



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

MAESTRIA EN REPRODUCCIÓN ANIMAL

“Impacto de la condición corporal sobre la fertilidad de las cuatro razas bovinas más difundidas en la provincia de Pastaza”

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO
DE MAGISTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL**

AUTOR: Arias Vaca Milton Rafael

DIRECTOR: Pesántez Pacheco José Luis

CUENCA, ECUADOR

2017



RESUMEN

Se investigó el efecto de la condición corporal sobre la fertilidad de las cuatro razas más difundidas en la provincia de Pastaza. Se utilizaron 2.434 registros reproductivos de la base de datos entre el 2009-2013. Las variables analizadas fueron: estado reproductivo gestante y no gestante, año, raza, condición corporal (CC), celo, toro o pajuela utilizada, técnico inseminador,

La muestra para el análisis estadístico de los datos se basó en tres modelos de ANOVA y un modelo mixto. El porcentaje de preñez a nivel provincial logrado con este programa de mejoramiento fue del 60 al 69%. La CC solo fue significativa para la raza Charolais mestiza, quien mostró un coeficiente de correlación lineal bajo negativo con respecto a la gestación, las otras variables celo, pajuela, técnico tampoco tuvieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$). Pero en el análisis del segundo modelo aplicado se encontró diferencias significativas entre el lugar (cantón) y CC ($P = 0.047$) y entre la raza de la vaca y raza del toro ($P = 0.006$). Se concluye que la (CC) influyó sobre la gestación dependiendo del lugar, independiente de la raza de la vaca, factor que no resultó importante en la variable reproductiva estudiada, los factores ambientales: año, cantón y CC, influyen en los niveles de gestación de la población estudiada, de los factores genéticos analizados las razas de la vaca y del padre no influyeron, solamente el factor toro fue importante en la gestación de la vaca y el factor humano resultó determinante como causa de variación en la gestación.

Palabras clave: gestación, vacunos, celo, pajuela, inseminador



ABSTRACT

The effect of body condition on fertility of the four races most widespread in the province of Pastaza was investigated. 2.434 reproductive records database between 2009-2013 were used. The variables analyzed were: reproductive status pregnant and nonpregnant year, race, body condition (CC), zeal, bull or straw used, AI technician.

The sample for statistical analysis of the data was based in three models, one of them is nested. The pregnancy rate achieved at the provincial level with this improvement program was 60 to 69%. The CC was only significant for C / HMz race, which showed a coefficient of linear low negative correlation with respect to pregnancy, other variables zeal, straw, technical also had statistical difference ($P > 0.05$). But in the second analysis model applied significant differences between the place (canton) and CC ($P = 0.047$) and between cow race and bull race ($P = 0.006$) was found. Thus we conclude that the (CC) influenced the gestation depending on place, independently of the cow race, factor place that was not important reproductive variable studied, environmental factors: year, canton and CC, influenced in levels of gestation of the study population, genetic factors analyzed cow race and father race did not influence only bull was important factor in the gestation of the cow and the human factor was decisive in causing variation in gestation.

KEYWORD: pregnancy, cattle, nest, straw, inseminator



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	9
CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR.....	10
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL	12
AGRADECIMIENTOS	13
DEDICATORIA	14
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	17
Objetivo general:	19
Los objetivos específicos:.....	19
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. Definición de condición corporal.....	20
2.1.1. Importancia de la condición corporal.....	20
2.1.2. Áreas anatómicas de evaluación.....	20
2.1.3. Evaluación de la condición corporal	21
2.1.4. Efecto de la condición corporal en programas IATF.....	23
2.1.5. Condición corporal momentos claves para su evaluación	24
2.2. Fisiopatogenia reproductiva.....	25
2.2.1. Procesos bioquímicos relacionados con condición corporal.....	26
2.2.1.1. Impedir la síntesis hipotalámica o la liberación de GnRH debido a:	27
2.2.1.2. Impedir la síntesis o la liberación de hormonas FSH y LH por la adenohipófisis, debido a:.....	27
2.2.1.3. Impedir el desarrollo del folículo y el óvulo fecundado, así, como la secreción de estradiol, progesterona e inhibina debido ha:	27
2.2.1.4. Muerte del óvulo fecundado, embrión o feto, debido a:	27
2.2.2. Interpretación de la condición corporal, sus causas y posibles soluciones. ...	28
2.2.3. Condición corporal vs dinámica folicular.....	28
2.3. El amamantamiento y la reproducción.	29
2.4. Factores que afectan la tasa de preñez.....	30



