



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**MAESTRIA EN REPRODUCCION ANIMAL**

**Tema:**

**“Efecto de la raza de toro y factores ambientales sobre el porcentaje de gestación en la provincia de Cañar”**

**Tesis previa a la obtención del título de Magister en reproducción animal.**

**AUTOR: Dr. Cristhian Eugenio Alvarez Cevallos.**

**CI. 0301442299**

**DIRECTOR: Dr. Carlos Ulises Iñiguez Gutiérrez. MSc.**

**CI. 0301856928**

**CUENCA, ECUADOR**

**2017**

## Resumen

En el presente trabajo el objetivo fue evaluar el efecto de la raza de toro utilizado y los factores ambientales sobre el porcentaje de gestación (PG) en vacas lecheras de la provincia del Cañar. Para lo cual se analizaron 2316 registros de inseminaciones artificiales del proyecto de mejoramiento genético incorporado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Cañar durante el periodo comprendido entre Junio del 2013 y diciembre del 2015. Se analizaron los efectos de las variables siguientes sobre el porcentaje de gestación: raza (R), parroquia (P), técnico inseminador (TI), zona (Z), celo (C), año (A), época (E) y las interacciones (Z\*E; R\*E; A\*E y C\*E). El análisis estadístico se realizó por el método Chi-cuadrado para determinar el grado de independencia entre los niveles de cada variable. El PG global fue de 60,7%. Se encontraron efectos significativos sobre el porcentaje de gestación en las variables: zona (P= 0,0001), celo (P=0,01), época (P=0,003) y en todas las interacciones. Por el contrario, el año y raza, no tuvieron efectos significativos ( $p>0,05$ ). Para el caso de la parroquia, técnico inseminador, no se realizaron probabilidades ya que no se disponía de datos suficientes que permitan diferenciar estadísticamente estos valores. Los resultados obtenidos indican que al menos tres de los factores que tuvieron efecto sobre la gestación están bajo el control del técnico inseminador y sugieren la necesidad de una revisión periódica de las prácticas de inseminación artificial, cuando se requiere incrementar el porcentaje de gestación.

Palabras claves: inseminación artificial, porcentaje de gestación.



## Abstract

In the present work the objective was to evaluate the effect of the bull breed used and environmental factors on the percentage of gestation (PG) in dairy cows in the Cañar province. For that, 2316 records of artificial inseminations of the breeding project incorporated by the Ministry of Agriculture and Livestock of Cañar during the period between June 2013 and December 2015 were analyzed. The effects of the following variables on the percentage of gestation: race (R), parish (P), technical inseminator (TI), zone (Z), zeal (C), year (A), time (E) and interactions (Z \* E; R \* E; A \* E and C \* E). Statistical analysis was performed using the Chi-square method to determine the degree of independence between the levels of each variable. The overall PG was 60.7%. Significant effects were found on the percentage of gestation in the variables: zone (P = 0.0001), estrus (P = 0.01), time (P = 0.003) and in all interactions. On the contrary, year and race had no significant effects ( $p > 0.05$ ). In the case of the parish, inseminator technician, no probabilities were made since there was not sufficient data available that allow to statistically differentiate these values. The results indicate that at least three of the factors that had an effect on gestation are under the control of the inseminator and suggest the need for a periodic review of the artificial insemination practices, when it is necessary to increase the gestation rate.

Key words: artificial insemination, percentage of gestation.



## INDICE

Resumen .....	1
Abstract.....	2
INDICE.....	3
Lista de tablas .....	7
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el repositorio institucional .....	9
Cláusula de propiedad intelectual.....	10
Agradecimientos .....	11
Dedicatoria.....	12
Abreviaturas y simbología.....	13
Capítulo I .....	14
Introducción .....	14
1.1. Objetivo General.....	17
1.2. Objetivos específicos.....	17
Capítulo II .....	18
Revisión bibliográfica .....	18
2.1. Explotaciones Ganaderas.....	18
2.1.1. Sistemas de producción ganadera.....	20
2.2. Manejo de la vaca .....	21
2.2.1. Pubertad .....	22
2.3. Ciclo Estral .....	22



2.3.1. Proestro .....	23
2.3.2. Estro.....	24
2.3.3. Metaestro .....	25
2.3.4. Diestro.....	26
2.4. Sincronización de celos .....	26
2.5. Inseminación artificial .....	27
2.5.1. Uso de Inseminación artificial a tiempo fijo .....	28
2.6. Gestación .....	29
2.6.1. Factores que afectan la duración de la gestación.....	30
2.6.2. Diagnóstico de gestación .....	31
2.6.3. El parto.....	32
2.6.4. Aborto .....	33
2.6.5. El Puerperio .....	34
2.7. Genética .....	34
2.7.1. Heredabilidad.....	35
2.8. Reproducción .....	36
2.9. Factores que afectan la gestación.....	39
2.9.1. Eficiencia de detección de celo.....	39
2.9.2. Tasa de concepción .....	39
2.9.3. Fertilidad en los primeros servicios .....	40
2.9.4. Experiencia del inseminador .....	41
2.9.5. Fertilidad del hato.....	42



2.9.6. Capacidad fecundante del semen.....	42
2.10 Factores que afectan la eficiencia reproductiva.....	45
2.10.1. Vaca Problema.....	45
2.10.2. Nutrición.....	46
2.10.3. Detección de signos de estro.....	46
2.10.4. Estrés calórico.....	47
2.10.5. Estrés físico.....	47
2.10.6. Estrés psicológico.....	47
2.10.7. Época.....	48
2.10.8. Celo.....	51
2.10.9. Factores de orden Patológicos.....	53
2.11. Razas de toros usados en la inseminación artificial.....	54
Capítulo III.....	56
Materiales y métodos.....	56
3.1. Materiales.....	56
3.1.1. Físicos.....	56
3.2. Métodos.....	56
3.2.1. Ubicación de la investigación.....	56
3.2.2. Descripción de la zona de estudio.....	57
3.2.3. Descripción de las unidades de análisis.....	57
3.2.4. Características de las áreas de estudio y sistemas de producción.....	57



3.2.5. Características del manejo reproductivo .....	59
3.5.6. Variables de estudio.....	60
Capítulo IV .....	63
Resultados .....	63
4.1. Porcentaje de gestación .....	63
4.2. Efecto de la raza del toro.....	63
4.3. Efecto de los factores ambientales .....	63
4.3.1. Efecto de la parroquia .....	63
4.3.2 Efecto del técnico inseminador .....	64
4.3.3. Efecto de la zona .....	65
4.3.4. Efecto del tipo de celo.....	66
4.3.5. Efecto del año de servicio .....	66
4.3.6. Efecto de la época .....	67
4.3.7. Efecto de la interacción entre la zona y la época.....	67
4.3.8. Efecto de la interacción entre la raza y la época.....	68
4.3.9. Efecto de la interacción entre el año y la época.....	69
4.3.10. Efecto de la interacción entre el celo y la época .....	69
Capítulo V .....	71
Discusión .....	71
Capítulo VI .....	83
Conclusiones y recomendaciones .....	83
Referencias bibliográficas .....	84



## Lista de tablas

Cuadro 1. Características geográficas y climáticas (altitud, temperatura y precipitación) en las tres zonas de la provincia de Cañar objeto del estudio .....	58
Cuadro 2. Niveles de las variables independientes consideradas en el estudio y número de registros de IA de acuerdo a cada una .....	62
Cuadro 3. Efecto de la raza del toro utilizado en la I.A. sobre el porcentaje de gestación en vacas de la provincia del Cañar .....	63
Cuadro 4. Efecto de la parroquia sobre el porcentaje de gestación en vacas de la provincia del Cañar. Verificar los números porque hay varias inconsistencias .....	64
Cuadro 5. Efecto del técnico inseminador sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar .....	65
Cuadro 6. Efecto de la zona sobre el porcentaje de gestación en vacas de la provincia del Cañar .....	66
Cuadro 7. Efecto del tipo de celo sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar. ....	66
Cuadro 8. Efecto del año de servicio sobre el porcentaje de gestación de vacas de la provincia del Cañar .....	67
Cuadro 9. Efecto de la época de servicio sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar .....	67
Cuadro 10. Efecto de la interacción entre la zona y la época sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar .....	68
Cuadro 11. Efecto de la interacción entre la raza y la época sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar .....	68





Cuadro 12. Efecto de la interacción entre el año y la época sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar .....69

Cuadro 13. Efecto de la interacción entre la época y el tipo de celo sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar ..... 70



## CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Cristhian Eugenio Alvarez Cevallos en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Efecto de la raza de toro y factores ambientales sobre el porcentaje de gestación en la provincia de Cañar”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca 20 de Octubre del 2017

---

Cristhian Eugenio Alvarez Cevallos

C.I: 0301442299



## CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Cristhian Eugenio Alvarez Cevallos, autor/a del trabajo de titulación “Efecto de la raza de toro y factores ambientales sobre el porcentaje de gestación en la provincia de Cañar”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca 20 de Octubre del 2017

---

Cristhian Eugenio Alvarez Cevallos

C.I: 0301442299



## Agradecimientos

Primeramente agradezco a Dios, por darme la vida, salud y la oportunidad de culminar con éxito todas mis metas, a mis padres Alonso Alvarez y Carmen Cevallos quienes han sido mi inspiración y ejemplo de perseverancia y entrega total a todo lo que hago, y además me han guiado por el sendero del bien.

A mis hermanos Juan y Vicente que desde el inicio de mi carrera han sido ese pilar fundamental para cumplir mis metas.

Quiero expresar mi más sentido agradecimiento al MAGAP Cañar y a mi Director de tesis el Dr. Ulises Iñiguez por apoyarme en este trabajo de investigación.

Cristhian



## Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis Padres Alonso Alvarez y Carmen Cevallos quienes son mi apoyo incondicional para poder cumplir todas mis metas.

A mis hermanos, cuñada y sobrinos que con cada palabra de aliento me impulsaron siempre para alcanzar las metas que me he propuesto.

A mi esposa Alexandra y a mis hijos Vanessa, Alonsito y Matheo porque todo el esfuerzo que hago en mi vida es por ellos y para ellos.

Cristhian



## Abreviaturas y simbología

<b>GnRh:</b>	Hormona liberadora de gonadotropinas
<b>FSH:</b>	Folículo estimulante
<b>CL:</b>	Cuerpo Lúteo
<b>P4:</b>	Progesterona
<b>E2:</b>	Estrógenos
<b>IA:</b>	Inseminación artificial
<b>IATF:</b>	Inseminación artificial a tiempo fijo
<b>bINT-τ:</b>	Glicoproteína específica de la gestación
<b>CRH:</b>	Hormona liberadora de la corticotropina
<b>ATCH:</b>	Hormona trópica de la corteza adrenal fetal
<b>TC:</b>	Tasa de concepción
<b>ES:</b>	Endometritis subclínica
<b>HHO:</b>	Eje hipotálamo-hipófisis-ovario
<b>LH:</b>	Hormona luteinizante
<b>PGF2a:</b>	Prostaglandina luteolítica



## Capítulo I

### Introducción

La fertilidad es de primordial importancia económica en hatos de bovinos lecheros; Una mayor eficiencia reproductiva conlleva a un mayor número de períodos de máxima producción láctea a través de la vida de la vaca y una mayor disponibilidad de animales para la selección de reemplazos. El progreso genético también depende de la tasa reproductiva ya que el diferencial reproductivo, es decir, el proceso que permite que algunos individuos produzcan más crías que otros, es la base del mejoramiento genético (Pérez and Gómez 2009).

La mayor parte de la producción lechera de las regiones de la provincia del Cañar proviene de animales criollos y en algunos casos de animales con diferentes grados de cruzamientos con razas especializadas (Ministerio de Agricultura Ganadería 2015). Y depende en gran medida de la habilidad del desempeño reproductivo de cada hembra, debido a que el ciclo de lactación es reiniciado, o renovado por la gestación. Entre los factores que determinan el bajo porcentaje de gestación del hato lechero están los siguientes: Eficiencia de detección de celo, tasa de concepción, fertilidad en los primeros servicios, experiencia del inseminador, fertilidad del hato y capacidad fecundante del semen, y los factores que afectan la eficiencia reproductiva se encuentran: vaca problema, nutrición, detección de signos de estro, estrés, época, celo, y factores de orden patológico Ramírez (2008).

Los requerimientos de la creciente población humana por productos de origen animal (leche y carne) cada vez son mayores; por lo hace necesario el mejoramiento tanto de las características genético-productivas de los bovinos locales, como del mejoramiento en las condiciones de explotación y prácticas de



trabajo para mejorar los índices de fertilidad. Estos factores guardan una estrecha relación con la producción de leche y carne. En respuesta, se han desarrollado técnicas como la sincronización farmacológica del estro y la ovulación que, conjuntamente con la planeación adecuada de los factores genéticos, ambientales y de manejo, permitan aplicar la inseminación artificial racionalmente obteniendo buenos índices de eficiencia reproductiva (Basurto, Martínez and Gutiérrez 1997).

En los últimos años se ha observado una creciente producción por vaca y año, debido a las mejoras conseguidas en la formulación de las raciones, en el manejo de la alimentación y en la calidad genética de los rebaños. Sin embargo, estos avances se han visto parcialmente opacados por un descenso en los porcentajes de gestación de los hatos, por tal razón, es difícil alcanzar la eficiencia en la producción ganadera, para ello se deben evaluar los diferentes factores que afectan la gestación, así como analizar datos que reposan en los registros de campo de cada hato ganadero y determinar cuál de estos afectan significativamente la producción y reproducción Alvear (2010).

La inseminación artificial es utilizada a nivel mundial; cada vez son más los criadores de ganado que la utilizan como una de las alternativas en el mejoramiento genético. En la mayoría de los casos, el uso de la inseminación artificial ha sufrido un decremento debido a factores que pueden estar relacionados con el desconocimiento de la técnica en sí, aplicación correcta y oportuna del servicio de IA, fallas en la detección del estro, preservación del semen congelado, o bien a factores asociados como estado de salud, régimen nutricional, tiempo posparto, época del año, y mortalidad embrionaria teniendo como consecuencia un bajo porcentaje de gestación (Basurto, Martínez and Gutiérrez 1997).





Existe poca información que nos indique cuales son los factores que afectan la gestación y la eficiencia reproductiva en vacas en la provincia del Cañar; por lo tanto, el presente trabajo investigativo está enfocado en el estudio de variables, y nivel de cada variable utilizadas para analizar el efecto sobre la gestación del servicio de inseminación, determinado para sistemas de producción de leche sobre pasturas.



### **1.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la raza de toro utilizado y los factores ambientales sobre el porcentaje de gestación en vacas lecheras inseminadas en 19 núcleos existentes en la provincia del Cañar.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de los diferentes niveles de cada factor sobre el porcentaje de gestación.
- Analizar comparativamente los porcentajes de gestación observados con referencias nacionales e internacionales.
- Analizar la eficiencia de los 19 núcleos de inseminación.



## Capítulo II

### Revisión bibliográfica

#### 2.1. Explotaciones Ganaderas

Un manejo eficiente de una explotación lechera, se consigue al realizar un análisis económico de su estructura productiva, realizando actualizaciones periódicas que permitan obtener información disponible como respaldo de las decisiones que involucren el futuro financiero de la explotación. Para este fin es necesario el cálculo de algunos índices financieros y análisis de factores que midan periódicamente la eficiencia productiva, reproductiva y económica (Ministerio de Coordinación de la Producción 2011).

Paucar (2008), expresa que las empresas ganaderas pueden estar conformadas por personas naturales como grandes, medianos y pequeños ganaderos o mediante la asociación de varias personas o socios que reúnen su capital (dinero, activos y trabajo) para conformar el patrimonio, que los unirá bajo el nombre de una empresa, distinto del de cada uno de ellos por separado.

Según (AGROCALIDAD 2016), la provincia del Cañar cuenta con una población aproximada de 142.384 bovinos, de los cuales un 60% corresponden a vacas y vaconas; las cuales están asentadas en 258 mil hectáreas de tierra utilizada, lo cual equivale al 15% del total de la región 6 (Cañar, Azuay y Morona Santiago) y el 2% del total del país.

