desarrollo o predisposición a enfermedades genéticas (Höglund, 2013).

4. RESULTADOS

4.1 INTERACCION DE CLIMATOLOGIA Y VARIABLES PRODUCTIVAS.

Se realizó un análisis de los datos climatológicos junto con los parámetros productivos y reproductivos y un análisis estadístico empleando el Software Infostat de la Universidad Nacional de Córdoba para calcular la correlación de los datos de Pearson (R) y su significancia estadística a un

nivel de 0.05 (P). Este análisis se realizará dividiendo en dos el periodo histórico en 11 y 12 años para facilitar la dilucidación de efectos.

Se analizaron los 3 factores climatológicos con las 3 variables de forma individual y se presenta aquellas interacciones que demostraron estadísticamente una correlación y significancia.

4.1.1. PRECIPITACION Y CELOS PRESENTADOS.

El análisis de la precipitación y los celos presentados se realizó empleando los promedios mensuales del factor y la variable para los periodos de 12 años y 11 años. En la figura 3 se observa que existe una mediana alta correlación inversa entre las variables ($R=-0.66$) y un nivel de significación ($P<0.05$) por lo que se verifica la hipótesis de que meses con alta precipitación incide negativamente sobre la cantidad de celos presentados en la década de 1996 a 2007. Este efecto inversamente proporcional puede además deberse a que lluvias fuertes limitan la capacidad del personal de observar de forma precisa los celos. Al realizar el analisis en la década de 2008 a 2018 no se obtiene significancia ($P>0.05$) y ni correlación ($R=-0.20$) por lo que se concluye que la precipitación en dicha década dejo de tener efecto sobre los celos presentados. Al analizar a fondo los registros de celos presentados se observa que en el año 2010 se inicio el uso de protocolos de inseminacion a tiempo fijo, lo que indiscutiblemente elimina el efecto del clima sobre su presencia en los animales.

La alta influencia de las lluvias sobre la presentación de celos en establecimientos que no manejan protocolos de inseminación a tiempo fijo puede ser manejada al suministrar mayor contenido energético en las dietas de los animales para compensar el consumo energético de los animales para mantener su temperatura y además puede ser atenuado al emplear cubierta para los animales y así reducir su sensación de frio, mejorando su bienestar animal.

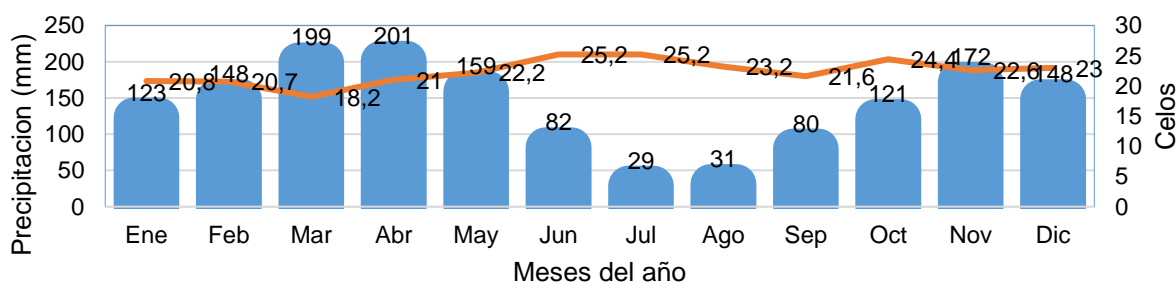


Figura 3: Contraste de precipitación (mm) y celos presentados para los años 1997-2007.

4.1.2. HELIOFANIA Y CELOS PRESENTADOS.

Para el análisis de la relación de la heliofania y los celos presentados se empleó los promedios mensuales de ambas variables en dos grupos de años 1996-2007 y 2008-2018.

En la figura 4 se observa que existe una estrecha correlación positiva ($R=0.69$) y ($P<0.05$) entre la heliofania y los celos presentados, demostrando que la heliofania aumenta la presencia de celos de forma significativa por sus efectos positivos sobre varios aspectos metabólicos del cuerpo animal así como la generación de vitamina D y serotonina.

La presencia de luz claramente mejora los parámetros reproductivos por lo que es recomendable considerar este factor en el diseño de infraestructura para animales, tomando en cuenta la incidencia de sol y la necesidad de sombra a su vez. Esto es muy importante en sistemas en los que se pretenda confinar los animales para su crianza y producción para de esta forma mejorar los parámetros reproductivos de los animales.