2.4.1. Posibles causas de la infertilidad.....	32
2.4.2. Balance energético negativo (BEN).....	33
2.4.3. Genética	33
2.4.4. Nutrición	34
2.4.5. Estrés calórico	34
2.4.6. Sanidad	35
2.4.7. Fertilidad de los toros:	35
2.4.8. Mortalidad embrionaria en bovinos:.....	36
2.4.9. Deficiencias en la detección del celo.....	37
2.5. Causas de mortalidad embrionaria.....	38
2.5.1 Origen no – infeccioso	38
2.5.2.- Origen infeccioso.....	40
2.6.- Factores manejados por el hombre.....	41
2.6.1.- El factor humano en el manejo del ciclo estral.	41
2.6.2.- El papel del hombre en la detección de celos y realización de los servicios: 42	
2.6.3.- Habilidad del inseminador	43
2.6.4 Inseminación artificial	44
2.6.5.- Fertilidad y momento de inseminación durante el celo natural.....	45
2.7.-Protocolos de I.A.T.F.....	47
2.7.1.-Resultados esperados de la sincronización del celo	47
2.7.2.- IATF en el Ecuador.....	47
2.7.3.- Protocolo de sincronización usando CIDR en la Amazonía Ecuatoriana 1.38 gramos de progesterona.....	48
2.8.- HOLSTEIN FRIESIAN	49
2.8.1.- Origen.....	49
2.8.2.- Características físicas	49
2.8.3 Características funcionales.....	50
2.9. Raza <i>Normando</i>	51
2.9.2.- Adaptación.	52
2.9.3. Rusticidad.....	52
2.9.4. Longevidad.....	53
2.9.5. Fertilidad.....	53
2.9.6. Facilidad para el parto:	53



2.10. Raza <i>Brown swiss</i>	54
2.10.1. Características físicas.....	55
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
3.1. Materiales:	57
3.1.1. Materiales de oficina.....	57
3.1.1.1. Físicos	57
3.2. Métodos.....	57
3.2.1. Localización.....	57
3.3. Selección de datos	57
3.4 VARIABLES.....	58
3.4.1 Variables Independientes.	58
3.4.2 Variable dependiente.....	58
3.5. Diseño Experimental	59
3.5.1. Modelo 1.....	59
3.5.2. Modelo 2.....	60
3.5.3. Modelo 3.....	61
3.5.4. Frecuencias de los factores.....	61
3.5.5. Correlaciones entre la condición corporal y la gestación.....	62
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	63
4.1 Análisis de la base de datos generada por el GAD.	63
4.1.1 Distribución de las observaciones.	63
4.1.3 Medias mínimas cuadráticas.	64
4.1.4 Distribución de la condición corporal según los demás factores estudiados. ...	67
4.1.5 Análisis del segundo modelo.	69
4.1.6 Medias mínimas cuadráticas de toros y su efecto en el modelo.....	70
4.2 CORRELACIONES ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y LA GESTACIÓN. 73	
4.2.1 Correlaciones generales.....	73
4.2.2 Determinar la correlación entre la condición corporal (CC) y fertilidad en cada raza.	73
4.2.3 Comparar las correlaciones entre razas.....	76
4.3 Efecto de factor humano en el plan de mejoramiento genético.....	76
4.3.1 Análisis de tercer modelo.	76
4.3.2 Medias mínimas cuadráticas para el factor Inseminador.....	76



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	78
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	85
Bibliografía.....	86
ANEXOS.....	90
ANEXO 2. Análisis del primer modelo.	99