En la provincia existe un predominio de pastos naturales que representan el 20% de la superficie provincial utilizada, seguida de montes y bosques (19%), y páramos (18,7%), lo que sugiere la existencia de zonas protegidas así como zonas aptas para la ganadería. En cuanto a la producción pecuaria, predomina la ganadería bovina de leche, con una alta proporción de ganado criollo (54%), pero



genéticamente adaptado a las condiciones agro-ecológicas de la provincia. Dada la gran dispersión de los productores, se da una mayor concentración de la actividad ganadera en pequeños productores, tanto en número de productores como en número de cabezas de ganado. Siendo los productores de agricultura familiar de subsistencia y transición los que tienen el mayor número de ganado (Ministerio de Coordinación de la Producción 2011).

La producción de leche en finca es un rubro significativo. La ganadería de leche aporta el 5% a la producción nacional, llegando a un promedio de 410.000 litros diarios de leche (MAGAP 2016).

Este sector crece a tasas del 3% anual. Los rendimientos de litros por vaca se ubican en primer lugar en la Región 6, siendo Cañar la provincia con mayores rendimientos que alcanzan casi los 5 litros; Comparando con datos anteriores al Censo Agropecuario, Cañar muestra una mejora significativa en el rendimiento de producción de leche (Ministerio de Coordinación de la Producción 2011).

Para Pita (2010), la producción de leche es uno de los renglones de mayor importancia del sector agropecuario, a tal punto que el país ahorra 500 millones de dólares anuales al no tener que importarla. También, el sector da trabajo directo a más de 1'500.000 ecuatorianos.

El Ecuador tiene una producción de 1.818'565.050 litros al año de leche, con una producción diaria de 4'982.370 litros, de los cuales el 74% está en la sierra, en la costa el 18% y en el oriente el 8%. La producción promedio de leche por día a nivel nacional es de 2,60 litros por vaca ordeñada. Cañar produce 410.000 litros al día o sea el 8,23% del total nacional (INEC 2017).



El consumo de lácteos (no solamente leche líquida) en nuestro país es cerca de 105 litros, habitante por año. La (FAO 2017) recomienda por lo menos unos 150 litros habitantes por año.

En el Cañar se ordeñan un total de 43502 vacas, y entre un 13% al 15% de la producción bruta de leche se destina a consumo de terneros. La disponibilidad de leche para consumo humano e industrial representa alrededor del 85%, de la cual, un 25% va para elaboración industrial y el 75% se destina para consumo humano directo, elaboración de quesos artesanales, etc. (INEC 2017).

### **2.1.1. Sistemas de producción ganadera**

El sistema que se utilice en cada ganadería; está relacionado principalmente con las condiciones de suelo, clima, disponibilidad de mano de obra y extensión de la propiedad; Más del 90% de la alimentación proviene de pasturas 3% de la actividad agrícola no ganadera y el 7% de suplementación, Pita (2010).

En Cañar, Guayas, Manabí y Pichincha, un 3% de predios utilizan sistemas productivos tecnificados, 10% son semi – tecnificados y el 87% son muy poco tecnificados.

Existen dos clases de sistemas que son: El tradicional, y el intensivo tecnificado Paucar (2008).

**Sistemas Tradicionales.-** Se caracterizan comúnmente porque no existe un criterio técnico de manejo del ganado, todo lo hace por referencias, costumbres y hasta idiosincrasia que prevalece a través de los tiempos.

**Sistema intensivo tecnificado.-** Se tiene un mayor número de animales por unidad de área, se diferencia del tradicional intensivo en el grado de tecnificación y conocimiento del ganadero.



Por otro lado el Centro Andino de Investigaciones Pedagógica (1996), al referirse a los sistemas de crianza, sostiene que pueden ser como se expresa a continuación: crianza intensiva o estabulada, sistema de crianza extensivo o a campo libre y sistema de crianza mixto.

**Sistema de crianza intensivo o estabulado.-** Permanecen fijos, es decir requieren de instalaciones adecuadas, la alimentación es en base a concentrados; es decir, productos fabricados o elaborados en molinos. Es un sistema costoso y eficaz; Por otro lado con este sistema se pretende obtener una mayor producción de carne y leche en el menor tiempo posible.

**Sistema de crianza extensivo o a campo libre.-** Su alimentación es a pastoreo, requiere de instalaciones simples o no. Se dispone de grandes áreas para pastoreo y la suplementación es mínima.

**Sistema de crianza mixto.-** En él se juntan las características de los sistemas tanto intensivo como extensivo, es decir los animales no están completamente fijos; su alimentación se realiza a campo libre, generalmente a base de forraje al corte; las instalaciones son mínimas Es una mezcla de los sistemas intensivo y extensivo donde la alimentación se basa en el pastoreo más suplementación extra Paucar (2008).

## **2.2. Manejo de la vaca**

En los hatos lecheros la vaca lechera generalmente es alimentada en mayor proporción durante los 10 meses que dura la lactancia para lograr la mayor producción. Se asume que perderá peso durante el primer tercio y lo volverá a recuperar durante el resto de la lactancia, especialmente en el tercer tercio. La vaca lechera no debe sobrealimentarse durante el periodo seco debido al peligro del síndrome del hígado graso Paucar (2008).



### **2.2.1. Pubertad**

Es el periodo donde el aparato reproductivo y las características sexuales secundarias comienzan a adquirir su forma madura. Antes de iniciarse la pubertad, el conducto reproductor de la vaquilla crece proporcionalmente al desarrollo corporal; pero a partir de los seis meses de edad, la tasa de crecimiento de esos órganos es mucho mayor que la del cuerpo. A los 10 meses de edad, la fase de crecimiento rápido del conducto reproductor cesa y esto significa probablemente el final de la pubertad Paucar (2008).

Por otro lado, Lenis et al. (2014), expresa que para que se inicie el ciclo estral en un animal joven se necesita que los estrógenos actúen. Lo cual comienza en la pubertad cuando el animal es todavía una novilla (aproximadamente desde los 6-18 meses de edad en algunas razas especializadas, o de 14 a 18 meses de edad en bovinos criollos), hasta cuando alcanza la madurez sexual.

Alvear (2010), manifiesta que un animal alcanza la pubertad cuando es capaz de liberar gametos y de manifestar secuencias completas de comportamiento sexual. El ganado lechero alcanza la pubertad cuando el peso corporal es de 30 a 40 % del correspondiente al adulto, mientras que en el ganado productor de carne este porcentaje es mayor (45-55%) del peso corporal del adulto.

### **2.3. Ciclo Estral**

Se presenta normalmente a intervalos regulares de 17 a 24 días siendo el intervalo medio de 20 días para novillas y 21 para vacas adultas. El mismo es regulado por la glándula pituitaria, que segrega una hormona que estimula a los ovarios para producir óvulos; Cada tercera semana, los ovarios segregan una hormona llamada estrógeno que induce al estro o celo y casi al final de este período, la glándula pituitaria produce otra hormona llamada luteinizante, que



estimula la liberación de los óvulos en el oviducto para su fertilización. Si tiene lugar la concepción se forma un cuerpo lúteo en el ovario que segrega la hormona progesterona, que interrumpe todo el ciclo sexual mientras la vaca se mantiene gestante (Cabrera 2000).

El cuerpo lúteo es una estructura endocrina de color amarillo con tonos anaranjados, que aparece como resultado de la ovulación de un folículo. La LH es la principal hormona responsable de los cambios celulares dentro del folículo, para que este sea transformado en un cuerpo lúteo. Dichos cambios consisten en la reducción de la producción de estrógenos por la inhibición de la aromatasa y aumento en la producción de la progesterona, evento que se conoce como “**proceso de luteinización**”. La principal función del cuerpo lúteo, es la producción de P4 o factor progestacional, hormona que participa en el mantenimiento de una eventual gestación. En el caso que la vaca no quede gestante, el cuerpo lúteo deberá sufrir luteólisis funcional y estructural, para iniciar un nuevo ciclo estral Lenis et al. (2014).

Por otro lado, Paucar (2008), expresa que el ciclo estral de la vaca se inicia con la pubertad, que es la edad en la que ocurre el primer celo, acompañado de una ovulación espontánea; El ciclo estral se divide en dos fases: folicular y luteal. La primera, es aquella donde existe una dominancia de estructuras foliculares en el ovario, que producen estrógenos conformada por el proestro y el estro. Y en la segunda fase, existe una dominancia ovárica de un cuerpo lúteo maduro o inmaduro, que produce P4, y la conforman: el metaestro y el diestro.

### **2.3.1. Proestro**

El proestro es la etapa del ciclo estral, caracterizada por el aumento gradual en los niveles de E2, producidos por el folículo dominante. La duración de esta etapa





es aproximadamente de 3 a 5 días; Es el tiempo de maduración folicular (en el ovario), de preparación para el estro, donde la vulva y el vestíbulo se presentan ligeramente congestionados, iniciándose la inquietud acercándose y oliendo a otras vacas Lenis et al. (2014).

Por otro lado Paucar (2008), dice que en esta etapa la secreción de progesterona disminuye considerablemente a medida que el cuerpo amarillo tiene su regresión, el folículo ovárico destinado a ovular comienza a crecer con mayor rapidez que los demás folículos y los niveles de estrógeno en la sangre comienzan a elevarse. Esta primera fase del ciclo estral tiene una duración de 3-4 días.

### **2.3.2. Estro**

El estro, se caracteriza por la receptividad de la hembra hacia el macho, permitiendo la monta. En la cual, los niveles sanguíneos de E2 producidos por el folículo preovulatorio, llegan a su máxima concentración. Tiene una duración entre 12 a 18 horas; dependiendo de factores como la raza, la edad, el clima, el manejo, y la nutrición, Lenis et al. (2014).

En este periodo la hembra acepta al macho. En vacas lecheras el celo tiene una duración media de 14 a 18 horas, pero puede variar entre 6 y 30 horas, en ganado de carne o doble propósito, el celo es más corto y dura de 8 a 14 horas; en los climas calientes, así como en las épocas de sequía o verano, cuando el ganado consigue poco forraje o alimento, las vacas presentan un celo corto y poco manifestado; En el ovario antes de la ovulación el folículo de Graaf es grande y túrgido y contiene el ovulo que sufre el proceso de maduración, la ovulación ocurre entre 10 y 14 horas después de desaparecer los signos externos del calor y entonces el óvulo pasa al oviducto Paucar (2008).



Durante el estro el organismo de la hembra está bajo la acción de los estrógenos y hormonas femeninas que hacen cambiar su comportamiento. Dentro de los síntomas que se aprecian en una hembra bovina en calor son:

**Inicio del calor.-** La producción de leche disminuye, el animal se muestra nervioso y alerta, olfatea otras vacas, trata de montar a otras vacas pero no permite que la monten, se aproxima a las cercas, en algunas el pelaje se torna más hermoso; la vulva se inflama, se enrojece y se aprecia lubricada.

**Durante el calor.-** La vulva se torna lubricada y con presencia de limo (como clara de huevo), puede presentar pelo erizado y algunas peladuras en su parte trasera provocadas por otras vacas al intentar montarla.

**Al finalizar el calor.-** Se deja montar y permanece quieta (puede ser inseminada inmediatamente), se muestra agotada y un poco nerviosa, buena lubricación en la vulva y presenta limo limpio y cristalino, presenta buena receptibilidad a los contactos con otros animales, puede presentar peladuras en su parte trasera Paucar (2008).

### 2.3.3. Metaestro

El metaestro se presenta después del estro, y se caracteriza porque se da la ovulación del folículo preovulatorio o dominante, donde, los niveles de E2 disminuyen, y comienza la producción de P4. Tiene una duración de aproximadamente de 2 a 5 días, Lenis et al. (2014).

Es la fase post-ovulatoria, durante la cual comienza a formarse el cuerpo lúteo. Altos niveles de progesterona secretados por el cuerpo lúteo evitan el desarrollo de otros folículos de Graaf y evitando que aparezca el celo; en caso de que la hembra haya sido inseminada o servida oportunamente por el toro y quede



gestando, la progesterona favorece la implantación del ovulo fertilizado en el útero y se mantiene la gestación (Aban, Delgado and Magaa 2008).

En ésta fase, aproximadamente el 90% de las vaquillas y el 50% de las vacas tienen una pequeña descarga de sangre de la vagina, este sangrado metaestrual no se relaciona con la fertilidad; solo quiere decir que la vaca estuvo en celo dos a cuatro días antes, Paucar (2008).

#### **2.3.4. Diestro**

El diestro es la etapa del ciclo estral caracterizada por la presencia de un cuerpo lúteo funcional, el cual es responsable de aumentar los niveles sanguíneos de P4 al máximo, con el fin de mantener una eventual gestación. Si la vaca queda gestante, el cuerpo lúteo permanecerá funcional hasta unos días antes de finalizar la gestación; de lo contrario, el cuerpo lúteo sufrirá lisis por acción de la prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ), entre los días 15 y 17 del ciclo, dando fin a esta fase. La duración de esta etapa, es de aproximadamente 10 a 12 días, Lenis et al. (2014).

Por otra parte Paucar (2008), expresa que es el período de reposo con una duración de 9 a 14 días antes de empezar un nuevo ciclo. Durante este período el cuerpo lúteo está completamente desarrollado y tiene una marcada influencia sobre el útero.

#### **2.4. Sincronización de celos**

La sincronización de celos es una técnica de manejo reproductivo que nos permite inducir el estro, o dicho de otra forma en un sentido más amplio, nos permite sincronizar el estado reproductivo de un número determinado de animales para una labor específica, presenta las siguientes ventajas:



- Reducir el tiempo necesario para la detección de celos.
- Facilitar el uso de la I.A.
- Controla el tiempo de ovulación que nos permite realizar I.A. a tiempo determinado.
- Concentra el periodo de partos del hato.
- Permite la supervisión de partos reduciendo la mortalidad neonatal.
- Permite el destete, engorda y venta de grupos uniformes de animales.
- Permite racionalizar y optimiza el uso de mano de obra y otros recursos.
- Facilita la transferencia de embriones (Cabrera 2000).

## 2.5. Inseminación artificial

Es el método de reproducción por el cual se sustituye el aparato natural del macho y la hembra, por un sistema instrumental en el que el hombre interviene en cada una de sus etapas. La Inseminación Artificial, es la técnica individual más importante creada para el mejoramiento genético de animales, debido a que unos pocos machos seleccionados producen suficientes espermatozoides para inseminar miles de hembras al año. En contraste, cada hembra seleccionada puede producir relativamente poca progenie, aún mediante transferencia embrionaria; La técnica se realiza por vía recto-vaginal (Cabrera 2000).

**Ventajas.-** La mejora del rendimiento y la eficacia reproductora son ciertamente los dos objetivos principales de la inseminación artificial. La inseminación artificial permite una economía en el número de toros que se han de emplear, una mayor concentración de los medios necesarios para la selección y un control genético más prolongado en las líneas. La conservación del espermatozoides a baja temperatura permite una mayor utilización del semen, tanto en el tiempo como en el espacio.



- En el tiempo, porque es posible almacenar grandes cantidades de semen que provienen de un individuo y emplearla después que haya muerto el macho donante.
- En el espacio, a consecuencia de la facilidad del transporte a grandes distancias y sin ninguna alteración de un semen de calidad.

La inseminación artificial permite el descubrimiento rápido del valor genético de un reproductor. La utilización racional de los reproductores alarga su período de servicio, evita el exceso de trabajo sexual y las consecuencias nocivas que tiene sobre la cantidad y calidad del esperma y sobre todo el apetito sexual. La inseminación artificial ha permitido erradicar enfermedades transmitidas a través de la unión sexual tales como la tricomoniasis, vibriosis y exantema vesicular; El tiempo óptimo para realizar la Inseminación Artificial es de 12 a 18 horas en vacas y en vaconas primer servicio de 10 a 14 horas (Cabrera 2000).

### **2.5.1. Uso de Inseminación artificial a tiempo fijo**

El uso de IA a tiempo fijo para eludir los efectos adversos de la reducción en detección de celos ha sido bien documentado. El uso de algún tipo de protocolo de IATF (ej. Ovsynch, Cosynch72, o Ovsynch56), ya sea con o sin detección de celo, puede mejorar la fertilidad. Estudios previos llevados a cabo en Florida, EU, durante los meses de verano observaron un aumento en el número de vacas preñadas en el día 90 o en el día 120 posparto, comparado con vacas que fueron inseminadas al detectar el celo, a pesar de que la tasa de concepción durante el primer servicio no fue diferente. Los efectos positivos de IATF al primer servicio fueron considerados durante un periodo de un año, y se observó un menor número de vacas descartadas (12.9 vs. 22%) y vacas adicionales quedando



preñadas (87% vs. 78%) si el IATF fue usado para el primer servicio versus IA con detección de celo (Jordan 2003).