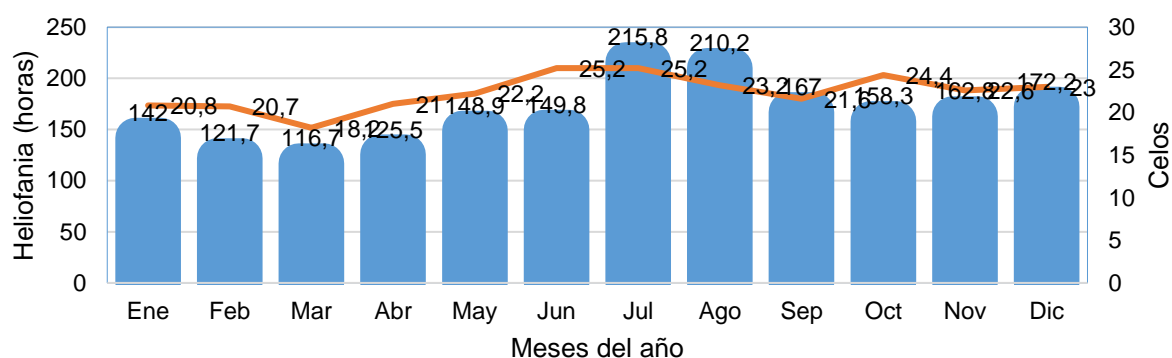


Figura 4: Contraste de heliofania (horas) y celos presentados para los años 1996-2007.

4.1.3 HELIOFANIA Y NACIMIENTOS.

El análisis de la heliofania y el número de nacimientos se presenta en la figura 5, en el cual se observa que existe una mediana alta correlación directa ($R=0.69$) entre ambas variables con significancia estadística ($P<0.05$) por lo que se concluye que en el periodo de años 1996-2007 existió efecto de la heliofania sobre la cantidad de nacimientos suscitados, probablemente por el efecto de la luz sobre la secreción de serotonina, entre otros aspectos fisiológicos. Esto puede deberse a un comportamiento natural de las hembras para seleccionar la mejor época del año para parir.

La concentración de partos en meses con mayor incidencia lumínica responde además también a la agrupación de celos generados por la heliofania. Además, otros efectos directos de la heliofania es la producción abundante de vitamina D que permite mejorar la absorción del calcio y fosforo, lo que

ha sido demostrado por una mejor resistencia al quiebre de los huesos de animales criados con abundante exposición a luz solar (Olson, 1983).

El efecto nutricional de la luz solar a pesar de ser indirecto mejora la crianza de los terneros, su ganancia de peso y por ende su llegada a la pubertad.

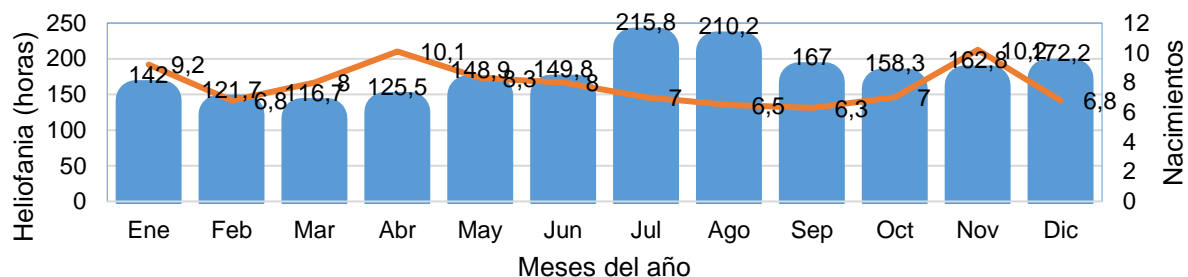


Figura 5: Contraste de heliofanía (horas) y nacimientos para los años 1996-2007.

El efecto positivo de la luz solar sobre los animales es evidente, por lo que es muy recomendable diseñar y mantener la infraestructura asociada a los animales bien iluminada, lo que notablemente mejorara su estado animico y su consumo de alimento.

4.2. ANALISIS DE MANEJO NUTRICIONAL Y SUS EFECTOS.

4.2.1. MANEJO NUTRICIONAL DE VACAS EN LACTANCIA.

Al realizar un análisis de la dieta de los animales en lactancia se observa que existe una ingesta energética de 14.78 Mcal por forraje, 1.50 Mcal por 600g de balanceado y 0.58Mcal por melaza, lo que genera un aporte energético diario de la dieta de 16.86 Mcal, lo que cubre únicamente el requerimiento de mantenimiento de los animales que es 16.30 Mcal, pero limita la producción láctea (que requiere 0.78Mcal/lit) y la reproducción (0.30Mcal/día), lo que se refleja en una producción individual promedio de entre 8 y 10 lts/día entre el primer y segundo tercio de lactancia, que esta por debajo del potencial genético de los animales que podría oscilar entre 25 y 30 lts al día.

Una alternativa para esta carencia de energía es incrementar la ración diaria de alimento balanceado por animal, de 600g a una base de 2kg y por producción aumentar 1kg por cada 4 lts de leche, siendo innecesario reformular la dieta, ya que esta contiene una buena densidad energética (2.50Mcal/kg)

La dieta forrajera se encuentra compuesta por Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Rye Grass (*Lolium perenne*), Trébol Blanco (*Trifolium repens*) y Rojo (*Trifolium pratense*) y su análisis bromatológico muestra un 15.54% de materia seca con un contenido de 16.83% de proteína, 21.4% de

fibra bruta y una digestibilidad del 57%, que aporta 1.14Mcal/kg de forraje seco. El alimento balanceado aporta con 2.87 Mcal/kg y un contenido de 12.25% de proteína (Granda *et al.*, 2015).