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estado corporal objetivo y rango aceptable.....	25
Tabla 2. Equivalencia de valores de condición corporal.....	25
Tabla 3. Interpretación de la condición corporal.....	28
Tabla 4. Efecto de la tasa de detección de los celos y la tasa de concepción sobre la tasa de preñez en ganado.....	32
Tabla 5. Fertilidad en bovinos a diferentes momentos de inseminación artificial en Venezuela.....	47
Tabla 6. Tasa de Preñez a la IATF en 523 animales <i>Bos Indicus</i> Cruza.....	48
Tabla 7. Porcentajes de preñez con eCG y sin eCG.....	49
Tabla 8. Pesos y tamaño en diferentes etapas en bovinos <i>Holstein Friesian</i>	51
Tabla 9. Distribución de las observaciones analizadas en el primer modelo.....	64
Tabla 10. Estadígrafos generales.....	65
Tabla 11. Comparación entre los años.....	65
Tabla 12. Comparación entre los cantones.....	66
Tabla 13. Comparaciones entre los niveles de condición corporal.....	66
Tabla 14. Distribución de la condición corporal en los años.....	67
Tabla 15. Distribución de la condición corporal en los cantones.....	67
Tabla 16. Distribución de la condición corporal en la raza de la vaca.....	68
Tabla 17. Distribución de la condición corporal en los tipos de celo.....	68
Tabla 18. Distribución de la condición corporal en la raza del padre.....	69
Tabla 19. Análisis de varianza del modelo 2.....	70
Tabla 20. Resumen de la gestación para un conjunto de toros y su efecto dentro del modelo.....	71
Tabla 21. Coeficiente EE, valor de T valor de P. de la gestación para algunos toros.....	72
Tabla 22. Correlaciones entre la condición corporal y la gestación.....	73
Tabla 23. Correlación entre condición corporal y gestación dentro de la raza <i>Brown Swiss mestiza</i>	74
Tabla 24. Correlación entre condición corporal y gestación dentro de la raza <i>Charolais mestiza</i>	75



Tabla 25. Correlación entre Condición corporal y la gestación dentro de la raza <i>Normando</i>	75
Tabla 26. Análisis de varianza del modelo 3.....	76
Tabla 27. Comparación entre técnicos inseminadores.....	77



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Puntos anatómicos para la determinación de la condición corporal...	21
Figura 2. Grados de condición corporal.....	22
Figura 3. Fisiopatogenia reproductiva cuando se presenta una baja condición corporal.....	26

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resumen del análisis de varianza del primer modelo.....	90
Anexo 2. Resultado de la gestación para los toros dentro de la raza de la vaca.....	99



CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Milton Rafael Arias Vaca, autor de la tesis **“IMPACTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL SOBRE LA FERTILIDAD DE LAS CUATRO RAZAS BOVINAS MÁS DIFUNDIDAS EN LA PROVINCIA DE PASTAZA”**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca. En base al Art 5 literal c) de su reglamento de propiedad intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **MAGÍSTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 14 marzo de 2017

Atentamente,

Milton Rafael Arias Vaca

1600497943



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Milton Rafael Arias Vaca, autor de la tesis con el título: **“IMPACTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL SOBRE LA FERTILIDAD DE LAS CUATRO RAZAS BOVINAS MÁS DIFUNDIDAS EN LA PROVINCIA DE PASTAZA ”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 14 marzo de 2017

Atentamente,

Milton Rafael Arias Vaca

1600497943



CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

El Tribunal de Tesis de Grado **CERTIFICA:** Que fué aprobado el presente trabajo de investigación titulado Título: ***“IMPACTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL SOBRE LA FERTILIDAD DE LAS CUATRO RAZAS BOVINAS MÁS DIFUNDIDAS EN LA PROVINCIA DE PASTAZA”***, realizado por el Sr. Milton Rafael Arias Vaca. Médico Veterinario Zootecnista.

Cuenca, 14 marzo de 2017.



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a:

Dios por darme la sabiduría necesaria en todo momento y bendecirme con la posibilidad de caminar a su lado durante toda mi vida.

A la "Universidad de Cuenca", a sus autoridades y a todos los profesores que supieron impartirme sus conocimientos académicos, permitiéndome realizar los estudios para mi formación en esta noble institución.

A mi Director de Tesis, Dr. José Luis Pesántez Pacheco por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia.

Expreso mi sincero agradecimiento al Gobierno Provincial de Pastaza, por el apoyo brindado para la realización de mi tesis dentro de esta noble institución.

Al Dr. Guillermo Emilio Guevara Viera, por su apoyo incondicional y confianza, ya que ha sido un aporte invaluable, en el desarrollo de esta tesis.