Estos resultados proveen evidencia que el uso de IATF versus IA con detección de celo reducen el número de días abiertos, el intervalo de parto al primer servicio y el número de servicios por concepción. Posteriormente, observaron dos programas diferentes de IATF para primer servicio por el curso de 11 meses y el efecto de temporada en la primera inseminación no fue significativo. Otros estudios también han reportado tasas de preñez más consistentes a lo largo del verano cuando se usó un programa de sincronización comparado con IA en detección de celo. Aunque el uso de IATF asegura que las vacas son inseminadas en días determinados de la lactación y puede sobrepasar la reducción de detección de celos, estos programas no van a superar los impactos negativos de los factores asociados con la gestación (Cavestany, Wishy and Foote 1985)

## 2.6. Gestación

La gestación en la hembra bovina, es el periodo que sigue a la fertilización, y está comprendida entre la formación del cigoto hasta el momento del parto, proceso que dura aproximadamente 283 días. La gestación se clasifica en tres etapas consecutivas: la etapa del cigoto, la etapa del embrión y la etapa fetal, Lenis et al. (2014).

**Etapas del cigoto.-** Formación del cigoto y el inicio del periodo implantatorio del embrión En esta etapa ocurre la mayor proporción de pérdidas gestacionales, teniendo el retorno a la ciclicidad en un intervalo regular que puede oscilar entre los 19 y 24 días, situación que se conoce como repetición regular del celo, repetición regular del servicio, o retorno regular al servicio Lenis et al. (2014).



**Etapa del embrión.-** Etapa que comprende, alrededor de los 45 días de gestación cuando ocurre el inicio de la mineralización del hueso fetal; En esta etapa, ocurren pérdidas de la gestación, denominadas pérdidas embrionarias que se caracterizan por la muerte del embrión; Dado que estas pérdidas pueden ocurrir después de pasar el lapso de 19 a 24 días para un retorno regular al estro, la hembra bovina afectada retornará al estro en un periodo diferente al intervalo anterior, el cual puede oscilar entre 29 y 35 días. Por este motivo, se le diagnóstica como pérdidas irregulares, repetición irregular del servicio, o retorno irregular al estro, Lenis et al. (2014).

**Etapa fetal.-** La etapa fetal, está comprendida entre el inicio de la mineralización del hueso fetal y el momento de la expulsión del feto. Durante ella ocurre la menor proporción de pérdidas de la gestación, las cuales tienen tres presentaciones clínicas en orden de importancia: abortos, momificación fetal y maceración fetal, Lenis et al. (2014).

### **2.6.1. Factores que afectan la duración de la gestación**

El periodo de gestación va desde la concepción hasta el parto, por regla general se toma como inicio de la gestación, el día de la monta o inseminación artificial, siendo normal, ya que la concepción se produce horas después de haber realizado el servicio de inseminación artificial.

Entre las causas no genéticas que influyen sobre el tiempo de gestación son:

- Las condiciones alimenticias adversas en determinadas épocas del año, tienden a aumentar el tiempo de gestación.
- Generalmente los terneros machos nacen de 1 a 2 días más tarde del tiempo normal de la gestación.



- Para el caso de partos gemelares se disminuye el tiempo de gestación en 1 a 3 días.
- La estación del año puede influir en la duración de la preñez, los animales concebidos a finales del verano y en otoño, tienen periodos de gestación significativamente más cortos que los concebidos al inicio de la temporada reproductiva a principios de la primavera.
- Para el caso de las hembras primerizas, el tiempo de duración de la gestación disminuye en 1 a 2 días.

Las ligeras variaciones en la duración de la preñez entre razas de una misma especie pueden deberse a efectos genéticos. La influencia del genotipo fetal sobre la duración de la gestación se puede demostrar en híbridos entre el caballo y el burro, Paucar (2008).

### 2.6.2. Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de la gestación en la hembra bovina, se hace mediante el **examen clínico** del tracto reproductivo, el cual incluye:

- **Anamnesis reproductiva.-** que incluye la historia de los eventos reproductivos de la hembra, antes de proceder con el examen clínico. Cuando se usa la inseminación artificial o monta natural, se requiere saber la fecha exacta de servicio, si es inseminación tradicional o inseminación a tiempo fijo (IATF), si el inseminador y administrador tiene reporte de un posible estro reciente, o si el personal de la finca ha visto la vaca con signos de estro o calor.
- **Inspección.-** consiste en la evaluación, realizando específicamente un examen de sus genitales externos y de la glándula mamaria, Lenis et al. (2014).





- **Palpación rectal (tocología bovina).**- consiste en sentir el tracto reproductor de la vaca a través de las paredes del recto. Esto se hace con la finalidad de determinar si el tracto reproductor está vacío o tiene en desarrollo un embrión o feto (Cabrera 2000).
- **Medición de hormonas.**- La concentración sanguínea de la P4, y la glicoproteína específica de la gestación (bINT- $\tau$ ), es el procedimiento más utilizado en la medición hormonal.
- **Ultrasonografía transrectal.**- Está tecnología ha tenido una creciente demanda para el diagnóstico y monitoreo de varios aspectos de la preñez. Además la visualización a tiempo real del activo feto bovino (Cabrera 2000).
- **Técnicas de diagnóstico molecular.**- Estos procedimientos permiten detectar antígenos fetales o material genómico o proteico de origen fetal, pero su uso es con fines investigativos; debido a los elevados costos, no es aplicable a la ganadería comercial, Lenis et al. (2014).

### 2.6.3. El parto

El parto, es el proceso en el cual culmina el periodo gestacional y que involucra un conjunto de señales endocrinas, neuronales y físicas, desencadenadas principalmente por el feto; este proceso lo podemos dividir en tres etapas principales:

**Etapas 1:** Inicio de las contracciones normalmente dura entre 2 y 6 horas

**Etapas 2:** Expulsión del feto. En este período continúan las contracciones. Esta etapa no debe durar más de 60 minutos aproximadamente

**Etapas 3:** Expulsión de las membranas fetales. Necesario para la recuperación y la salud del útero. Esta etapa dura entre 6 y 12 horas. Una vez el feto está listo



para su nacimiento, se desencadena el conjunto de señales hormonales y neuronales, responsables de iniciar en la vaca las contracciones necesarias para la expulsión de su cría. Este factor netamente físico, desencadena en el feto una hiper-activación del eje hipotálamo hipófisis adrenal, lo que induce un aumento significativo de la liberación de la hormona liberadora de la corticotropina fetal (CRH fetal) en el hipotálamo, la cual aumenta la producción de la hormona trópica de la corteza adrenal fetal (ACTH fetal) para que esta viaje hasta la corteza adrenal del feto, lo que induce un aumento en las concentraciones plasmáticas de cortisol fetal, hormona conocida como la hormona del estrés. El cortisol fetal liberado en este proceso, desencadena en la vaca cambios hormonales, neuronales y físicos, que serán definitivos para el éxito del parto, Lenis et al. (2014).

#### **2.6.4. Aborto**

El aborto es definido como la pérdida del producto de la concepción a partir del periodo fetal (aprox. 42 días) hasta antes de los 260 días en caso del bovino. Antes de los 42 días post concepción es denominado pérdida embrionaria (Meyer 2013). Mayormente las fallas ocurren en la etapa embrionaria ya que es el periodo más crítico del desarrollo fetal. En general el feto es más resistente a los agentes teratógenos pero, es también susceptible a los agentes infecciosos sobre todo en el primer y segundo tercio de su desarrollo (Rivera 2001).

En la provincia del Cañar falta mucho por conocer sobre los factores infecciosos y no infecciosos que intervienen en las pérdidas embrionarias y fetales. Sin embargo, estudios recientes indican que algunos agentes infecciosos como la diarrea viral bovina (DVB), brucelosis y la Neospora caninum son los agentes de mayor relevancia en la presentación del aborto en el ganado lechero



de la provincia; En general los agentes infecciosos más comúnmente involucrados directa o indirectamente con el aborto bovino son de tipo bacteriano, viral, parasitario y micótico (AGROCALIDAD 2016).

### **2.6.5. El Puerperio**

Lenis et al. (2014), manifiesta que el puerperio es el conjunto de eventos fisiológicos orientados a la recuperación del aparato reproductivo después del parto de la vaca, para permitir que esta vuelva a quedar en gestación.

La vaca recién parida, presenta un útero distendido, porque durante la gestación el crecimiento del embrión y posterior feto, ejercen un efecto mecánico para el aumento del tamaño uterino. En el periodo posparto, el útero de la vaca debe iniciar un proceso, mediante el cual vuelve a su tamaño original; este evento se conoce como involución uterina. La involución uterina debe garantizar microscópicamente la reducción del tamaño celular, que asegure la continuidad de los procesos funcionales del endometrio, el miometrio y la serosa. En la vaca, este periodo dura aproximadamente entre 45 y 50 días, tiempo en el cual el útero debe ser reparado, con el fin de alojar una nueva gestación.

### **2.7. Genética**

El desarrollo genético constituye el primer paso fundamental, en el que todo ganadero debe incursionar, para el progreso de su ganadería; si no se cuenta con una base genética adecuada sería inútil insistir en los aspectos como son: La crianza, manejo, alimentación, salud, etc. Analuisa (2004).

Por otro lado (Cavestany 1993), opina que la conservación del material genético es el capital biológico que posee el productor, representado en sus



animales que tiene en producción y que ya se encuentra adaptado al manejo, alimentación e instalaciones que conforman el sistema productivo.

Para que el sistema de producción sea eficiente y sustentable es necesario desarrollar un banco genético, con líneas de animales altamente productivos y en constante mejora, con una selección de animales que presenten las mejores características genotípicas y fenotípicas adaptados a las condiciones ambientales, de manejo y alimenticias que caracterizan a una región o país.

El mejoramiento genético se realiza mediante dos técnicas, la selección y el entrecruzamiento.

- La selección en una población de animales, hace posible incrementar el valor promedio de una o varias características escogidas de antemano para mejorar el potencial genético de los animales de dicha población.
- El entrecruzamiento hace posible combinar las ventajas de varias razas. En realidad, los límites de la selección y la reproducción en razas de pedigrí, han conducido a investigar la posibilidad de aparear los reproductores de diferentes razas, Paucar (2008).

### **2.7.1. Heredabilidad**

Es el porcentaje del total de variación entre animales para un rasgo en particular, en general, cuando más alta es la heredabilidad de un rasgo, más alta es la exactitud de selección y mayor es la posibilidad de obtener una ganancia genética por medio de la selección.

Para el más rápido avance del progreso genético, las técnicas de reproducción artificial han reemplazado el apareamiento natural: inseminación artificial y, más recientemente, el trasplante de embriones (Wattiaux 1999).



**Impacto medioambiental positivo.-** Reducción de la presión animal (ya que los animales son más productivos, el sistema de producción puede intensificarse y entonces se pueden tener menos animales manteniendo el mismo nivel de producción).

**Impacto medio ambiental negativo.-** Reducción de la biodiversidad animal, introducción de nuevas patologías e incremento en las áreas de cultivo de grano.

### **Impacto sobre la producción ganadera**

- Carne: incremento entre 1 y 2% por año.
- Leche: incremento de 0.5 a 1 % por año (estos incrementos son acumulativos).
- Calidad de la carne: puede mejorar, pero la calidad de la carne de variedades más viejas de ganado se considera a menudo mejor (y por lo tanto puede obtener mejores precios, por ejemplo, razas raras).
- Reproducción: incremento obtenido mediante el entrecruzamiento (pero no acumulativo).
- Salud: los animales son más productivos pero con frecuencia más frágiles (requiriendo insumos veterinarios y otros recursos externos más costosos).
- Alimento: los animales pueden requerir forraje de más alta calidad e insumos alimenticios externos (Acurio 2008).

### **2.8. Reproducción**

La rentabilidad de una explotación ganadera depende, de la eficiencia reproductiva, sin embargo esto depende de la capacidad de fecundar de nuevo a las vacas en el menor tiempo posible después del último parto y con el menor



número de servicios, el momento de conseguir una cubrición o una inseminación fecundante debe situarse entre los 90 y 130 días.

La eficiencia reproductiva en este sentido dependerá de cuatro factores:

- La calidad genética del individuo (materia prima base).
- Frecuencia y regularidad de los ciclos estrales.
- La detección de los celos.
- La eficiencia de la fecundación.

Dentro de las causas de la ineficiencia reproductora incluyen defectos anatómicos, genéticos y factores fisiológicos, patológicos y de manejo. En las vacas con niveles altos de producción lechera, las causas fisiológicas de la falta de fertilidad tienen mayor predominancia, y se reconoce con mayor claridad, Paucar (2008).

**Registros reproductivos.-** Los registros deben proveer la información útil y necesaria de cada animal identificado adecuadamente para obtener índices reproductivos que sean realmente representativos del desempeño del rebaño. Un registro de datos exactos permite calcular los índices reproductivos y predecir eventos futuros como celo o parto. La anticipación de eventos futuros reproductivos es crítica para manejar el rebaño adecuadamente, Paucar (2008).

Por otra parte (Hincapié, Pipaon and Blanco 2008), manifiesta que los registros reproductivos tienen que ser simples de usar, y deben ser diseñados para preparar una lista de actividades para el manejo eficiente de rutina del hato como: Servicios o inseminación artificial, vacas secas, vacas posparto, vacas abiertas, vacas a confirmar preñez, en hatos más grandes se puede usar sistemas computarizados.

(Nebel 2001), dice que la mantención de registros completos y precisos permitirá la correcta formulación de un plan de acción, o estrategias de manejo y



el monitoreo de la eficiencia reproductiva con el fin de evaluar el impacto de estas estrategias y la necesidad de ajustes eventuales en los procedimientos.

Ramírez (2008), cita que ninguna otra empresa depende mucho de registros confiables para producir ganancias en el negocio ganadero que la ganadería lechera.

**Eficiencia reproductiva de hatos lecheros.-** Ramírez (2008), expone que la eficiencia reproductiva del hato lechero es comúnmente definida en términos del intervalo entre partos del hato. El intervalo entre partos influencia el tiempo que las vacas están alrededor del mejor periodo en términos económicos. Además, el intervalo entre partos afecta las libras de leche producidas por día por vida del rebaño y vacas que son condenadas por falla reproductiva. La entrada asociada con este dinero en efectivo contribuye con la rentabilidad de los programas reproductivos del hato.

Alvear (2010), reporta que la eficiencia reproductiva es útil porque permite conocer la proporción de hembras del rebaño que efectivamente están cumpliendo el objetivo reproductivo. Esto es consecuencia del manejo reproductivo propiamente tal, alimentación y salud animal. Lo que se trata de conocer con la eficiencia reproductiva es cuantas hembras del rebaño quedan cubiertas durante el año. Lo ideal es que todas las hembras tengan un parto, y por lo tanto, una lactancia anual. En ese caso la eficiencia reproductiva sería de un 100 %. Sin embargo, esta situación en la práctica no se da, ya que siempre existirá un porcentaje de las hembras que por diferentes razones no quedarán preñadas y deberán ser enviadas a la feria o al matadero. Animales que no queden cubiertos después de 3 a 4 inseminaciones o montas deben ser eliminados del rebaño, ya que no harán ningún aporte productivo y se convertirán



en una carga innecesaria en el predio. Una buena eficiencia reproductiva en un predio lechero es del orden del 90 %.

## **2.9. Factores que afectan la gestación**

### **2.9.1. Eficiencia de detección de celo**

Ramírez (2008), alude que el principal factor limitante del rendimiento reproductivo en una finca de producción lechera especializada es la falla en la detección de celos. Al analizar la base de datos en las 460 fincas, encontraron que las tasas de detección de celo oscilan entre el 28 al 40% en promedio. Se espera en hatos bien manejados, que la detección de celos llegue a más de un 50-60% de todos los celos esperados antes de los 70 a 80 días posparto, cuando se observan celos 2 o 3 veces al día durante 10 a 15 minutos. Esta ineficiencia en la detección de celos no sólo aumenta el tiempo del periodo de espera voluntario hasta la primera inseminación, sino que también puede aumentar el intervalo promedio entre los servicios de inseminación a 50 a 60 días.

(Sánchez 2008), denota que una detección de celo del 70 % debería ser la meta de cada productor de leche si eficiencia reproductiva quiere lograrse. Para ayudar a incrementar la eficiencia de detección de celo, el uso de algunas prácticas para detectar celo (novillas androgenizadas, detector de monta sensible a presión y marcas de colores en la base de la cola) son comúnmente empleadas. Experimentos han demostrado que cuando estas prácticas son usadas en conjunto con observación visual, la eficiencia en la detección de celo incrementa.