En cuanto a la proteína, la ingesta diaria es de 2120g al tener una concentración proteica de 16.83%. Además, se obtiene del concentrado 73.5g de proteína por su contenido de 12.25%. En total se observa un consumo diario de 2193.5g de proteína, que cubre los requerimientos de mantenimiento, producción, gestación y crecimiento. Debe tenerse especial cuidado con no exceder este nutriente para evitar sus efectos nocivos sobre la maduración de ovocitos y perfiles hormonales.

Los requerimientos de minerales en cuanto al Calcio (+60g/día), Fósforo (+18g/día), Magnesio (+39g/día), Azufre (+27g/día como sulfatos de otros minerales), Cloro (+54g/día), Sodio (+45g/día), Cobre (300mg), Manganeso (600mg), Zinc (1200mg), Yodo (45mg), Selenio (9mg) y Cobalto (30mg) están cubiertos por los aportes diarios de la sal mineralizada que se brinda a los animales.

Las vitaminas del complejo ADE se aplican cada 45 días de forma intramuscular con una dosis de 3'000.000 UI de vitamina A, 375.000 UI de vitamina D y 250mg de vitamina E para 500kg.

4.2.2. MANEJO NUTRICIONAL DE VACAS SECAS.

Al realizar el análisis nutricional de las vacas secas se observa que la energía que consumen diariamente es de 14.78 Mcal, lo que cumple los requerimientos al inicio de la gestación, pero no en el ultimo tercio donde el requerimiento es 22.67Mcal/día. Esto genera condiciones de terneros de menor peso al nacimiento (3.3kg por debajo de la media para el cruzamiento), difícil recuperación del balance energético negativo postparto y alargamiento del intervalo entre partos, que para la Hacienda El Prado es un promedio de 150. El requerimiento de proteína tampoco es cumplido al recibir un 2% menos de lo demandado para el estado de los animales.

Estos animales no reciben alimento balanceado y su dieta esta compuesta únicamente por una mezcla forrajera antes descrita, cuyo analisis bromatológico muestra un 15.54% de materia seca con un contenido de 16.83% de proteína, 21.4% de fibra bruta, 1.14Mcal/kgMS y 57% de digestibilidad.

La alternativa a este escenario de igual forma es proveer a los animales secos una ración balanceada junto con minerales de forma diaria que permitan cubrir sus carencias nutricionales mitigando sus consecuencias. Se recomienda que exista una ración formulada especialmente para estos animales (con menor densidad calórica que la destinada para los animales en lactancia) con 2 Mcal/kg para cubrir los requerimientos de mantenimiento y gestación empleando de 1 a 2 kg de alimento en el segundo y tercer tercio de gestación y no engrasar a los animales lo que puede causar partos distócicos.

4.2.3. MANEJO NUTRICIONAL DE TERNERAS.

Las terneras y vaconas menores a 6 meses son mantenidas en las instalaciones adjuntas al establo. Los animales entre 3 días de nacidos y 4 meses reciben una dieta progresiva de 4 hasta 6 litros de leche al día. Las terneras entre 15 días de nacidas y vaconas de hasta 6 meses reciben balanceado 2 veces al día.

Las terneras y vaconas reciben en promedio 2kg diarios de balanceado sin considerar su peso, junto con 4 kg de heno del forraje producido en la Hacienda. El balanceado contribuye con 6.14 Mcal/día y 20% de proteína (400g/día), que junto con el valor nutricional del heno (1.14 Mcal/kg y 16.83% de proteína), satisfacen los requerimientos de este grupo de animales (9.73Mcal/día y 17% proteína de la ración). Los requerimientos minerales de elementos básicos como 12g de Ca, 48g de P y 32g de Mg también se ven cubiertos en su totalidad por el aporte de sal mineral (100g/kg de balanceado) que reciben de forma diaria los animales.

Debido a que los requerimientos de este grupo de animales son cubiertos en su totalidad no se hace ninguna observación al respecto.

4.2.4. MANEJO NUTRICIONAL DE VACONAS “FIERRO”.

Las vaconas mayores a 6 meses de edad son ubicadas en una zona alejada del establo para ser criadas en pastoreo en el exterior. Estos animales permanecen en este grupo hasta que reciben el primer servicio alrededor de los 3 años. Estos animales no reciben de forma diaria ningún aporte de balanceado.

La composición bromatológica de las pasturas es la misma que se ha analizado. Con animales en promedio de 300kg, el aporte diario por el consumo del forraje es de 10.26Mcal al día y 16.83% de proteína, lo que cubre el requerimiento de proteína (14% de la dieta). Sin embargo, el requerimiento energético no es cubierto (13.12 Mcal/día) por el consumo únicamente de pasto lo que causa un retardo en la ganancia de peso y la llegada a la pubertad. Los requerimientos de minerales no se cubren, alterando los procesos metabólicos, de crecimiento y reproductivos. Esta se considera es la principal causa de porque las vaconas necesitan 36 meses de edad para recibir su primer servicio.