Milton Rafael Arias Vaca



DEDICATORIA

Dedico mi Tesis a Dios, a mi Madre, a Vanessa García y a José Ignacio, pilares fundamentales en mi vida. A Dios por ser luz en mi camino en cada paso que doy, guiándome y dándome la sabiduría para continuar, a mi Madre, quién durante toda mi vida ha luchado por sacarme adelante dándome su apoyo y haciendo de mí una mejor persona, gracias a ello, hoy he llegado alcanzar esta meta.

Milton Rafael Arias Vaca



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

CC	Condición corporal
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
I.A	Inseminación artificial
GnRH	Hormona liberadora de Gonadotropina
Lh	Hormona luteinizante
KDa	Kilodaltons
NPY	Neuropéptido
SNC	Sistema nervioso central
RNA_m	ARN (ácido ribonucleico mensajero)
FSH	Hormona folículo-estimulante
GH	Hormona del crecimiento
PRL	Hormona prolactina
mol/L	Cantidad de sustancia por litro
EC	Estado corporal
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
AGRIS	Agricultural information service
>	Mayor que
<	Menor que
CRH	Hormona liberadora de hormona adrenocorticotropa
CTH	Hormona adrenocorticotropa
ATP	Trifosfato de adenosina
eCG	Gonadotrofina coriónica equina
BSC	Body score condition



IATF	Inseminación artificial a tiempo fijo
P4	Progesterona
EB	Benzoato de estradiol
DIB	Dispositivo intravaginal de liberación de progesterona.
IGF-I	Factor de crecimiento insulínico tipo 1.
mm	Milímetros
BEN	Balance energético negativo
pH	Potencial hidrógeno
ME	Mortalidad embrionaria
°C	Grados centígrados
CL	Cuerpo lúteo
IBR	Rinotraqueitis infecciosa bovina.
DVB	Diarrea Viral Bovina
AR	Angus rojo
BS	Bronw swiss
NR	Normando
JE	Jersey
CH	Charolais



CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El manejo reproductivo en vacas lecheras de alta producción reporta grandes dificultades, debido a que el éxito o el fracaso del mismo están ligados a la incidencia de un gran número de factores a tener en cuenta. Estos factores no ejercen todos la misma influencia por sí mismos sobre la fertilidad del ganado. Además, la medida en la que cada uno de estos factores puede ser controlado varía enormemente. Organizando estos “factores de fertilidad” en categorías que reflejen las opciones y posibilidades de control por parte de los equipos humanos nos va a permitir el concentrar los esfuerzos en aquellos factores más importantes sobre los que ejercer una acción positiva (Senger, 2005).

“La condición corporal es básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa” (López, 2006).

Como afirma el aún (López, 2006) sin duda alguna, toda alteración nutricional y en este caso en particular, cambios en la condición corporal, tiene un fiel reflejo en los efectos ocasionados a nivel fisiológico y bioquímico, con el fin de mantener los procesos de homeostasis para lo cual se desencadenan una serie de mecanismos regulados en su gran mayoría por hormonas y otros por compuestos metabólicos.

“La nutrición es el mayor factor que determina la eficacia reproductiva en ganado de leche, una reducción en la toma de nutrientes, demora el comienzo de la pubertad en novillas Holstein e incrementa el intervalo parto concepción” (Ochoa, 2015).

“Estudios realizados en Estados Unidos concluyeron que se ha incrementado la consanguinidad en forma dramática desde 1980; hecho que definitivamente se asocia con bajos índices de fertilidad” (Revelo, 2013).

Otro factor muy importante es el estrés ocasionado por las altas temperaturas, el cual afecta la eficiencia reproductiva de los bovinos en general. Las vacas *Bos taurus* presentan mayor sensibilidad a los efectos provocados por el calor. Prueba de ello es



la baja tasa de fertilidad presente en el verano; cayendo el porcentaje de concepción de 40% a 15% (Revelo, 2013).

La baja eficacia en la detección de celos limita la fertilidad global del hato. Es un inconveniente que enfrentan todas las explotaciones lecheras que practican inseminación artificial a nivel mundial. En condiciones deficientes de observación de estros, el ayudante no sabe si el animal se encuentra en las primeras o últimas horas de período de aceptación, lo que incrementa la posibilidad de encontrar óvulos viejos (Risco, 2005).