### **2.9.2. Tasa de concepción**

Ramírez (2008), señala que la tasa preñez resulta del producto entre la tasa de detección de celos y la tasa de concepción, y que la tasa de concepción es el





número de vacas preñadas sobre el número de vacas inseminadas. Lo que significa que la eficiencia en la detección de celos va a afectar directamente las tasas efectivas de preñez del rodeo.

Lenis et al. (2014), afirman que la TC puede afectarse por los siguientes factores: exactitud de detección de celo, experiencia del inseminador, fertilidad del hato (vaca), y fertilidad del semen (toro). Experimentos usando concentración de progesterona en leche para determinar el momento oportuno para inseminar, ha demostrado que muchas vacas (30%) son inseminadas cuando no están en celo.

### **2.9.3. Fertilidad en los primeros servicios**

La habilidad de la vaca para cruzarse, concebir y parir exitosamente un becerro sano cada año es esencial para la producción rentable de leche y carne. Se han desarrollado numerosas técnicas para la manipulación de los procesos reproductivos en el ganado bovino. Los resultados de fertilidad se ven afectados por factores nutricionales, condiciones de manejo y explotación. La baja eficiencia reproductiva puede estar dada por malas manifestaciones de celos fértiles, mortalidad embrionaria, retención placentaria y anestro (Kruif 1978).

Entre las desventajas de la I.A. encontramos la necesidad de capacitación del inseminador, costo del semen, equipo y necesidad de detección de celos por personal capacitado.

Los factores que inciden en la eficiencia de los servicios de inseminación artificial se agruparon en dos grandes grupos: Un primer grupo constituido por aquellos factores que son por responsabilidad del hombre y un segundo grupo que escapan de la voluntad del hombre.



- Entre los factores del primer grupo encontramos: momento óptimo de inseminación artificial, sitio de la deposición del semen, números de espermatozoides a inseminar, volumen de la dosis, edad del óvulo, envejecimiento del semen y detección precisa del celo.
- Los del segundo grupo: intensidad de manifestaciones del celo, duración del ciclo que produce la inseminación (Kruif 1978).

#### **2.9.4. Experiencia del inseminador**

Ramírez (2008), manifiesta que en cada vaca que insemine, no solo descongele adecuadamente el semen y prepare su aplicador adecuadamente, sino que también se asegure de depositar el semen en el sitio correcto del tracto reproductivo de la vaca (cuerpo del útero), indica además que la competencia del inseminador es un factor muy significativo que incide en los niveles de concepción. Se ha demostrado que estos niveles de concepción pueden variar hasta en un 22 % dependiendo de los inseminadores; Las mayores responsabilidades de estos técnicos son el manejo adecuado de las dosis seminales, desde el momento de retirarlas del tanque de refrigeración hasta el momento de colocar correctamente la dosis en el útero de la vaca. También tienen importancia otros factores, como las fluctuaciones de la temperatura y el manejo de la pajuela y de la pistola de inseminación.

Los valores de las constantes y errores típicos de la preñez por efecto del inseminador en todos los grupos genéticos, fueron evidentes según (Basurto, Martínez and Gutiérrez 1997); Estos resultados concuerdan con otros trabajos que han indicado variación de preñez en bovinos, debidas al técnico inseminador.



### **2.9.5. Fertilidad del hato**

Ramírez (2008), manifiestan que un factor mayor en la fertilidad del hato es tener la mayor cantidad de vacas ciclando que estén libres de enfermedades del tracto reproductivo cuando entran al programa de servicio. La rápida reaparición de la ciclicidad durante los primeros 30 días posparto ha demostrado tener una significativa positiva influencia en la fertilidad. Los eventos fisiológicos y hormonales asociados con el celo, restauran las funciones uterinas y ováricas conducidas a restablecer la preñez. Una meta importante dentro de un programa de salud y reproductivo es que las vacas pueden sostener la preñez a término.

Además, indica que la fertilidad de la vaca se encuentra influenciada por muchos factores. La edad del animal posee una influencia muy fuerte sobre la fertilidad. Las novillas y las vacas de segunda lactancia son generalmente más fértiles que las vacas de primera lactancia y las vacas adultas. La más alta fertilidad se obtiene durante los meses más fríos del año y cuando las vacas se encuentran: Libres de enfermedades reproductivas; Libres de problemas de parto; Libres de desbalances nutricionales, especialmente si la vaca no se encuentra ni muy flaca ni muy gorda al momento del parto. La fertilidad es también alta cuando la vaca deja de perder peso y comienza a reponer las reservas corporales unos meses luego del parto.

### **2.9.6. Capacidad fecundante del semen**

El conocimiento de la fertilidad o de la capacidad fecundante de cada toro es uno de los principales objetivos en la producción de semen bovino. El grado de fertilidad del semen es su evaluación más importante. Esto solo se logra al inseminar hembras y esperar lo suficiente para determinar si entran en estro o hasta que se pueda hacer un diagnóstico de preñez.



Las cualidades que deben tener los espermatozoides de un eyaculado fecundante son: motilidad progresiva, morfología normal, metabolismo energético activo, capacidad para desarrollar una motilidad hiperactivada, integridad estructural y funcionalidad de la membrana, integridad de las enzimas asociadas con la fecundación, capacidad de penetración y transferencia óptima del material genético.

Sin embargo, este análisis integral es muy difícil de desarrollar, debido a la enorme complejidad inherente a la función espermática. Sin embargo, debido a que la valoración *in vitro* de la calidad seminal es muy importante en la valoración andrológica de los machos y es, además, el mejor indicador del grado de conservación del semen congelado-descongelado, se han dedicado grandes esfuerzos al diseño de técnicas que midan la capacidad fecundante del semen fresco y congelado, Lenis et al. (2014).

Ramírez (2008), mencionan que hay dos puntos importantes a considerar cuando se tiene en cuenta el efecto de la muestra de semen en fertilidad. Primero, tasa de concepción a la primera inseminación puede variar hasta un 36% entre padres que son usados para inseminación artificial. Segundo, la calidad de la muestra de semen puede deteriorarse rápidamente después de arribar a la granja por el manejo inapropiado del semen y por problemas con el almacenamiento del semen. Manejo apropiado y mantenimiento del tanque de semen deben ser partes integrales dentro del programa reproductivo del hato, sostiene que además de contemplar los factores que afectan la fertilidad de las vacas, es necesario también tener en cuenta la fertilidad del semen utilizado, manejo adecuado del mismo y técnicas de inseminación artificial, la eficiencia en la detección de celos y la sanidad del rodeo.



**Manejo del semen.-** Se debe poner especial cuidado al momento del manejo y descongelación del semen, así como a su correcta aplicación a la vaca, protegiéndolo de cambios bruscos de temperatura o enfriamiento. Aquí juega un papel importante el reentrenamiento de inseminadores y el uso del equipo adecuado.

Existen dos sistemas de evaluación el macroscópico y el microscópico. La apariencia macroscópica de un eyaculado normal de toro es de color blanco cremoso. Cuando se observa de cerca se puede ver cierto movimiento. La capa cercana al tubo de vidrio puede tener el aspecto granular debido al movimiento de los espermatozoides. Las muestras con concentraciones bajas tienen una apariencia acuosa o menos opaca.

La movilidad de una muestra de semen se expresa como el porcentaje de células móviles bajo un campo microscópico. Un espermatozoide de movilidad progresiva es aquel que se mueve de un punto a otro en una línea más o menos recta. La movilidad progresiva es la prueba de calidad individual más importante, debido a que la fertilidad está altamente correlacionada con el número de espermatozoides móviles inseminados, Lenis et al. (2014).

**Descongelación de semen para inseminación de hembras bovinas.-** (López 2008), manifiesta lo siguiente “Una recopilación de datos provenientes de diversos estudios indica que la descongelación es a 35 – 37 grados centígrados durante 10 – 30 segundos resulta óptima en la mayoría de los casos de inseminación artificial en bovinos.”

La Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (2000), manifiesta lo siguiente. “El agua para descongelar debe encontrarse a 35 grados centígrados



pudiendo lograrse con un termo descongelador, por el tiempo de 7 segundos para pajuelas de 0,25 ml, y 15 segundos para las pajuelas de 0,50 ml.”

Paucar (2008), manifiesta que “Para descongelar pajillas de 2 o 3 ml se utiliza un baño de agua entre 30 y 37 ° Centígrados por 35 a 45 segundos respectivamente, para pajuelas de 0,25 ml.

**Monitoreo de la eficiencia reproductiva del hato.-** Analuisa (2004), reporta que hay una serie de parámetros que pueden usarse para monitorear el progreso que el hato lechero para obtener eficiencia reproductiva. De manera que para lograr excelencia en la eficiencia reproductiva del hato, los productores deben enfocar esfuerzos en organización y entrenamiento del personal. Otros factores a considerar son: agrupamiento de vacas para manejo reproductivo intenso, y el uso de registros exactos para evaluar el aspecto reproductivo del hato. El funcionamiento reproductivo es dependiente de la interrelación entre manejo, factores ambientales y de la vaca; el factor más limitante de estos tres es manejo o intervención humana.

## **2.10 Factores que afectan la eficiencia reproductiva**

### **2.10.1. Vaca Problema**

Ramírez (2008), indica que algunos factores propios de las vacas que afectan la aparición de los celos son la Socialización y vida en grupo: Simulación de la conducta estral: sucede que algunas vacas cercanas al estro muestran celo (conductual) en presencia de otras que si lo están (conductual-fisiológico); Involución posparto: un amplio porcentaje de los primeros celos después del parto son “ Celos silenciosos”; Anestro verdadero: inactividad del ovario, balance energético negativo, disfunción hormonal o de salud (mastitis, cojeras). Además, manifiesta que las vacas que presentan anestro, ninfomanía, vaca repetidora o



estrosilencioso de acuerdo con la presentación del estro. Existen otros tipos de problemas como son vacas con infecciones en cualquier porción del tracto reproductivo, como son endometritis, piometra, vaginitis, cervicitis. Existen, otros tipos de problemas como podemos decir sean de tipo hormonal, como son las vacas que presenten quistes ováricos ya sea de tipo luteínico o folicular.

### **2.10.2. Nutrición**

Tanto la obesidad como la emaciación pueden reducir la fertilidad. Una vaca estresada manifiesta incapacidad para mantener sus funciones vitales en orden, sube su temperatura corporal, aumenta las respiraciones y el balance de sus hormonas se pierde. En dichas condiciones la vaca requiere de cantidades de nutrientes adaptadas a esos desbalances. Por otra parte la vaca también reduce su consumo de alimento, prefiere consumir menos forraje y los horarios de alimentación se alteran; La formulación del alimento deberá ajustarse a las necesidades del animal, es necesario aumentar las concentraciones de fósforo, potasio y calcio, el magnesio debe de cuidarse en relación al potasio y se deberá procurar reducir el cloro (Cabrera 2000).

### **2.10.3. Detección de signos de estro**

Ramírez (2008), indica que la detección de celo es el factor limitante más importante para un rendimiento reproductivo óptimo cuando se emplea IA o monta controlada. La detección de celo insuficiente y/o impreciso origina un retraso en la inseminación (tanto en el postparto como entre dos celos), reduce el porcentaje de preñez y por lo tanto alarga el intervalo entre partos. Existen numerosos factores que pueden dificultar la detección de celo y son la duración del ciclo varía entre 18 y 24 días, las vacas pueden presentar signos de celo sólo durante un



breve período, a menudo la actividad sexual sucede durante la noche y el comportamiento sexual de vacas en celo presenta variaciones individuales.

Además, afirma que Vacas y novillonas deben ser observadas cuidadosamente para comprobar el estro. Dos veces al día fuera del horario de la comida y ordeño. En un estudio, únicamente el 10% de las vacas que fallaban al mostrar el estro, tenían tractos reproductivos normales. Entonces aproximadamente el 90% de la fertilidad de este estudio fue causada por el establero al no detectar las vacas en estro.

#### **2.10.4. Estrés calórico**

El estrés calórico es definido como el resultado de los cambios en la tasa metabólica del animal y en los requerimientos para el mantenimiento, incrementándose la pérdida de agua por evaporación y la tasa respiratoria, además de cambios en la concentración de hormonas en la sangre y en la redistribución del total del fluido sanguíneo. Algunos autores lo definen como la combinación de factores medio ambientales (temperatura, humedad, viento, radiación solar), que ocasionan que aumente la temperatura corporal por encima de la zona termoneutral del animal (Cabrera 2000).

#### **2.10.5. Estrés físico**

Los animales pueden ser sometidos a un estrés físico como el hambre, la sed, la fatiga, alguna lesión o golpe o la exposición a temperaturas extremas superiores a los 30°C y una humedad relativa del 80% (Cabrera 2000).

#### **2.10.6. Estrés psicológico**

Un estrés psicológico o miedo, tal como el confinamiento y el manejo o la exposición a un estímulo novedoso, la respuesta es difícil de predecir ya que





depende de la manera en la que el animal percibe el manejo o el transporte, pudiendo manifestar una respuesta fisiológica, por lo que debemos de tener un manejo cuidadoso para reducir el estrés en el ganado (Cabrera 2000).

### **2.10.7. Época**

Se ha observado un efecto marcado de las estaciones del año de verano e invierno sobre la ciclicidad ovárica y reproductiva en las vacas así como en las hembras de reemplazo, ocasionado por el estrés que producen las altas y bajas temperaturas sobre el desencadenamiento del juego hormonal del cual depende el ciclo reproductivo de estos animales, el estrés térmico puede aumentar las concentraciones de cortisol y éste afectar, de alguna manera el ciclo reproductivo de los rebaños (Jordan 2003).

El efecto del clima en la reproducción animal ha sido estudiado desde hace aproximadamente medio siglo, lográndose importantes avances en el entendimiento de los aspectos fisiológicos y de comportamiento animal bajo condiciones de invierno y verano. En el área de la producción animal los estudios ambientales se han centrado particularmente en la reproducción., en especial aquellos que congregan varios animales en superficies reducidas. Sin embargo, esta es tan solo una de las aristas de la compleja interacción animal-medioambiente; Comparativamente, se ha brindado una menor atención al estudio de los efectos del clima y del medioambiente sobre la salud y desempeño reproductivo de los animales, especialmente durante el último tiempo en el que se han reportado mayores anomalías climáticas. En este nuevo escenario muchas veces los animales llegan al límite de sus capacidades para poder hacer frente a condiciones de frío o calor extremo. En este sentido, muchas de la investigación en bioclimatología animal se remonta a la década del 50 donde comienzan de



forma más sistemática los primeros estudios que evalúan Así, en la actualidad es posible evaluar en forma conjunta el efecto de diversos factores tales como: radiación solar, humedad relativa, temperatura ambiental, velocidad del viento, precipitaciones, tipo de dieta, nivel energético de la dieta, genotipo, etc. En conjunto, estas variables tienen un efecto directo sobre el bienestar animal, así como también en los índices reproductivos, tales como porcentaje de gestación, servicios por concepción, tasa de preñez, etc. Todo ello ha generado un importante conocimiento sobre como los animales reaccionan frente a particulares combinaciones de factores medioambientales y de manejo reproductivo (Cabrera 2000).

### **Actividad estral y desarrollo folicular en invierno y verano**

El estrés por calor en verano reduce la duración y la intensidad del estro. Por ejemplo, la actividad motora junto a otras manifestaciones de estro se reduce, mientras que la incidencia de anestro y ovulaciones silenciosas aumentan. (Gwasdauskas, Lineweaver and Vinson 1981), reportaron que vacas Holstein fueron montadas 4.5 veces por cada estro durante el verano mientras que durante el invierno fueron montadas 8.6 veces por cada estro. Una posible razón para la reducción en la expresión del estro observada durante el verano es la reducción en la actividad física como respuesta para limitar la producción de calor.

Estudios estacionales reportaron concentraciones más bajas de esteroides en el fluido folicular durante la temporada de verano asociadas con una reducción en la viabilidad de células granulosas y una deficiencia en la actividad de la enzima aromatasa. En un estudio por (Cavestany, Wishy and Foote 1985), se observó una reducción en la producción de androstenediona por células de la teca y concentraciones bajas de estradiol en el líquido folicular colectado de folículos



dominantes durante el verano. Los autores concluyeron que los cambios en la capacidad esteroideogénica inducida por el estrés por el calor continúan hasta las etapas finales de desarrollo folicular.