Para esta situación de déficit energético se recomienda emplear alimento concentrado formulado especialmente para este grupo de animales, con un bajo nivel de proteína ya que este nutriente es cubierto en su totalidad por la dieta forrajera, pero con alto nivel de energía (3Mcal/kg) para ser proporcionado en base al peso de los animales desde 1 a 2 kg por animal/día. Esta estrategia acortara

la edad de los animales al primer servicio y facilitara la expresión de sus genes de interés para tener una mejor performance productiva y reproductiva.

4.3. ANALISIS DE MANEJO Y BIENESTAR DE ANIMALES Y SU EFECTO.

Los animales del hato lechero se encuentran divididos en diferentes grupos, siendo el grupo en producción el que requiere mayormente personal, pero presenta inconsistencias en el trato y bienestar que recibe. Esto se debe a la rotación de personal externo al proyecto, que no adquiere responsabilidad sobre su actuar y que no brinda el confort y trato adecuado a los animales. Esto incidirá sobre la producción y reproducción de los animales al ocasionar descargas de adrenalina previo al ordeño que bloquea el efecto de la oxitocina producida por el animal reduciendo su capacidad de eyección láctea.

El maltrato de los animales es un problema que debe ser tratado, cuestionado y socializado con todos los trabajos asociados al proyecto ganadero, pues no solo causa detrimento de bienestar animal, sino también pérdidas económicas incuantificables. Este es un problema muy común en la serranía ecuatoriana, pero puede ser tratado al imponer un sistema de sanciones y bonificaciones controlado por los técnicos a cargo de la actividad, que castiga o recompensa las actitudes de los vaqueros. Además, la eliminación del personal que no acate las disposiciones es otra alternativa.

Al presenciar la actividad de ordeño fácilmente se puede dilucidar que no existe el cumplimiento en el suministro de balanceado diario a los animales por parte de los trabajadores, siendo menor a un tercio de lo planteado por los técnicos, lo que tiene una fuerte incidencia sobre la producción y reproducción que se reducen por un balance energético negativo como se demostró en el análisis nutricional del reño.

El manejo de las raciones balanceadas, especialmente en animales con carencias energéticas, debe ser muy controlado y preciso, por lo que es de igual forma necesario un incremento del control de esta actividad por parte de los técnicos. Una alternativa a dicho problema es emplear un sistema de cintas de colores por animales que identifique el tercio de lactancia en la que se encuentren y facilite una identificación individual para que reciban la ración ideal para cubrir sus requerimientos.

El manejo de los animales en otros aspectos rutinarios por parte de los técnicos a cargo en la Hacienda son los esperados, cumpliendo a cabalidad el manejo sanitario. La tasa de concepción histórica del proyecto analizando los celos inseminados (5711) vs partos (1980) en 23 años señala un 34.5% de preñez. Esto puede deberse a diferentes factores como celos falsos, reabsorciones o momificaciones debido a factores nutricionales, especialmente la carencia de energía que existe en los animales. Este es un parámetro que se espera vaya mejorando con el tiempo al implementarse una mayor atención en el déficit energético que los animales tienen.

4.4. ANALISIS DE MANEJO GENETICO Y SUS EFECTOS.

La fuente inicial de ganado de la Hacienda El Prado fueron animales de raza Holstein que se empleaban por su alto potencial productivo. Dicha raza sacrifica otras características como resistencia y elementos de su propia salud para producir mayor cantidad de leche y presentaba varios problemas sanitarios frecuentes, problemas podales, debilidad en general, problemas de mal de altura, entre otros.

En el año 2010 se inicio un programa de cruzamiento con la raza Montbeliarde que no ha sido muy utilizada en el país. Esta raza presenta una composición más robusta con patas y pecho mas grandes, mayor resistencia a la intemperie y proveyendo de vigor híbrido a las primeras cruza, con facilidad reproductiva, resistencia a mastitis, larga vida útil, facilidad de parto y adaptabilidad a diversos ambientes. Sin embargo, es recomendable que se adopte un sistema de cruzamiento triple incorporando una tercera raza y que no haya una absorción de la raza Holstein por la raza Montbeliarde, y que se promueva el vigor hibrido en todas las generaciones.

Empleando el estudio elaborado por Luis Revelo titulado “Evaluación de parámetros productivos y reproductivos la crusa bovina Montbeliarde x Holstein en la Hacienda El Prado, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha” se realiza un análisis de los resultados obtenidos por el cruzamiento de Holstein x Montbeliarde. Se emplearon 277 registros de lactancias correspondientes a 146 animales de condiciones genéticas F0, F1, F2 y F3 entre los años 2013 y 2017.