Durante el verano se ha demostrado que aumenta el número de folículos subordinados, mientras que reduce el nivel de dominancia del folículo dominante y disminuye los niveles de inhibina y estrógeno (Badinga, Collier and Thatcher 1985).

### **Comportamiento de la gestación en invierno y verano**

En el ganado lechero explotado bajo condiciones extensivas normalmente se usa la inseminación artificial a lo largo de todo el año para mantener constante la producción láctea, generalmente inseminado a celo natural o con sincronización de ovulaciones; Buenos resultados de gestación en la raza Holstein se observaron en verano, aunque en invierno fueron los meses más beneficiosos. Según dicho autor existe una estrecha relación entre temperatura ambiental, duración del día solar y la lluvia caída con la actividad reproductiva, sin embargo es el rendimiento de los pastos el principal patrón de fertilidad encontrado (López 2008).

En un hato de 908 vacas Holstein se analizó el efecto de la época del año sobre el período de servicio. Se encontró que todos estos factores influyen significativamente en el período de servicio (Charris 2000).

En investigaciones realizadas a un total de 13.193 hembras inseminadas de la raza Holstein y sus cruces F1 se observó que los mayores índices de gestación se dio en los meses de invierno, julio (11.4%), agosto (18.7%), septiembre (8.6%) y octubre (8.7%) (Giraldo 2007).



En estudios realizados en la provincia de Holguín en el período 1982-1984 se encontró la mayor incidencia de los servicios de inseminación artificial en invierno y la fertilidad fue superior en el período de verano (Camejo, 1985).

Ramírez (2008), da a conocer que el clima en diferentes épocas afecta en forma indirecta al animal a través de su efecto sobre la producción de alimentos (pasto), tanto en lo que respecta a la cantidad como a la calidad del alimento disponible para el ganado (forraje y agua). Además indica que los rendimientos productivos y reproductivos disminuyen de un 50 a un 75% a temperaturas superiores a 26,5°C con vacas Holstein y superiores a 29,5°C con vacas Jersey y Pardo Suizo. La temperatura crítica para el descenso en la producción láctea radica entre 21 y 26,5°C para las vacas Holstein y Jersey y entre 29,5 y 32°C para las vacas Pardo Suizo.

#### **2.10.8. Celo**

(Ramírez and Lilido 2012), señala que la sincronización de celos y las ovulaciones a través de tratamientos permite controlar las ondas de desarrollo folicular del ovario, con lo cual podemos inseminar una gran cantidad de vientres, concentrados en el mismo horario y así obtener índices de preñez idénticos a los obtenidos con celo natural. Con la aplicación de esta técnica se ha logrado un avance muy importante para la inseminación artificial. Existiendo algunos tipos de celos, con variable frecuencia de los signos secundarios como el oler-lamer la zona ano genital, el apoyo del mentón en la grupa u otras partes del cuerpo, la monta desorientada, el seguimiento, el rito del flehmen, el intento de monta, así como el caminar en círculos husmeándose los genitales, cuya ponderación puede facilitar la detección de la vaca en celo. Se propone la detección visual del celo mediante la elaboración de tablas que califiquen los distintos signos secundarios.



(Ramírez and Lilido 2012) presentan las frecuencias de los signos de atraktividad 19,33% y proceptividad 27,8% en vacas mestizas en ordeño, que fueron detectadas en celo mediante la observación visual (OV) de la aceptación quieta de la monta por un toro recelador o por una de sus compañeras del rebaño (receptividad 96%).

Las conductas de oler y/o lamer la zona anogenital, el seguimiento, el topeteo cabeza con cabeza, el apoyo del mentón en la grupa u otras partes del cuerpo, así como la monta desorientada y los intentos y rechazos de monta, como signos secundarios de mayor frecuencia que junto a otros, asociados al celo pueden ser utilizados para identificar a la vaca en este estado fisiológico espontáneo; A pesar de los grandes avances científicos y tecnológicos en el campo de la reproducción animal, la detección del celo sigue siendo el principal problema de la ganadería bovina, porque requiere de la acción combinada de la vaca para expresar el celo y de la presencia oportuna del hombre y su técnica para detectarlo.

**Características del celo inducido.-** La ganadería bovina depende de la reproducción, y el manejo reproductivo a su vez del celo, por lo que, la práctica ganadera ha llevado a diversas formas artificiales de inducir y sincronizar el celo, mediante el uso de distintos protocolos hormonales; Sin embargo, según el protocolo hormonal utilizado, estos celos poseen características diferentes a las del celo natural o espontáneo, con mayor intensidad de monta y duración en el celo natural, variables porcentajes de inducción y manifestación que han llevado a protocolos de inseminación sin detección del celo (Ramírez and Lilido 2012).

**Características del celo espontáneo de la vaca.-** La producción animal depende de la reproducción y esta a su vez es dependiente de la habilidad y capacidad de los animales para manifestar la conducta (comportamiento o



interacción) sexual, aún en los programas bajo inseminación artificial; La conducta sexual es el conjunto de actos, ritos y cortejos que conducen al apareamiento de la hembra y el macho para reproducirse y conservar la especie; ello incluye la atractividad, proceptividad y receptividad de la novilla o vaca así como el cortejo y la cópula por el toro (Ramírez and Lilido 2012).

#### **2.10.9. Factores de orden Patológicos**

Arévalo (2006), menciona que la resistencia y susceptibilidad a las enfermedades está en íntima relación con el poder de adaptación.

Ramírez (2008), da a conocer que la mayoría de los procesos patológicos cursan con una disminución del bienestar de la vaca. Las patologías que más comúnmente afectan a las vacas son las cojeras, la mamitis, y los problemas metabólicos. Las cojeras causan dolor, y el dolor es muy efectivo en inducir estrés.

Existe evidencia de que las mamitis al inicio de la lactación están correlacionadas con empeoramientos de la función reproductiva. Por ejemplo, las vacas con mamitis clínicas durante los 15 a 28 días después del parto presentan un retraso de 17 días en la aparición del primer pico de progesterona postparto. En principio, todas las medidas que puedan tomarse para evitar cojeras, mamitis, metritis y procesos metabólicos contribuirán en la reducción del nivel de estrés en las explotaciones entre la tasa de producción de leche y la fertilidad, la presencia de mastitis y otras patologías (problemas podales, endometritis, rasgos de la salud en general); Dentro de las patologías reproductivas, las enfermedades con asiento a nivel uterino durante el postparto son una importante causa de reducción de la eficiencia reproductiva en vacas lecheras. La endometritis subclínica es una enfermedad multifactorial con gran impacto económico, que



reduce la eficiencia reproductiva del ganado lechero, desarrollando fallas embrionarias tempranas por una alteración en la calidad del embrión.

### **2.11. Razas de toros usados en la inseminación artificial**

**Holstein Friesian.-** Arévalo (2006), manifiesta que es la raza de mayor popularidad en todo el mundo debido a sus altas producciones lecheras. Con una capacidad de adaptación a los diferentes climas, es evidente que en los trópicos no se alcanzan las producciones medias de la raza. 5500-6000 l con 3,5 % de grasa por lactancia, pero se está próximo a ella en las áreas tropicales siempre que estén situadas a una altitud conveniente, buen manejo y alimentación. Cuando se desciende la altitud disminuye la capacidad de aclimatación, y en todo caso la producción lechera es bastante inferior a la expresada, el porcentaje de fertilidad es de 71 a 80% y su correlación con los servicios por concepción es de 1,4; Sin embargo, en novillas de raza Holstein son normales índices de fertilidad cercanos al 70%, lo que refuerza la opinión de que los problemas de fertilidad no son genéticos, sino más bien fisiológicos y de manejo.

Ramírez (2008), señala que la Holstein es de color blanco y negro en proporción del 50% cada uno. En dicha raza existe una variedad de color blanco y rojo, genéticamente de carácter recesivo, no muy aceptada internacionalmente ni en el país. Zoométricamente, se ha tenido en cuenta esencialmente el peso corporal como medida de desarrollo físico. Los machos tienen un peso promedio de 990 a 1080 Kg y una vaca adulta de 775 Kg. promedio. Es una de las razas de mayor producción de leche en el mundo con lactancias de 305 días hasta de 25000 Kg., con porcentaje de grasa de 3.2 %.

**Pardo Suiza o Brown Swiss.-** Ramírez (2008), menciona que en su país de origen, Suiza, esta raza proporcionaba leche, carne y trabajo, es decir tenía un



triple propósito. En la actualidad, existen dos tipos, el europeo y el americano. El primero es más rústico por vivir en zonas montañosas. El segundo fue especializado para la producción lechera en E.U.A. Las vacas Suizas adultas pesan de 600 a 800 Kg.; los toros adultos pesan de 800 a 1200 kg.

Pelaje va del pardo oscuro al claro, cambiando de color según la edad y la estación del año. Al nacer el becerro son de color café o gris claro, casi blanco, y se oscurecen a medida que crecen. Los animales adultos son más oscuros durante el invierno. Por lo general, los machos son de color más oscuro que las hembras. Una característica especial en la raza es que tiene pelaje de color gris claro alrededor del hocico, los párpados, los ijares y la línea media del dorso. La mucosa y la pezuña son negras. El ganado Suizo es rústico y adecuado para el pastoreo. Soporta bien climas adversos, tienen una vida útil bastante larga y muestra relativamente pocos problemas de fertilidad. Las vacas y los toros tienen un temperamento tranquilo. Su producción lechera esta aproximada a los 4000 litros con un 3,5 % de grasa por lactancia.





## Capítulo III

### Materiales y métodos

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Físicos

- 1 tablero.
- Hojas de campo.
- Reportes de control mensual con los siguientes datos:
  - Hoja de inseminaciones
  - Hoja de control por estación de inseminación
  - Materiales de escritorio (papel bond, calculadora, lápiz, esferos).
  - Equipo informático (programa SAS).
  - Equipo geo referencial (gps)

#### 3.2. Métodos

##### 3.2.1. Ubicación de la investigación

El estudio se realizó en 19 parroquias de la provincia del Cañar, con la participación de 19 técnicos inseminadores, utilizando dos razas de toros para la inseminación artificial, a través del proyecto de mejoramiento genético con inseminación artificial en bovinos, incorporados por el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca del Cañar, y consistió en una evaluación retrospectiva de la tasa de preñez, basada en los registros del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), durante el periodo comprendido entre junio 2013 y diciembre del 2015.



### **3.2.2. Descripción de la zona de estudio**

La Provincia de Cañar está situada al sur del país, conocida como región interandina o sierra, principalmente sobre la hoya de Cañar. Su capital administrativa es la ciudad de Azogues, mientras la urbe más grande y poblada es La Troncal. Ocupa un territorio de unos 3.908 Km<sup>2</sup>, siendo la quinta provincia del país más pequeña por extensión, detrás de Bolívar, Tungurahua, Carchi y Santa Elena. Limita al norte con Chimborazo, al sur con Azuay, por el occidente con Guayas y al este con Morona Santiago.

En el aspecto económico la ganadería tiene su mayor importancia en la crianza de ganado vacuno, lo que permite una buena producción de leche y carne (INEC, 2006).

### **3.2.3. Descripción de las unidades de análisis**

Para el desarrollo de este estudio se consideraron 4073 registros de inseminaciones artificiales (IA) realizadas entre Junio del 2013 y diciembre del 2015 en 20 núcleos de 20 parroquias de la provincia del Cañar, con semen de toros de dos razas (Holstein Friesian y Brown Swis). Estos registros fueron sometidos a una evaluación exhaustiva para identificar los que, cumpliendo los criterios de inclusión, podían ser incluidos en la data a ser analizada. Luego de la depuración de la data, el estudio se realizó con 2316 registros de IA de las 19 estaciones antes mencionadas.

### **3.2.4. Características de las áreas de estudio y sistemas de producción**

La provincia del Cañar cuenta con 142.384 bovinos distribuidos de la siguiente manera: zona alta 67641, zona media 73398 y zona baja 1345; asentados en siete cantones distribuidos en tres pisos altitudinales que de acuerdo a su rango



altitud se ubican en la zona alta, media y baja, cuya altitud, temperatura media, precipitación anual y cantones que las comprenden de indican en el Cuadro 1.

En los sistemas productivos de las zonas alta y media los establecimientos utilizados presentan características comunes a la mayoría de los predios lecheros del austro, predominando la raza Holstein y sus cruza; se caracterizan por ser sistemas lecheros a pastoreo rotacional (pasturas implantadas a base de mezclas forrajeras y pastos nativos), ocupando al menos el 90 % de la dieta total diaria y 10% con distintos regímenes de suplementación entre concentrados, silo y pre mezcla, con una carga animal promedio de 1,5 unidades animales/ha. El sistema de ordeño de estos establecimientos es manual 90 % y mecánico 10%; en todos los establecimientos, las vacas se ordeñan dos veces al día con ternero al pie y el manejo reproductivo de los animales está a cargo de médicos veterinarios asesores que son los responsables de la salud reproductiva de las vacas.

**Cuadro 1.** Características geográficas y climáticas (altitud, temperatura y precipitación) en las tres zonas de la provincia de Cañar objeto del estudio

Zonas	Descripción de zonas	Estación	Precipitación anual (mm)	Temperatura media (°c)	Altura (msnm)		
					máxima	mínima	Media
Alta	Azogues-Biblián-Déleg	Biblián	894,6	1,4	4637	1606	3000
Media	Cañar-El Tambo-Suscal	Cañar	471,8	11,3	4479	75	2277
Baja	La Troncal	Aztra	1584,6	25	1277	17	637

Fuente: Anuarios Meteorológicos de INAMHI 2015, Elaborado Equipo técnico PDOT

En los sistemas productivos de las zonas alta y media los establecimientos incluidos en el estudio presentan características comunes a la mayoría de los predios lecheros del austro, predominando la raza Holstein y sus cruza; estos se caracterizan por ser sistemas lecheros cuya alimentación se basa en el pastoreo



rotacional (pasturas implantadas a base de mezclas forrajeras y pastos nativos como el kikuyo), con una carga animal promedio de 1,5 unidades animales/ha, que cubre al menos el 90% de la dieta total diaria, más 10% de suplementación de distintas fuentes, tales como concentrados, silo y pre mezcla. El sistema de ordeño de estos establecimientos es en un 90% manual y 10% mecánico; en todos los establecimientos, las vacas se ordeñan dos veces al día con ternero al pie y el manejo reproductivo de los animales está a cargo de médicos veterinarios asesores que son los responsables de la salud reproductiva de las vacas.

El manejo del ganado bovino de la zona baja se caracteriza por estar bajo condiciones extensivas en la mayoría de los casos, con monta libre durante todo el año e inseminación artificial en casos esporádicos. En esta zona, predominan las razas Brahman, Nelore, Pardo Suizo y Charoláis. Dos veces al año se realizó la evaluación de la aptitud reproductiva del hato. Por lo general las novillas se introducen al hato reproductivo a los 20 meses de edad y con peso vivo de 350 kg. Las vacas se desechan por no parir en dos años consecutivos, por enfermedad, o por vejez. La alimentación del ganado se basaba en el consumo de pasto Guinea (*Panicum maximun*) utilizando el sistema rotacional, más la adición de sales minerales y suplementos en un porcentaje del 5% del total de la dieta.

### **3.2.5. Características del manejo reproductivo**

En todos los establecimientos en estudio se realizó IA con semen congelado. La detección del estro fue realizada por observación visual dos veces al día por al menos 30 minutos. La IA fue realizada por 19 técnicos con una experiencia mínima de dos años, mediante el método AM-PM, esto es, las vacas observadas en estro por la mañana fueron inseminadas en la tarde del mismo día y las



observadas en la tarde se inseminaron en la mañana del día siguiente. En todos los servicios se utilizó semen congelado de toros de las razas Holstein y Brown Swiss, en pajillas de 0,5 ml.

La determinación de la preñez se realizó 45 a 60 días post IA cuando se realizó el chequeo ginecológico a cada animal que no había retornado en celo en días anteriores. En base a ello, el resultado se clasificó como preñada o vacía.

### **3.5.6. Variables de estudio**

Se estableció como variable de estudio o variable dependiente el porcentaje de gestación, el cual se obtuvo al dividir el número total de vacas preñadas entre el número total de vacas inseminadas por cien.

Como variables independientes se consideraron el año, la época, la zona (pisos altitudinales), la parroquia, el técnico inseminador, la raza y el tipo de celo. Para determinar el efecto de la época sobre el porcentaje de gestación, los meses de inseminación se agruparon en dos períodos, según las condiciones climáticas: época seca (o de verano; Marzo-Octubre), y época lluviosa (o de invierno; Noviembre-Febrero).

Aunque participaron 20 inseminadores en el estudio, todos aquellos que durante el periodo de estudio tuvieron menos de 50 inseminaciones se agruparon en un solo grupo (grupo 12), de manera que quedaron establecidos doce grupos en esta variable independiente.

De acuerdo a la zona los datos se clasificaron en tres áreas determinadas por el rango de altitud donde se encuentran: alta (> 3000msnm), media (de 2277 a 3000msnm) y baja (de 0 a 2277msnm).

Asimismo, de acuerdo a la raza a la cual corresponde el semen utilizado los datos se agruparon en dos categorías: Holstein y Pardo Suizo; mientras que con



respecto al tipo de celo, estos fueron agrupados en celos naturales o inducidos. El Cuadro 4 indica el número de registros de IA de acuerdo a la variable independiente y a los niveles establecidos en cada una de ellas.

Los datos se analizaron mediante el programa estadístico SAS, versión 9.3 (Statistical Analysis System, 2012). Para determinar el grado de independencia entre los niveles de cada variable y algunas de sus interacciones, las proporciones de vacas gestantes y vacas inseminadas se analizaron mediante la prueba de Chi-Cuadrado del SAS. Además del efecto de cada variable independiente sobre el porcentaje de gestación, se analizaron las siguientes interacciones: zona x época, raza x época, año x época y celo x época. Se estableció en  $P < 0,05$  el nivel de significancia estadística.



**Cuadro 2.** Niveles de las variables independientes consideradas en el estudio y número de registros de IA de acuerdo a cada una

Variable independiente	Nivel	Nº de datos	%
Época	Invierno	1001	43,2
	Verano	1315	56,8
Raza	Holstein Friesian	1529	66,0
	Brown Swiss	787	34,0
Año de IA	2013	418	18,0
	2014	935	40,4
	2015	963	41,6
Técnico Inseminador	1	67	2,9
	2	87	3,8
	3	163	7,0
	4	197	8,5
	5	487	21,0
	6	58	2,5
	7	190	8,2
	8	107	4,6
	9	107	4,6
	10	210	9,1
	11	502	21,7
	12	141	6,1
Parroquia	1	69	3,0
	2	87	3,8
	3	17	0,7
	4	163	7,0
	5	197	8,5
	6	487	21,0
	7	58	2,5
	8	356	15,4
	9	74	3,2
	10	5	0,2
	11	62	2,7
	12	111	4,8
	13	57	2,5
	14	502	21,7
	15	24	1,0
	16	13	0,6
	17	3	0,1
	18	27	1,2
	19	4	0,2
Tipo de Celo	Natural	2063	89,1
	Inducido	253	10,9
Zona	Alta	1079	46,6
	Media	1078	46,5
	Baja	159	6,9



## Capítulo IV

### Resultados

#### 4.1. Porcentaje de gestación

De acuerdo al análisis estadístico aplicado el porcentaje de gestación (PG) global fue de 60,7%; con excepción de la raza y el año de servicio, todos los factores estudiados tuvieron efecto significativo sobre el PG ( $P < 0.05$ ).

#### 4.2. Efecto de la raza del toro

El Cuadro 4 agrupa los resultados del análisis realizado con la prueba de Chi-Cuadrado del porcentaje de gestación de las vacas inseminadas con pajuelas de las dos razas consideradas. Se puede observar que de las razas utilizadas, la Holstein Friesian obtuvo un porcentaje de gestación 2,8 porcentuales superior a la Brown Swis. Sin embargo, el análisis estadístico indicó que la raza de toro no tuvo un efecto significativo sobre la tasa de gestación ( $P = 0,14$ ).

**Cuadro 3.** Efecto de la raza del toro utilizado en la I.A. sobre el porcentaje de gestación en vacas de la provincia del Cañar

Raza	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación
Holstein Friesian	1512	932	61,6 <sup>a</sup>
Brown Swiss	787	460	58,5 <sup>a</sup>

Letras diferentes en la misma columna difieren ( $P = 0,14$ )

#### 4.3. Efecto de los factores ambientales

##### 4.3.1. Efecto de la parroquia

En cuanto al efecto de la Parroquia (P) la prueba de Chi-Cuadrado indicó que la comparación general fue altamente significativa ( $P < 0,0001$ ; Anexo 2), sin embargo, la comparación individual de numerosas categorías, como en este caso, no se utilizó por ser inapropiado con este procedimiento estadístico.





En el Cuadro 4 se observa que durante el periodo de estudio la P14 (n=502) tuvo el mayor número de servicios, seguido de las parroquias 6 (n=487) y 8 (n=356; Cuadro 5). Las parroquias con mayores porcentajes de gestación fueron la 6 (73,1%), 9 (77%), 11 (67,7%) y 12 (67,6%). Asimismo, en el Cuadro 4 se aprecia que en 11 de 19 parroquias (57,8%) el porcentaje de gestación estuvo por encima de 60%; mientras que solamente una parroquia tuvo un porcentaje de gestación menor a 50% (parroquia 2: 42,5%).

**Cuadro 4.** Efecto de la parroquia sobre el porcentaje de gestación en vacas de la provincia del Cañar.

Parroquia	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación
1	69	39	56,5
2	87	37	42,5
3	17	10	58,8
4	163	87	53,4
5	197	121	61,4
6	487	356	73,1
7	58	37	63,8
8	356	213	59,8
9	74	57	77,0
10	5	4	80,0
11	62	42	67,7
12	111	64	67,6
13	57	266	53,0
14	502	16	66,7
15	24	7	53,8
16	13	2	66,7
17	3	20	74,1
18	27	2	56,0
19	4	2	66,7

#### 4.3.2 Efecto del técnico inseminador

Como en el caso de las parroquias, el análisis de las proporciones por el método de Chi-Cuadrado indicó un efecto general del TI altamente significativo



( $P < 0,0001$ ; Anexo 3), que por las razones explicadas anteriormente no se realizó individualmente entre inseminadores.

En el Cuadro 5 se presentan los porcentajes de gestación para cada técnico inseminador (TI); en el mismo se advierte que los TI 11 y 5 fueron los que aplicaron el mayor número de servicios, pero no obtuvieron el mayor porcentaje de gestación, en comparación con el TI 7 que aplicó considerablemente menor número de servicios, pero obtuvo el mayor porcentaje de gestación (75,3%).

Llama la atención que de los dos técnicos que aplicaron el mayor número de inseminaciones, el TI 5 ( $n=487$ ) obtuvo un porcentaje de gestación 20,1 puntos porcentuales superior al TI 11.

**Cuadro 5.** Efecto del técnico inseminador sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar

Técnico	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación
1	67	39,0	58,2
2	87	37,0	42,5
3	163	87,0	53,4
4	197	121,0	61,4
5	487	356,0	73,1
6	58	37,0	63,8
7	190	143,0	75,3
8	107	64,0	59,8
9	107	62,0	57,9
10	210	93,0	44,3
11	502	266,0	53,0
12	141	101,0	71,6

#### 4.3.3. Efecto de la zona

En cuanto al efecto de la zona o piso altitudinal (Cuadro 6), se observó que la zona Media fue la que tuvo el mayor porcentaje de gestación, que fue



significativamente superior a las zonas Alta y Baja, que a su vez fueron estadísticamente similares entre sí.

**Cuadro 6.** Efecto de la zona sobre el porcentaje de gestación en vacas de la provincia del Cañar

Zona	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación
Alta	1079	603	55,9 <sup>a, c</sup>
Media	1078	717	66,5 <sup>b</sup>
Baja	159	86	54,1 <sup>c</sup>

Letras diferentes en la misma columna difieren: <sup>a,b</sup>  $P < 0,0001$ ; <sup>b,c</sup>  $P < 0,003$

#### 4.3.4. Efecto del tipo de celo

El porcentaje de gestación en función del tipo de celo (natural o inducido) al momento de la inseminación se presenta en el Cuadro 7. Se obtuvo mayor porcentaje de gestación al inseminar las vacas con celo natural que con inducido. Esta diferencia de 8,2 puntos porcentuales fue estadísticamente significativa ( $P < 0,02$ ).

**Cuadro 7.** Efecto del tipo de celo sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar.

Tipo de celo	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación
Natural	2063	1271	61,6 <sup>a</sup>
Inducido	253	135	53,4 <sup>b</sup>

Letras diferentes en la misma columna difieren: <sup>a,b</sup>  $P < 0,02$ .

#### 4.3.5. Efecto del año de servicio

Como se observa en el Cuadro 8, el año en que se realizaron los servicios de I.A. no mostró efecto significativo sobre la tasa de gestación ( $P > 0,05$ ). Se aprecia que la diferencia en el porcentaje de gestación en los años estudiados osciló en



1,4 puntos porcentuales. Aunque el año 2015 tuvo mayor número de servicios, mayor número de vacas gestantes que el año 2013, pero igual al 2014, el porcentaje de gestación fue ligeramente menor.

**Cuadro 8.** Efecto del año de servicio sobre el porcentaje de gestación de vacas de la provincia del Cañar

Año	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	porcentaje de gestación
2013	414	252	60,9 <sup>a</sup>
2014	932	570	61,2 <sup>a</sup>
2015	953	570	59,8 <sup>a</sup>

Letras diferentes en la misma columna difieren (P= 0,83)

#### 4.3.6. Efecto de la época

Como se observa en el Cuadro 9, el efecto de la época en que se aplicaron los servicios de I.A. (cuadro 9) tuvo un efecto significativo sobre el porcentaje de gestación (P<0,003). En el período de verano ocurrió el mayor número de servicios y el mayor porcentaje de gestación en relación a la época de invierno.

**Cuadro 9.** Efecto de la época de servicio sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar

Época	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	porcentaje de gestación
Invierno	1001	573	57,2 <sup>a</sup>
Verano	1315	833	63,4 <sup>b</sup>

Letras diferentes en la misma columna difieren: <sup>a,b</sup> P < 0,003

#### 4.3.7. Efecto de la interacción entre la zona y la época

Al analizar la interacción entre la zona y la época se determinó que en la zona alta el porcentaje de gestación fue estadísticamente similar entre épocas (Cuadro 10); asimismo, hubo una elevada tendencia estadística entre estos dos



periodos del año en la zona Media ( $P>0,06$ ). No obstante, en la zona Baja la diferencia en el porcentaje de preñez entre épocas fue altamente significativa ( $P<0,001$ ).

**Cuadro 10.** Efecto de la interacción entre la zona y la época sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar

Zona	Época					
	Invierno			Verano		
	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	porcentaje de gestación
Alta	507	277	<b>54,6<sup>a</sup></b>	572	326	<b>56,1<sup>a</sup></b>
Media	429	271	<b>63,2<sup>a</sup></b>	649	446	<b>68,7<sup>b</sup></b>
Baja	65	25	<b>38,5<sup>b</sup></b>	94	61	<b>64,9<sup>c</sup></b>

Valores porcentuales con letras diferentes en la misma línea difieren: <sup>a,b</sup>  $P<0,06$ ; <sup>b,c</sup>  $P<0,001$ .

#### 4.3.8. Efecto de la interacción entre la raza y la época

Al realizar las comparaciones del comportamiento reproductivo en ambas épocas para cada una de las razas, se determinó que el porcentaje de gestación fue mayor en la época de verano que en la de invierno (Cuadro 11). Mientras que en la raza Holstein Friesian la diferencia del porcentaje de gestación entre épocas fue significativa ( $P<0,02$ ), en la Brown Swis la diferencia mostró una tendencia estadística ( $P=0,08$ ).

**Cuadro 11.** Efecto de la interacción entre la raza y la época sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar

Raza	Época					
	Invierno			Verano		
	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	porcentaje de gestación
Holstein Friesian	648	377	<b>58,2<sup>a</sup></b>	864	555	<b>64,2<sup>b</sup></b>
Brown Swiss	349	192	<b>55,0<sup>b</sup></b>	438	268	<b>61,2<sup>c</sup></b>

Valores porcentuales con letras diferentes en la misma línea difieren <sup>a,b</sup> ( $P<0,02$ ); <sup>b,c</sup> ( $P=0,08$ )



#### 4.3.9. Efecto de la interacción entre el año y la época

El análisis de la interacción entre el año y la época determinó que en los dos primeros años de estudio el comportamiento reproductivo de las vacas no varió significativamente (Cuadro 12); por el contrario, la prueba de Chi-Cuadrado dejó claro que en el período de verano del año 2015 el porcentaje de gestación fue significativamente superior ( $P < 0,01$ ) al de invierno.

**Cuadro 12.** Efecto de la interacción entre el año y la época sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar

Año	Época					
	Invierno			Verano		
	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	porcentaje de gestación
2013	210	122	<b>58,1</b>	208	134	<b>64,4</b>
2014	404	239	<b>59,2</b>	531	334	<b>62,9</b>
2015	387	212	<b>54,8<sup>a</sup></b>	576	365	<b>63,4<sup>b</sup></b>

Valores porcentuales con letras diferentes en la misma línea difieren <sup>a,b</sup> ( $P < 0,01$ ).

#### 4.3.10. Efecto de la interacción entre el celo y la época

Al igual que en los casos anteriores, irrespectivamente del tipo de celo, las vacas inseminadas durante el verano tuvieron un mayor porcentaje de gestación que las inseminadas en los meses de invierno (Cuadro 13). En el caso del celo natural, la diferencia entre ambos porcentajes (3,6 puntos) mostró una tendencia estadística ( $P < 0,10$ ); mientras que en las vacas con celo inducido, la inseminación durante el invierno afectó considerablemente el éxito de la gestación, ya que esta se redujo en 22,3 puntos porcentuales en relación con el periodo de verano ( $P < 0,0004$ ).



**Cuadro 13.** Efecto de la interacción entre la época y el tipo de celo sobre el porcentaje de gestación en vacas en la provincia del Cañar

Celo	Época					
	Invierno			Verano		
	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	Porcentaje de gestación	Número de inseminaciones	Número de gestaciones	porcentaje de gestación
Natural	857	510	<b>59,5<sup>a</sup></b>	1206	761	<b>63,1<sup>b</sup></b>
Inducido	144	63	<b>43,8<sup>b</sup></b>	109	72	<b>66,1<sup>c</sup></b>

Valores porcentuales con letras diferentes en la misma línea difieren <sup>a,b</sup>  $P < 0,010$  <sup>b,c</sup>  $P < 0,0004$ .



## Capítulo V

### Discusión

#### Comportamiento de la Gestación

El porcentaje de gestación en este estudio fue de 60,7%, lo cual coincide con los rangos de efectividad señalados por Alvear (2010), quien manifiesta que la meta de las explotaciones lecheras es alcanzar el 60% de gestación, para lo cual se tiene que cuidar los 4 grandes factores que pueden afectarla como son la salud del hato, la fertilidad del semen, efectividad de la detección del celo y eficiencia del inseminador.

Ortiz (2008) reportó un porcentaje de gestación promedio de 58.4% durante un período de 5 años, lo cual es un valor muy aproximado al observado en este estudio; no obstante, este PG es moderadamente bajo al compararlo con los valores de 68 y 72,8% reportados en hatos lecheros manejados bajo tratamientos de sincronización y celo natural respectivamente (Charris, 2000).

Por otra parte, Ramírez (2008) mencionó que es factible alcanzar PG de 70 a 75%. A este respecto, Aban, Delgado and Magaa (2008), reportaron un PG entre 60 y 90%, en vacas de uno o más partos, respectivamente. Estos resultados se basan en periodos de empadre, de dos a tres meses la cual consiste en la aplicación del servicio en la mejor época para armonizar los recursos alimenticios con los requerimientos de los bovinos y así expresar un mejor desempeño reproductivo. Esta estrategia es importante para la ganadería bovina, pero que no se practica en la mayoría de las regiones de la sierra Ecuatoriana como en la región del presente estudio, ya que al manejar al ganado con servicio continuo todo el año se pierde la ventaja de ajustar los recursos alimenticios con los mayores requerimientos de las vacas; esto da como resultado la disminución





tanto de la tasa de concepción como de la parición anual y, en consecuencia, de la productividad del hato.

### **Efecto de la Raza de Toro**

En el presente estudio no se encontró diferencia significativa en cuanto a la raza de toro utilizado sobre el porcentaje de gestación ( $P=0,14$ ). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Basurto, Martínez and Gutiérrez 1997) quienes no encontraron efecto significativo del toro utilizado sobre la gestación. De los 17 toros utilizados de las razas Holstein y Brown Swiss, solo 13 presentaron una fertilidad mayor al 50%.