Observando los resultados del estudio, se aprecia que en cuanto a la producción láctea la raza Holstein en la primera lactancia genera un mayor volumen de leche, pero los cruzamientos superan en su produccion a partir de la segunda lactancia en adelante. Los cruzamientos además son mas precoces para ser preñadas que los animales Holstein originales.

El intervalo entre partos en las cruza es mayor que el intervalo entre partos de las vacas Holstein, lo que puede deberse mas a un factor de manejo que genético, sin embargo, en el cruzamiento F2 se observa un gran acortamiento entre partos.

En el análisis de días abiertos se puede observar que los cruzamientos con Montbeliarde tienen menor número de días abiertos a partir de la segunda lactancia.

En los servicios por concepción que reciben las vacas en 3 lactancias en donde los cruzamientos Montbeliarde tienen facilidad reproductiva al tener que recibir menor cantidad de servicios para la concepción de terneros. Este efecto se mantiene a lo largo de las 3 lactancias evaluadas por el autor.

Todos estos indicadores reproductivos señalan que el realizar cruzamientos Holstein x Montbeliarde en la zona donde se encuentra la Hacienda El Prado ha traído consigo excelentes resultados, que podrían mantenerse a lo largo del tiempo al realizar cruzamientos rotativos triples combinando una raza mas.

5. DISCUSION

Al realizar el análisis de interacción de los factores climáticos (precipitación, temperatura máxima absoluta y heliofania) con eventos reproductivos como celos inseminados y nacimientos se determinó que la precipitación juega un papel inversamente proporcional con los celos debido en parte a un mayor requerimiento energético de los animales para mantener su temperatura en ambientes fríos de invierno con mucha lluvia y por la dificultad de percibir celos por parte de los vaqueros con excesiva lluvia (Arias *et al.*, 2008). Esta situación podría mitigarse al proveer cubierta a los animales y aumentando la concentración energética de su dieta.

La heliofanía tiene un efecto directamente proporcional a los celos presentados y a los nacimientos por la mayor liberación de serotonina por el estímulo visual de la luz solar, lo que mejora el estado de animo, el comportamiento social, el apetito, la digestión y la función sexual (McIntosh, 2018).

La temperatura en el sitio no es significativa en ningún periodo de años con relación a las variables de reproducción, ya que bordea los 14°C todo el año.

No se observa correlación y efecto significativo del resto de los factores ambientales sobre los celos inseminados y nacimientos a partir del año 2008. Este efecto puede deberse a que según los registros históricos a partir del año 2010 se emplearon tecnologías de inseminación a tiempo fijo, eliminando el rol estacional en el desarrollo de celos y por tanto nacimientos (Scramuzza *et al.*, 2008).

Al analizar los datos reproductivos se observa que existe un alto número de vacas inseminadas, pero bajo número de nacimientos con un promedio de tasa de concepción de 34% para todos los años. Esto puede deberse a un cúmulo de factores como la carencia de energía en la dieta, mal manejo por parte de los operarios e identificación errónea de celos (Cavestany, 1993).

En la producción láctea no se observa ninguna correlación con los factores ambientales, lo que se debe en gran medida a que la oferta forrajera de la Hacienda El Prado es continua durante todo el año. La producción individual de los animales esta fuertemente afectada por el bajo contenido energético de sus dietas ya que poseen una incapacidad volumétrica de ingerir más forraje de baja densidad energética, requiriendo la provisión de alimento concentrado que aumente dicho nutriente en la dieta de forma específica para cada uno de los animales según el tercio de lactancia donde se encuentren, como lo explica Mendoza (2006) y Ricalde (2006).

Las vacas “fierro” y las vacas que se encuentran en periodo seco presentan deficits de energía y minerales. Con suplementación extra se podría reducir la edad de llegada al primer servicio y una gestación adecuada en las vacas secas. Los efectos negativos de esta situación son evidentes pero la

dificultad burocrática complica que se pueda cambiar dicha realidad. En el grupo de animales en lactancia la energía es el único nutriente cuyo requerimiento no se satisface (Mendoza, 2006).

En el aspecto genético a través de los datos del autor Luis Revelo (2018) se concluye que el manejo genético y cruzamientos en la Hacienda El Prado ha proporcionado mejorías reproductivas y sanitarias al brindar vigor híbrido y mejor desempeño físico en concordancia con lo indicado por Heinz *et al.*, (2017). Las vacas de raza Holstein producen mayor cantidad de leche solo en primera lactancia congruente con los estudios de Piccand (2014). Las consecutivas generaciones inseminadas únicamente con Montbeliarde van a tender a la homocigosis generando predisposición a enfermedades, por lo que se recomienda realizar cruzamientos triples y mantener el vigor híbrido en el hato.

6. RECOMENDACIONES

Al haber observado de cerca todos los aspectos analizados en la presente investigación, se recomienda tanto a los nuevos ganaderos como a los ganaderos de larga trayectoria realizar una reevaluación de sus proyectos con el fin de determinar campos de mejora que puedan aprovecharse para elevar la eficacia en general, que se discuten a continuación.