De igual manera Macpherson (1998) no encontró diferencia significativa en la tasa de gestación al utilizar toros Holstein y Brown Swiss. Tampoco Rothschild y Zarco (1987), encontraron diferencia en el índice de concepción de 32 toros de dos razas, probablemente debido a que algunos toros se utilizaron para inseminar vaquillonas de primer servicio, otro para vaconas repetidoras, y otro para todo tipo de animales. En el presente estudio los 2 toros fueron utilizados indistintamente en vacas y vaconas.

Por el contrario, Gwasdauskas, Lineweaver, Vinson (1981), observaron diferencias significativas ( $p<0.05$ ) al utilizar 40 toros de dos razas Holstein Friesian y Brown Swiss con un promedio de 25 servicios cada uno, alcanzando porcentajes de gestación desde 14,3 hasta 80%. Asimismo, Segura, Rodriguez y Segura (1989), encontraron alrededor de 5% más fertilidad al inseminar con semen de toros de la raza Holstein (46,5%), que con la Brown Swiss (41,2%).

En este estudio el porcentaje de gestación de ambos grupos genéticos varió solo en tres puntos porcentuales (Cuadro 3). Ambas, son razas lecheras especializadas, con un origen filogenético común, que aunque tienen algunas



diferencias en los rasgos lecheros, tienen mucha similitud en el comportamiento reproductivo cuando son sometidas a condiciones ambientales y de manejo similares. Puede suponerse, que en el presente estudio se cumplieron las condiciones antes mencionadas, y por esa razón el desempeño reproductivo de ambos grupos genéticos fue similar.

La fertilidad es la capacidad que tienen las hembras bovinas para concebir y facilitar el desarrollo de la concepción, y de ello dependerá lograr un mayor número de terneros y lactancia durante la vida útil del animal. Según Da Cunha (2010), la fertilidad es la cualidad zootécnica que tiene el animal, de acuerdo a su raza o especie, de generar abundante prole normal y sana. La cual está relacionada directamente con la clase de suelo o la calidad de alimentación del animal y por tanto guarda estrecha relación con la estación del año.

#### **Efecto de la Parroquia**

Ortiz (2008) no encontró diferencias significativas en el porcentaje de gestación durante 5 años de evaluación y 5 zonas de intervención la cual promedió 53,3%. Similarmente, Analuisa (2004) no encontró diferencias significativas en el porcentaje de gestación en tres años de estudio y 10 zonas de intervención alcanzando un porcentaje promedio de 85.2%.

Por el contrario Vicentini et al. (1991) y Thatcher (2003) observaron diferencias significativas en la tasa de preñez al evaluar 10 y 8 zonas de intervención respectivamente, que se atribuyeron principalmente a la eficiencia de la detección de celos en las áreas de estudio.

En el presente estudio, aunque no se hizo la comparación individual entre parroquias, los porcentajes de gestación entre ellas variaron considerablemente, y en varios casos fueron mayores a 20 puntos porcentuales. Esto puede deberse a



numerosas causas, pero evidentemente la altitud, las condiciones agroecológicas y climáticas que predominan en las diferentes parroquias de la provincia del Cañar, deben haber jugado un papel preponderante para determinar estas diferencias en el porcentaje de preñez; una referencia de ello se muestra en el Cuadro 6.

### **Efecto del Técnico Inseminador**

El técnico inseminador es un elemento importante para garantizar el éxito de un programa de IA. En relación a esto, Gwasdauskas, Lineweaver y Vinson (1981), con vacas y novillonas Holstein, y Lunstra, Hays y Bellows (1983), con razas europeas de carne, señalaron que no encontraron efectos significativos del técnico inseminador sobre el porcentaje de gestación.

Por el contrario Badinga, Collier y Thatcher (1985) encontraron diferencias significativas en el porcentaje de gestación entre inseminadores al analizar 704 registros de inseminación correspondientes a 135 vacas F1 (Holstein x Cebú) en el trópico húmedo. Asimismo Bohn, Preisinger y Kalm (1991) determinaron que el periodo de servicio, la producción de leche y el técnico inseminador representan entre el 25 y 33% del total de la varianza en la tasa de gestación.

García, Huanca y Echevarría (1990), determinaron tanto en *Bos taurus* como en *Bos indicus* un efecto significativo del técnico inseminador sobre la gestación (25% de variación entre los niveles de concepción), lo cual sugiere que en estas zonas y bajo los sistemas de producción que prevalecen, la preparación y supervisión periódica de estos técnicos debe ser un aspecto de suma importancia a considerar.

Phatak y Whitmore (1991), concluyeron que los veterinarios podrían incrementar la eficiencia reproductiva de los hatos en los cuales trabajan a través



de una interacción más activa con sus clientes y empleados, con el fin de hacer más eficiente la detección del estro y la inseminación artificial.

Al igual que en el caso de las parroquias, el efecto del TI afectó considerablemente la tasa preñez, que experimentó diferencias superiores a 20 puntos porcentuales entre técnicos. Esto es comprensible ya que se trata de una tarea que requiere experticia, que no todos los individuos dedicados a ello presentan por igual. Asimismo, aunque los técnicos fueron rotados por diferentes parroquias, no todos estuvieron representados en cada una de ellas, por lo cual, algunos pudieron haber servido más vacas en áreas donde las condiciones ambientales y de manejo, así como también la pericia de inseminador, afectaron el resultado de la IA.

#### **Efecto de la Zona (Piso Altitudinal)**

Este estudio demostró que el piso altitudinal donde se realizó el servicio de inseminación artificial afectó el porcentaje de gestación; así, se determinó que la zona de la provincia de Cañar con mejores condiciones agroecológicas y climáticas parece ser la de altitud intermedia ya que el porcentaje de gestación de esta área superó en más de 10 puntos porcentuales a las áreas de mayor y menor altitud, cuya tasa de preñez fue estadísticamente similar entre sí.

Concordando con los resultados obtenidos por Martínez (1980), quien obtuvo porcentajes de gestación de 62,5% 68,3% y 85,1% al analizar la gestación en tres zonas climáticas: trópico húmedo, zona alta y zona media respectivamente ( $p < 0,05$ ) La PG promedio de las zonas de trópico bajo y alta confirman el bajo nivel reproductivo que caracteriza a las explotaciones de ganado de las regiones de trópico y de los páramos manejadas bajo condiciones extensivas durante todo el año. Por lo general este manejo se basa en periodos de empadre de dos a tres



meses, previo a una estrategia que consiste en la definición de la mejor época de empadre para armonizar los recursos alimenticios con los requerimientos del ganado y así expresar un mejor desempeño reproductivo. Esta estrategia es importante para la ganadería bovina, pero que no se practica en la mayoría de las regiones del trópico y paramo como en la región del presente estudio, ya que al manejar al ganado con empadre continuo todo el año se pierde la ventaja de armonizar y ajustar los recursos alimenticios con los mayores requerimientos de las vacas; esto da como resultado la disminución tanto de la tasa de concepción como de la parición anual y, en consecuencia, de la productividad del hato. Las vacas han demostrado mejor desempeño reproductivo en la zona media ya que son mantenidas con suficiente cantidad y calidad de pastos para satisfacer sus requerimientos debido a su mayor potencial de producción lechera.

Asimismo (Rodríguez 1995) y Alvear (2010), al analizar 2 zonas de estudio trópico y sierra encontraron que los promedios de preñez fueron: 50,75 y 76.76 % respectivamente, la causa principal del bajo porcentaje de gestación encontrado en el trópico fue de índole nutricional, ya que las condiciones de pastoreo por efecto de la época en las que se mantuvieron los animales, difícilmente pudieron cubrir sus requerimientos nutricionales; al respecto, se ha observado que la restricción del consumo de nutrientes en el posparto temprano provoca un balance energético negativo, cuya duración y magnitud dependen de la cantidad de reservas corporales de grasa disponibles al momento del parto Aban (2008).

Se ha evidenciado el bajo comportamiento reproductivo de las vacas que sufren un balance energético negativo severo, lo que se ha atribuido, principalmente, al largo periodo de anestro posparto. La superioridad de la zona de la sierra, puede atribuirse al efecto de la calidad de pasto ofertado y el vigor



híbrido practicado por los ganaderos de la zona expresado sobre la fertilidad, la cual es de mucha relevancia cuando el ambiente, especialmente el nutricional, es más riguroso. Los resultados del presente trabajo sugieren la influencia del nivel nutricional tanto en la zona del trópico como en la sierra. Ya que se ha demostrado que la variación de la CC en el ganado es provocada por las fluctuaciones estacionales tanto de la cantidad como de la calidad del pasto disponible en los diferentes meses del año.

### **Efecto del tipo de Celo**

En el presente estudio se encontró un efecto significativo ( $P < 0,05$ ;  $P = 0,01$ ) del efecto del tipo de celo natural o inducido sobre el porcentaje de gestación luego de una inseminación artificial, lo cual corrobora los hallazgos de varios estudios.

Así, González (2001) encontró diferencias significativas en los resultados de la IA, con porcentajes superiores al 65% de gestación en vacas que fueron inseminadas con celo natural, en contraste con solo un 30% en aquellas que experimentaron un celo inducido; estos hallazgos también concuerdan con los de Hernández, Mendoza y Morales (2000), quienes indicaron que en vacas y vaconas hubo un incremento de la fertilidad cuando estas se inseminaron con celo natural.

En contraposición a lo indicado anteriormente, Hincapié, Pipaon y Blanco (2008) no encontraron diferencias significativas entre las vacas que fueron inseminadas con uno u otro tipo de celo; que también coincide con lo reportado por Hernández, et al. (1984) y Giraldo (2007). Este último autor indicó que en vacas primíparas y multíparas el porcentaje de gestación luego de la inseminación con celo natural o inducido fue de 51% y 38% respectivamente, aunque esta diferencia numérica no fue estadísticamente significativa.



Asimismo, Charris (2000) encontró un porcentaje de preñez acumulada de 59.3% en vacas sincronizadas y de 60.0% en las inseminadas con celo natural; concordando con los hallazgos de Zambrano (1998), el cual obtuvo un 60% de éxito luego de la inseminación de vacas sincronizadas con prostaglandina F2alfa, y un 65.2% en aquellas que mostraron celo natural.

### **Efecto del Año**

En el presente estudio no se encontró efecto significativo del año sobre el porcentaje de gestación; sin embargo, en los servicios aplicados en el año 2014 el porcentaje de gestación fue ligeramente mayor (61,2%) con respecto a los años 2013 (60,9%) y 2015 (59,8%).

Coincidiendo con los hallazgos de este estudio, Alvear (2010) encontró valores variaron muy poco durante un estudio de tres años, ya que en el 2003 se registró una tasa de gestación del 58,3%, que se incrementó a 62,5% en el año 2004, y que se redujo a 60% en el año siguiente.

Por el contrario, Ortiz (2008) en un estudio de cuatro años reportó un menor porcentaje de gestación en el año 2006 con 50,5% un mayor porcentaje en el año 2002 con 70.42% y una media de 58.43% siendo un porcentaje aceptable ya que se acerca a lo que mencionó Acurio (2008).

Asimismo, Aban, Delgado y Magaa (2008), indicaron que durante un estudio de tres años el porcentaje de gestación mejoró del 37%, en el año 1995, hasta el 43% en 1997; los resultados del estudio antes mencionado son bajos al compararlos con los valores entre 65 y 79% reportados en poblaciones de vacunos *Bos taurus* y *Bos indicus* en hatos manejados bajo épocas de empadre en América Latina (Galdo, Plasse and Bauer 2002).



## Efecto de la Época

La época del año tuvo un efecto significativo sobre el éxito de la IA, observándose un mayor porcentaje de gestación en verano (63,4%) que en invierno (57,2%), concordando con los resultados de Hernandez et al. (1984), quienes en un estudio en el que se utilizaron las razas Holstein y Brown Swiss encontraron que el porcentaje de concepción fue significativamente mejor ( $P < 0,05$ ) en la estación de verano que en la de invierno en un estudio realizado en el subtrópico. Similarmente, Segura et al. (1989), quienes en Tizimin, Yucatan estudiaron el porcentaje de preñez de vacas cebú y sus cruzas con ganado europeo, indicaron que durante los meses de verano (febrero a mayo) el porcentaje de preñez (46,8%) fue mayor de en los meses de invierno (octubre a enero; 34,5%).

No obstante, a diferencia de lo anteriormente indicado, (Cabrera 2000) encontró mejores resultados en los meses de invierno con PG de 63,33% que en los meses de verano que alcanzo 33,33%, observando diferencia estadística entre los tratamientos ( $P < .05$ ) en un estudio realizado en la zona templada.

En el ganado mestizo de doble propósito (*Bos taurus* × *Bos indicus*), en condiciones agroecológicas del trópico bajo, la época del año causó una importante variación de la tasa de concepción al primer servicio (Perea et al., 2005). En el periodo de sequía esta fue de 61,5% y se redujo a 57,4 y 51,2% en las épocas intermedia y de húmeda respectivamente. Las evidencias indican que los meses de más pluviosidad y menor velocidad del viento, afectan en mayor magnitud la fertilidad al 1<sup>er</sup> servicio, ya que en los meses más secos y frescos esta índice reproductivo alcanzo niveles más elevados que durante los meses





húmedos, cuando la fertilidad alcanzo la mínima expresión en el mes en el que ocurrió la mayor precipitación acumulada del año (Perea et al., 2006).

Por el contrario, Rothschuc y Zarco (1987) no encontraron diferencias significativas sobre la tasa de gestación en las distintas épocas y meses del año en vacas lactantes *Bos indicus* y sus cruzas con *B. taurus*, en un ható bovino del oriente de Yucatán, México.

### **Efecto de las interacciones de la Época con la Zona, Raza, Año y Celo**

Las evidencias de este estudio indican que el efecto combinado del piso altitudinal donde se encuentran las unidades de producción y época del año afectaron el comportamiento reproductivo de los vacunos estudiados. Como se indicó en la sección de resultados, el efecto de la humedad elevada durante los meses lluviosos afectó la tasa de preñez en la zona intermedia y baja, pero no en la alta.

Este efecto fue mucho más contundente en la zona tropical baja, cuya altura promedio es de 637 msnm, tiene una temperatura media de 25°C y una pluviosidad anual de 1584,6 mm (Cuadro 1), y en la que tasa de preñez en la época de invierno se redujo dramáticamente con respecto a la de verano.

Las vacas en las condiciones antes mencionadas son más sensible a los efectos invernales, es decir de alta pluviosidad, temperaturas elevadas y reducido movimiento del aire, en comparación con las que se encuentran en zonas más altas. Debido a que la actividad reproductiva es una función biológica no esencial para la vida, ante situaciones adversas esta es interrumpida o seriamente afectada, tal como se hace evidente en este estudio en el cual la tasa de preñez durante la época de invierno se redujo en 26,4 puntos porcentuales en comparación con los meses más secos y frescos del año. Numerosos estudios



previos corroboran lo indicado anteriormente (Putney et al., 1989; Barth, 1993; Rivera-Suarez et al., 2001; Perea et al., 2005; Perea et al., 2006).

En este estudio se comparó la efectividad de la IA en dos razas taurinas lecheras, Holstein Friesian y Brown Swiss, de las cuales la primera resultó ser más fértil que la segunda. Los resultados de este estudio demostraron que irrespectivamente de la raza, la época en que fue aplicada, la IA afectó por igual a ambos grupos genético, reduciendo en alrededor de 6 puntos porcentuales el porcentaje de preñez en cada uno.

Aunque hay una disminución en el porcentaje de preñez en los tres años de estudio, particularmente en el primero (2013) y en el tercero (2015), la magnitud de esta diferencia fue porcentualmente (8.6 puntos porcentuales) y estadísticamente mayor ( $P < 0,01$ ) en el año 2015. Aunque no se dispone de los datos climáticos de cada año de estudio, es bien sabido que estos pueden variar de un año a otro, afectando en mayor o menor proporción la eficiencia reproductiva del rebaño (SINAGAP, 2015).