El primer campo que debe evaluarse es el manejo nutricional de los animales, ya que este incidirá directamente sobre todos los parámetros productivos y reproductivos, e incluso acervará la incidencia de otros factores externos sobre los animales. La energía de la dieta es usualmente olvidada por la mayoría de los productores, pero es sencillo y económico de solucionar, y así cumplir con los requerimientos de sus animales. En la región sierra del Ecuador, la energía es usualmente el factor nutricional con carencia, mientras que en la región costa es la proteína, siendo ambos muy importantes.

En el caso específico de la Hacienda El Prado la carencia energética que sus animales sufren es debida al personal de establo encargado de alimentar a los animales, ya que estos no entregan la ración recomendada por los técnicos sino únicamente un tercio de esta, aparentemente por facilidad y comodidad, por lo que se recomienda sea monitoreado de forma cercana por los técnicos y se corrija lo antes posible.

Los factores medioambientales en la actualidad no ejercen un efecto directo sobre los parámetros productivos y reproductivos debido a la oferta forrajera estable que existe, la temperatura estable y el empleo de tecnologías reproductivas, que elimina la estacionalidad de los partos, pero a su vez otorga mayor responsabilidad a los técnicos la agrupación de partos en las épocas con mayor oferta forrajera.

Se recomienda que la heliofanía sea un factor para considerarse en la construcción de nuevas infraestructuras para el confinado de los animales, pues tiene un efecto nutricional directo sobre la absorción de calcio y fósforo, y además sobre los perfiles hormonales de los animales, por lo que este

factor mejorara el consumo y estado animico de los animales y su performance productiva y reproductiva. Para el caso de la Hacienda El Prado se recomienda la consideración de dicho factor en la crianza de terneras, que no reciben sol hasta los 4 meses de edad.

Se recomienda además que los meses de alta pluviosidad sean manejados con raciones energéticas elevadas pues en la serranía ecuatoriana las temperaturas bajas obligan a los animales a emplear mas energía para mantener su condición homeoterma, lo que se exacerba con la carencia energética, por lo que es importante corregir las dietas para dichos meses y proveer de cobertura a los animales.

En la Hacienda El Prado se ha realizado cruzamientos absorbentes de la raza Montbeliarde hacia la raza original Holstein. Si bien esto ha generado resultados positivos, se recomienda emplear un esquema de cruzamientos rotativos triples para generar crías con alto vigor híbrido en todas las generaciones y así evitar la manifestación de genes indeseados. Una raza frecuentemente utilizada por su rusticidad y producción de leche con mayor contenido de sólidos es el rojo sueco, que notablemente mejorara la calidad de leche generada y la rusticidad de los animales.

Se recomienda además brindar mayores capacitaciones a todos los operarios del proyecto de ganadería de la Hacienda El Prado e intentar eliminar la rotación de otros operarios ajenos al proyecto. Además, se recomienda incluir un esquema de bonificaciones y sanciones económicas para los operarios que maltraten a los animales. Este problema para los emprendedores es común, pero debe ser resuelto de preferencia lo antes posible antes de que sea una costumbre.

7. CONCLUSIONES

Los factores medioambientales preponderantes que inciden de forma negativa sobre la producción, reproducción y bienestar de los animales en la Hacienda El Prado son: la precipitación excesiva, los factores nutricionales, las vías de acceso y los factores de manejo del personal rotativo del proyecto. El mal manejo de estos factores altera el bienestar animal en cualquier producción por lo que es de especial importancia continuar desarrollando estrategias de mitigación junto con las sugerencias que se han señalado en el análisis de cada uno de ellos.

Sobre las variables reproductivas la precipitación tiene un efecto negativo, reduciendo la presencia de celos cuando existe excesiva lluvia en ciertos meses del año debiéndose principalmente a la acentuación de la carencia energética que presentan los animales en su dieta y la dificultad para identificar los celos por parte de los vaqueros.

La heliofanía posee un efecto positivo sobre los nacimientos y celos. Ambas correlaciones fueron altas para el periodo de años 1996-2007, sin embargo, para el periodo 2008-2018 no se observó su efecto debido a que a partir del año 2010 se han venido empleando protocolos de inseminación a

tiempo fijo que elimina la estacionalidad de ambas variables. Esto evidencia que la buena iluminación en la infraestructura de uso diario por parte de los animales tiene un impacto positivo para su bienestar.

En cuanto a la temperatura máxima absoluta no existió ninguna correlación con las variables reproductivas en cuestión, por la temperatura estable que existe a lo largo del año.

Sobre la producción ninguno de los factores ambientales analizados posee un efecto significativo, ya que los animales reciben suficiente pastoreo durante todo el año. El principal factor nutricional que limita la producción y reproducción de las vacas en lactancia es la energía ya que su dieta forrajera tiene baja densidad calórica. Se recomienda una cantidad de concentrado en función de los requerimientos por vaca según su producción e identificarlos de forma sencilla para facilitar su manejo.

En las vaconas mayores a 6 meses, gestantes y vacas secas se observa una alta carencia de energía y minerales por lo que la suplementación de balanceado y sal mineralizada de forma constante es aconsejable para mejorar parámetros como la edad de llegada al primer servicio de las vaconas o el tamaño de terneros al nacimiento y nivel de producción de primer tercio de lactancia.

El principal factor que incide sobre el bienestar animal es el trato que reciben los animales por parte de los operarios rotativos del proyecto de ganadería, generando estrés en los animales en la rutina de ordeño e impactando negativamente su producción, por lo que es de gran importancia para los emprendedores asegurarse de elegir de forma correcta los operarios que van a estar en contacto directo con los animales y quienes van a ser responsables de su manejo.

Los factores genéticos en el cruzamiento Holstein x Montbeliarde tienen un efecto positivo sobre la reproducción del hato y su sanidad, pero negativo sobre la producción de leche. Esto se debe a que la raza Montbeliarde tiene una mayor aptitud para el medio donde se encuentra la hacienda, pero reduce la producción de leche conforme se diluye la raza Holstein por un cruzamiento absorbente. La expresión genética de los animales es altamente dependiente de su correcta nutrición, por lo que es imperante cumplir con los requerimientos nutricionales y facilitar la expresión de los genes de interés.

El presente estudio fue transferido al productor Bolívar Roldán que desea emprender en un programa de cabras de leche en la región andina de la provincia de Tungurahua. También se transfirió este estudio al productor William Celi quien ha iniciado el emprendimiento de ganadería de leche en la zona subtropical de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas sin conocimiento previo de la actividad y quien ha comentado que el presente estudio aclaró algunas dudas de cómo se relacionan los factores externos con la producción.

7. BIBLIOGRAFÍA

Ahlman T., Berglund B., Rydhmer R., Strandberg E. 2011. Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *Journal of Dairy Science*. 94:1568–1575.

Andrade S. 1999. Estudio detallado de suelos y levantamiento Agroecológico con fines de riego de la parte baja de la Hacienda “El Prado” – IASA. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador. 25pp.

Arias R., Mader T., Escobar P. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos médicos de medicina*. 40:7-22

Bach A., Juaristi J. 2016. Instalaciones y Bienestar Animal. Un método para la autoevaluación. IRTA-Unitat de remugants. Cataluña, España. Publicado en internet, disponible en http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/10/cys_10_Instalaciones_Bienestar_Animal.pdf

Blanchard T., Ferguson J., Love L., Takeda T., Henderson B., Hasler J., Chalupa W. 1990. Effect of dietary crude-protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. *American journal of veterinary research*. 51:905-908

Bindari Y., Shrestha S., Shrestha N., Waire T. 2013. Effects of nutrition on reproduction. Himalayan College of Agricultural Sciences and Technology (HICAST), Gatthaghar-15, Bhaktapur, Nepal. 421-429

Bó G. 2016. Sincronización de celos e inseminación artificial. Instituto de Reproducción Animal del Córdoba. Córdoba, Argentina. 10-12pp

Cavestany, D. 1993. Eficiencia reproductiva en vacas de lecheras. INIA. Montevideo, Uruguay.

Chazi C. 2006. Las vitaminas. *Revista ciencias de la vida*. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. 4:51-54

Crowe M., Hostens M., Opsomer G. 2018. Reproductive management of dairy cows - the future. *Irish Veterinary Journal*. 71:1

Del Pozo G. 2012. Apuntes de Suelos y Conservación de Suelos. 1era Edición. IASA-ESPE, Sangolquí, Ecuador. 13pp.

Dikmen S., Hansen P. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment?. *Journal of Dairy Science*. 92:109-112.

Dorz B. 1985. Effect of artificial radiation and lighting on the reactivity of calves. Moscow Veterinary Academy. Moscow, Russia. 8pp

Escobosa A. 2001. Producción de leche y requerimientos nutricionales de ganado bovino. Universidad Nacional Autónoma de México, México DF, México. 7-30pp.

Flaba N. 2014. Design of Dairy cow and replacement heifers housing. International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering. Namur, Belgium. 14pp.

Gadberry S. 2004. Mineral and vitamin supplementation of beef cows in Arkansas. Univ. of Arkansas Extension. Arkansas, USA.

Granda L., Rhea A. 2015. Diseño e implementación del sistema de pastoreo racional Voisin en la ganadería lechera de la Hacienda El Prado. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Sangolqui, Ecuador. 21pp.

Grant R. 2012. Economic benefits of improved cow comfort. William H. Miner Agricultural Research Institute. NY, US. Publicado en internet, disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/7946/ace13ee67c6b06b963576a922fd47d2eb61f.pdf>

Hansen P., Thatcher W., Ealy A. 1992. Methods for reducing effects of heat stress on pregnancy. Large Dairy Herd Management. American Dairy Association. 2:609.