En ambientes tropicales la temperatura media experimenta muy poca variación a lo largo del año, y la combinación de la elevada temperatura ambiental de este medio con altos niveles de humedad dificulta la disipación de calor de los animales (Góngora y Hernández, 2010), y como consecuencia, estos experimentan un estado de estrés calórico que afectan diversos aspectos de la función reproductiva (De Rensisa y Scaramuzzi, 2003)

Como se indicó anteriormente, numerosos estudios en ambientes tropicales y sub tropicales del continente americano, han demostrado el efecto detrimental de las elevadas temperaturas y/o humedad ambiental sobre la reproducción (Putney



et al., 1989; Barth, 1993; Rivera-Suarez et al., 2001; Perea et al., 2005; Perea et al., 2006).

En este estudio se demostró que durante la época de verano el porcentaje de preñez de las vacas con celo natural e inducido es muy parecido; sin embargo, en la época de invierno las inseminadas con celo natural, sin bien redujeron la tasa de preñez en comparación con el período de verano, fueron las vacas servidas con celo inducido en la época de invierno las que disminuyeron en 15,7 puntos porcentuales este índice reproductivo.



## Capítulo VI

### Conclusiones y recomendaciones

La raza y el año de inseminación no afectaron el desempeño reproductivo de las vacas inseminadas en la provincia de Cañar durante el periodo de estudio.

Los resultados de la inseminación artificial en las diversas parroquias de la provincia de Cañar, así como la efectividad de los numerosos técnicos inseminadores que participaron en el estudio, fueron considerablemente variables.

La época, el tipo de celo y la zona de intervención fueron importantes fuentes de variación en el PG, bajo las condiciones del presente estudio.

Los resultados obtenidos, benefician directamente a la producción lechera del austro con tendencia al mejoramiento de la eficiencia reproductiva optimizando la rentabilidad de las inversiones de proyectos públicos y privados de mejoramiento genético a través de la inseminación artificial en beneficio de los pequeños y medianos productores de la provincia del Cañar.

Se recomienda utilizar la información del MAGAP, para corregir periódicamente los problemas de producción y reproducción que se detecten a tiempo para tomar decisiones sobre tendencias productivas, para evitar la fluctuación o variabilidad en los parámetros indicadores de la eficiencia productiva y reproductiva; Además los resultados indican la necesidad de una adecuada capacitación y reentrenamiento periódico de los técnicos al utilizar programas de mejoramiento genético, ya que al menos tres de los principales factores que tuvieron efecto sobre la fertilidad del servicio de inseminación, están bajo su control.



## Referencias bibliográficas

1. Aban, J., R. Delgado, y J.y Segura, J. Magaa. «Factors affecting pregnancy rate at 120 postpartum days in Zebu and crossbred with european cows in southeast México.» *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*, 2008: Rev. AIA. 12(1): 29-45-56.
2. Acurio, V. «Determinacion de parametros productivos y reproductivos del programa lechero de la unidad productiva de Tunshi de la Facultad De Ciencias Pecuarias De La Epoch, durante el periodo 2000-2004.» *Determinacion de parametros productivos y reproductivos del programa lechero de la unidad productiva de Tunshi de la Facultad De Ciencias Pecuarias De La Epoch, durante el periodo 2000-2004*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politecnica Del Chimborazo, 04 de Marzo de 2008.
3. AGROCALIDAD. *Reporte de vacunación de Fiebre Aftosa*. Gobierno por resultados, Azogues: AGROCALIDAD, 2016.
4. Alvear, E. «Caracterización productiva y reproductiva de la hacienda “San Jorge” para recomendar un programa de inseminacion artificial.» *Caracterización productiva y reproductiva de la hacienda “San Jorge” para recomendar un programa de inseminacion artificial*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, 01 de Marzo de 2010.
5. Analuisa, I. «Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de diez hatos lecheros de Aloag, Aloasi, Machachi y Tambillo en la provincia Pichincha".» *Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de diez hatos lecheros de Aloag, Aloasi, Machachi Y Tambillo en la provincia*



- Pichincha*". Riobamba- Ecuador : Escuela Superior Politecnica De Chimborazo, 01 de Junio de 2004.
6. Arévalo, F. «Manual de Ganado Lechero. 3a ed. .» *Manual de Ganado Lechero. 3a ed. .* Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 15 de Enero de 2006. .
  7. Badinga, L., R. Collier, y W. y Wilcox, C. Thatcher. «Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. .» *J Dairy Sci.* 1985 Jan;68(1):78-85. , 1985: 68(1):78-85. .
  8. Basurto, H., A. Martínez, y I. Gutiérrez. «Factores que afectan la fertilidad de los servicios de inseminación artificial en vacas F1 (Holstein x Cebú) en el Trópico Húmedo.» *Revista Lasallista De Investigación Vet. Mex.* 28 (2) 1997, 1997: 109-110.
  9. Bohn, D., R. Preisinger, y E. y Averdunk, G. Kalm. «Population analysis for male and female fertility traits. .» *Systematic effects. Anim. Breed. Abstr.*, 59:319 (1991), 1991: 59:319.
  10. Cabrera, M. «Evaluación de la fertilidad en ganado holstein friesland en sistema estabulado, empleando el método ovsynch en dos diferentes temporadas del año, en el valle del Yaqui. .» *Evaluación de la fertilidad en ganado holstein friesland en sistema estabulado, empleando el método ovsynch en dos diferentes temporadas del año, en el valle del Yaqui. .* Sonora-Mexico: Instituto Tecnológico De Sonora , 05 de Enero de 2000.
  11. Cavestany, D. *Eficiencia reproductiva en vacas lecheras.* Montevideo - Uruguay: Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay, 1993.



12. Cavestany, D., A. Wishy, y H. Foote. «Effect of Season and High Environmental Temperature.» *J Dairy Sci. Department of Animal Science Cornell University Ithaca, NY 14853*, 1985: 68:1471-1478.
13. Charris, C. «Comparación de celo natural y sincronizado en Raza Brabman utilizando dos protocolos evaluados en inseminación artificial.» *Comparación de celo natural y sincronizado en Raza Brabman utilizando dos protocolos evaluados en inseminación artificial*. Honduras: ZAMORANO Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria , 01 de Abril de 2000.
14. De Alba, A. *Parámetros Reproductivos* Consultado el 4 de mayo del 2007. Disponible. 15 de Enero de 1970 .  
[http://www.puc.cl/agronomia/2\\_alumnos/ProyectosTitulos/Animales/ElidaContreras.pdf](http://www.puc.cl/agronomia/2_alumnos/ProyectosTitulos/Animales/ElidaContreras.pdf). (último acceso: 10 de Octubre de 2016).
15. FAO. *La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. 01 de Enero de 2017. <http://www.fao.org/publications/es/> (último acceso: 03 de Enero de 2017).
16. Galdo, E., D. Plasse, y B. y Verde, O. Estancias Espíritu, La Paz, Bolivia \*Universidad Central de Venezuela, Bauer. «Cruzamiento rotacional entre cebú y criollo Yacumeño en el Beni, Bolivia. 1. Pesos al destete, de novillos y de vacas eliminadas.» *Cruzamiento rotacional entre cebú y criollo Yacumeño en el Beni, Bolivia. 1. Pesos al destete, de novillos y de vacas eliminadas*. La Paz-Bolivia: Facultad de Ciencias Veterinarias Livestock Research for Rural Development Vol. 14, No, 3., 20 de Enero de 2002.



17. Garcia, M., L. Huanca, y Echevarria. «Reproductive performance of purebred and crossbred Zebu cattle under artificial insemination in the Amazon tropics.» *British Society of Animal Science*, 1990: 50:41-49.
18. Giraldo, J. «Sincronización y resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne.» *Revista Lasallista De Investigación - Vol. 5 No. 2*, 2007: 90-100.
19. González, C. «Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos.» *Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos*. Venezuela: Universidad Del Zulia, Dcpartamento De Zootecnia, 19 de Mayo de 1985.
- 20.—. *Reproducción bovina*. . Maracaibo, Venezuela: Editorial Fundación Giraz, Maracaibo, Venezuela. 437 p , 2001 .
21. Gwasdauskas, F., J. Lineweaver, y W. Vinson. «Rates of conception by artificial insemination of dairy cattle.» *J.Dairy Science.*, 64:358-362 (1981), 1981: 64:358-362 .
22. Hernandez, C., G. Mendoza, y S. y Gutierrez, C. Morales. «A single dose of recombinant bovine somatotropin improves fertility in dairy cattle.» *J. Reprod Fertil Abstr Ser 2000; 140).*, 25: 54 , 2000: 25: 54 .
23. Hernandez, L., J. Roman, H. Ponce, y P. Institut Gonzalez. «Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical, 3: Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el porcentaje de concepcion en vacas lecheras y suizo pardo.» *Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical, 3: Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el porcentaje de concepcion en vacas lecheras y suizo pardo*. Mexico: Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, Mexico DF., 10 de Mayo de 1984 .





24. Hincapié, J., E. Pipaon, y G. Blanco. *Trastornos reproductivos en la hembra bovina*. 2 ed. . Tegucigalpa, Honduras.: Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 159 p. , 2008.
25. INEC. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. 10 de Enero de 2017. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/> (último acceso: 10 de Mayo de 2017).
26. Jordan, E. «Effects of Heat Stress on Reproduction.» *American Dairy Science Association*, 2003., 2003: E104–E114.
27. Kruif, A. «Factors influencing the fertility of a cattle population.» *J. Reprod. Fert.* 1978 54 507-518, 1978: 507-518.
28. Lenis, Y., L. Tamayo, A. Rodríguez, y L. Muñoz. *Manual didáctico sobre la reproducción, la gestación, la lactancia y el bienestar de la hembra bovina*. Medellín, Colombia: Corporación Universitaria Remington., 2014.
29. López, G. «Evaluación productiva y reproductiva de ganado bovino en la transición de su composición racial en la Cooperativa Astoria, Departamento De La Paz .» *Evaluación productiva y reproductiva de ganado bovino en la transición de su composición racial en la Cooperativa Astoria, Departamento De La Paz* . El Salvador: Universidad De El Salvador. Facultad de ciencias agronomicas. Departamento de zootecnia. , 01 de Septiembre de 2008.
30. López, M. «“Evaluación de fecundidad en vacas holstein friesian inseminadas a diferentes tiempos del umbral detectado por el sistema heatime” .» *“Evaluación de fecundidad en vacas holstein friesian inseminadas a diferentes tiempos del umbral detectado por el sistema*



- heatime*” . Sangolquí – Ecuador : Escuela Politécnica Del Ejército , 01 de Diciembre de 2011.
- 31.Lunstra, D., W. Hays, y R. y Laster, D. Bellows. «Clitoral stimulation and the effect of age, breed, technician, and postpartum interval on pregnancy rate to artificial insemination in beef cattle. .» *Theriogenology*. 1983 *Apr;19(4):555-63.* , 1983: 19(4):555-63. .
- 32.Macpherson, J. «Semen placement effects on fertility in bovines. .» *J. Dairy Sci.* , 1998: 51: 807-808.
- 33.Menéndez, A., J. Morales, J. Dora, y C. y Chavez, H. Iglesias. «Resultados de los servicios de inseminación artificial en ganado vacuno de diferentes razas en las condiciones de Cuba.» *Resultados de los servicios de inseminación artificial en ganado vacuno de diferentes razas en las condiciones de Cuba*. Maracay-Venezuela: Asociación Latinoamericana de Producción Animal Maracay., 10 de Enero de 2005.
- 34.Meyer, L. «Estudio descriptivo de las principales causas de aborto bovino, diagnosticadas entre los años 1991 y 2010 en el Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile.» *Estudio descriptivo de las principales causas de aborto bovino, diagnosticadas entre los años 1991 y 2010 en el Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile*. Valdivia-Chile: Universidad Austral De Chile , 02 de Enero de 2013 .
- 35.Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca. *GPR*. Gobierno por resultados, Azogues: MAGAP, 2015.
- 36.Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad. «Agendas para la transformación productiva territorial.» *Agendas para la transformación productiva territorial*. Cañar, 01 de Mayo de 2011.



37. Moreira, F., C. Orlandi, C. Risco, A. Mattos, y F. y Thatcher, W. Lopes. «Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. .» *J Dairy Sci.* 2001 Jul;84(7):1646-59. , 2001: 46-59. .
38. Nebel, R. «Estrategias Para Mejorar la Eficiencia Reproductiva en Rebaños.» *Estrategias Para Mejorar la Eficiencia Reproductiva en Rebaños.* Ambato-Ecuador: III Jornada Internacional en Producción de Leche, 10 de Enero de 2001.
39. Ortiz, H. «Evaluación reproductiva y productiva del hato lechero holstein friesian de la hacienda San Luis durante el periodo 2002-2006.» *Evaluación reproductiva y productiva del hato lechero holstein friesian de la hacienda San Luis durante el periodo 2002-2006.* Riobamba- Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 01 de Noviembre de 2008.
40. Paucar, M. «“Diagnostico y planificación estratégica del manejo reproductivo de cuatro hatos lecheros del Canton Mejía- Provincia de Pichincha.” .» *“Diagnostico y planificación estratégica del manejo reproductivo de cuatro hatos lecheros del Canton Mejía- Provincia de Pichincha.”* . Ibarra, 10 de Mayo de 2008.
41. Pérez, G., y M. Gómez. «Factores Genético y ambientales que afectan el comportamiento productivo de un rebaño Pardo Suizo en el Trópico. 2. Intervalo entre partos y su relación con la producción de leche.» *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIX,* 2009: 77 - 83.
42. Phatak, A., y H. Whitmore. «Greater participation by veterinarians in the reproductive management of dairy cattle. .» *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 1991: 199(1):74-76 .



43. Pita, P. «Importancia de la ganadería en el Ecuador.» *Importancia de la ganadería en el Ecuador*. 18 de Enero de 2010. <https://www.dspace.espol.edu.ec/.../9.%20CAPÍTULO%201%20IMPORTANCIA%20> (último acceso: 11 de Febrero de 2017).
44. Ramírez, E. «"Evaluación productiva y reproductiva del hato lechero de la hacienda espe San Antonio, durante el período 2002-2006" .» *"Evaluación productiva y reproductiva del hato lechero de la hacienda ESPE San Antonio, durante el período 2002-2006"* . Riobamba, : Escuela Superior Politécnica De Chimborazo , 1 de mayo de 2008.
45. Ramírez, I., y N. Lilito. «Características del comportamiento sexual natural e inducido de la vaca doble propósito.» *Mundo Pecuario*, VIII, Nº 2, 95-106, 2012, 2012: 95-106.
46. Rivera, H. «Causas frecuentes de aborto bovino.» *Rev Inv Vet Perú* 2001; 12(2): 117-122, 2001: 117-122.
47. Rothschild, V., y Q. y Sagardia, R. Zarco. «Estudio sobre los factores que afectan los resultados de la inseminación en vaquillas Holstein.» , 1987. 357-358. . Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, 10 de Mayo de 1987.
48. Sánchez, M. «Producción Animal e Higiene Veterinaria.» *Producción Animal e Higiene Veterinaria*. Medellín-Colombia: Producción Animal e Higiene Veterinaria (Grupo A) , 25 de Octubre de 2008.
49. Segura, C., O. Rodríguez, y J. Segura. «Factores que modifican la fertilidad en hembras cebu y encastadas con Europeo, bajo un programa de inseminación en el Tropico.» *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 1989: 129-136.



50. Thatcher, W. y Collier, R. «Effects of heat-stress on production in dairy cattle.» *J Dairy Sci.* 2003 Jun;86(6):2131-44., 2003: 86(6):2131-44.
51. Vicentini, G., S. Valtorta, J. Ostrowski, y P. y Leyva, P. Weidmann. «Reproductive efficiency in cows yielding over 4000 kg milk in the central milk supply area of Santa Fe. 2. Environmental factors affecting conception rate in commercial herds with weekly veterinary assistance and nutritional.» *Revista Argentina de Producción Animal (Argentina)*, 1991 : 11: 295-310.
52. Wattiaux, M. : Terry, W. «Esenciales Lecheras. Nutrición, alimentación, reproducción, selección genética, lactancia y ordeño, Crianza de terneras y novillas.» *The Babcock for International Dairy Research and Development University of Wisconsin. Madison*, 1999: 50.
53. Wattiaux, M. «Manejo de la eficiencia reproductiva.» *Manejo de la eficiencia reproductiva*. Wisconsin-Madison: Instituto Babcock para la Investigación, 16 de Mayo de 2000.
54. Zambrano, R. «Influencia de PGF2 $\alpha$  y FSH en la sincronización de celos con progestágenos en vaquillas.» *Influencia de PGF2 $\alpha$  y FSH en la sincronización de celos con progestágenos en vaquillas*. Zamorano-Honduras: Universidad Tecnica Zamorano, 10 de Diciembre de 1998.