Heinz B., Hazel A., Hansen L. 2017. Fertilidad, supervivencia y conformación de cruce de vacas Holstein x Montbeliarde, Holstein X Viking Red y Holstein puras durante la primera lactancia en 8 rebaños lecheros. Journal of Dairy Science. 100(11):1-12

Hess B., Moss G., Rule D. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. Journal of Animal Science. 86:188-204.

Höglund J. 2013. Gene Mapping of Reproduction Traits in Dairy Cattle. Faculty of Science and Technology. Center for Quantitative Genetics and Genomics, Aarhus, Denmark. 24pp

Lagger J. 2006. Animal Welfare Strategies to prevent lameness. Scottish Agriculture College-Bush State. Edinburgh, Great Britain. 5pp

Lammoglia M., Willard S., Hallford D., Randel R. 1997. Effects of dietary fat on follicular development and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol-17 β , 13, 14-dihydro-15-keto-prostaglandin F $_{2a}$, and growth hormone in estrous cyclic Brahman cows. Journal of Animal Science. 75:1591–1600.

Lee, C. 1993. Environmental stress effects on bovine reproduction. Department of Animal Sciences, University of Hawaii, Honolulu, USA. 263pp.

Lopez H., Kanitz F., Moreira V., Satter L., Wiltbank M. 2004. Reproductive performance of dairy cows fed two concentrations of phosphorus. Journal of Dairy Science. 87:146-157.

Martinez G. 2016. Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción. Argentina. Publicado en internet, disponible en http://ria.inta.gov.ar/sites/default/files/revisiones/martinez1-castellano-2_0.pdf

McIntosh J. 2018. Qué es la serotonina y su función. Medical News Today. Disponible en <https://www.medicalnewstoday.com/articles/291259.php>

Mendoza G. 2006. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Universidad Autónoma de Xochimilco. Mexico DF, Mexico. 45pp

Nuñez O. 2017. Utilización de alimentos no tradicionales y subproductos agrícolas en la nutrición animal. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 33pp.

Nyman A., Emanuelson U., Gustafsson A., Persson D., Waller K. 2009. Management practices associated with udder health of first-parity dairy cows in early lactation. Preventive veterinary medicine. 88:138–49.

Olson, L. 1983. Effect of sunlight in the growth, production and reproduction of dairy cattle. South Dakota Experimental Station, South Dakota, USA. 8pp.

Phillips C., Lomas C., Arab T. 1998. Differential response of dairy cows to supplementary light during increasing or decreasing daylength. Animal Science. 66: 55-63.

Piccand V. 2014. Producción y reproducción de cruces Flehwick Suizo y Holstein en un sistema de pastoreo rotacional. Diario de ciencia lechera. 14pp

Puls R. 2003. Mineral levels in Animal Health and Diagnostic Data. Sherpa International. Ontario, Canada. 9pp.

Pradhan R., Nakaghosi N. 2003. Reproductive Disorder in Cattle due to Nutritional Status. Journal of International Development and Cooperation. 14:45-66

Revelo L. 2018. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de la cruce bovina Montbeliarde con Holstein en la Hacienda El Prado, ESPE. Sangolquí, Ecuador. 20pp

Rutter B. 2009. Principales patologías podales de naturaleza infecciosa en el bovino. Revista veterinaria Argentina. 26:257.

Scramuzza R., Matin G. 2008. The importance of interactions among nutrition, seasonality and socio sexual factors in development of hormone free methods for controlling fertility. L'Institut National de la Reproduction. Nouzilly, France. 11pp.

Schreiner D., Ruegg P. 2003. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. Journal of Dairy Science. 86:3460–3465.

Short R., Adams D. 1988. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. Canadian Journal of Animal Science. 68:29-39

Tadich N., Hettich E., Van Schaik G. 2005. Prevalencia de cojera en vacas de 50 rebaños lecheros del sur de Chile. Archivos de Medicina Veterinaria. 37:29–36

Torres S. 2017. Cifras oficiales de producción. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Quito, Ecuador.

Tucker C., Rogers A., Verkerk G., Kendall P., Webster J., Matthews L. 2007. Effects of shelter and body condition on the behaviours and physiology of dairy cattle in winter. *Applied Animal Behavior Science*. 105:1-13.

Vanhoudt A. 2015. Monitoring cow confort and rumen health indices in a cubicle-housed herd with an automatic milking system: a repeated measures approach. *Irish Veterinary Journal* 68:12

VanRaden P., Olson K., Null D., Hutchison J. 2011. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes. *Journal of Dairy Science*. 94: 6153-6161.

Vasquez Y. 2017. Evaluación de los diferentes factores que afectan la reproducción bovina on relación a bienestar animal. IRAC, Universidad Nacional de Cordoba, Cordoba, Argentina. 6pp.

Vincent D. 1999. Endocrine profiles of lactating cows under shade and no shade environments in the subtropics. *HITAHR Res Series*. 70:13.

Wolfeson D. 1995. Effects of heat stress over follicular development during the estrus cicle in lactating dairy cattle. *Biology Reproduction*. 52:1106