También por todos es sabido que existen diferencias significativas entre toros en cuanto a su fertilidad. Al medir el porcentaje de preñez en los primeros servicios, las diferencias oscilan entre el 10% y el 15%. Además, se ha observado que la fertilidad de los toros oscilaba entre el 35% y el 70%. También se observaron diferencias en la fertilidad de los distintos toros usando semen heterospérmico (mezcla de semen de más de un toro). Hay que enfatizar que estas diferencias no son el resultado de una sobre - dilución del semen por parte de las compañías de inseminación artificial (Senger, 2005).

En un estudio de campo en el que se compararon un total de 2820 primeros servicios en cuatro rebaños comerciales de Washington, con un total de 11 trabajadores como inseminadores, el más habilidoso obtuvo el 62,7% de concepción en primer servicio, mientras que el menos habilidoso consiguió solamente el 40,1%. La variación media entre inseminadores osciló entre el 7% y el 10% (Senger, 2005).

Los últimos 6 años y en la actualidad el Gobierno Provincial de Pastaza, en su afán de apoyar a los ganaderos de la provincia, ha creado un programa de mejoramiento genético y una base de datos, misma que puede proporcionar información valiosa sobre todos los hatos de los productores beneficiados. Además, tomando en cuenta que este GAD posee datos relevantes, que se han ido recopilando durante todo este tiempo y que no han sido evaluados, ni publicados, ha dado la pauta, para analizar, evaluar y esclarecer esta temática, proporcionando información sumamente notable, para la toma de decisiones y correctivos en la explotación de las unidades productoras de esta región del país, siempre buscando las buenas prácticas de manejo, que



beneficie a la colectividad. Por lo tanto, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza y el autor como técnico del Programa de Mejoramiento Genético, se ven en la necesidad de optimizar los recursos económicos, humanos y de tiempo, para generar conocimientos que mejoren la eficiencia.

Por todo lo anterior expuesto, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la condición corporal sobre la tasa de preñez de las cuatro razas más difundidas en la provincia de Pastaza, bajo un sistema de crianza en la amazonía ecuatoriana.

Objetivo general:

Evaluar el efecto de la condición corporal sobre la fertilidad de las cuatro razas más difundidas en la provincia de Pastaza.

Los objetivos específicos:

- Analizar la base de datos generada por el GAD.
- Determinar la correlación entre CC y fertilidad en cada raza.
- Comparar las correlaciones entre razas.
- Establecer el efecto de factor humano en el plan de mejoramiento genético.



CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definición de condición corporal

La condición corporal es esencialmente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en lugares anatómicos específicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Por lo tanto, es un indicador del estado nutricional de la vaca. También se define a la condición corporal (CC) como un método subjetivo para calificar las reservas energéticas en vacas lecheras (López, 2006).

2.1.1. Importancia de la condición corporal.

La diferenciación de la condición corporal de un animal en forma individual, o de la totalidad del hato, tiene varias implicaciones que pueden ser utilizadas para la toma de decisiones de manejo.

La CC además sirve, para establecer la cantidad y tipo de suplemento que requiere la vaca durante la lactancia. Las vacas en buen estado corporal pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo. Por el contrario, vacas flacas con pocas reservas corporales, requieren de una mayor suplementación para evitar pérdidas excesivas de peso y la consecuente reducción en la producción de leche y tasa de preñez (Lópe, 2006).

La condición corporal y sus cambios son más confiables como indicadores del estado nutricional que el peso corporal; ya que, el peso está afectado por la fase de gestación y la cantidad de alimento en el tracto gastrointestinal. Por todo lo anterior, la evaluación de la condición corporal es una herramienta importante para la toma de decisiones de manejo a nivel de finca (López, 2006).

2.1.2. Áreas anatómicas de evaluación

Según Moreno *et al*, (2011), la condición corporal se determina en algunas áreas anatómicas que indican el grado de deposición de grasa:

- Apófisis espinosas de las vértebras de la región torácica y lumbar.
- Base de la cola (cavidad entre la cola y la tuberosidad isquiática).
- Punta y ala de la cadera.
- Costillas y apófisis transversas de las vértebras lumbares.

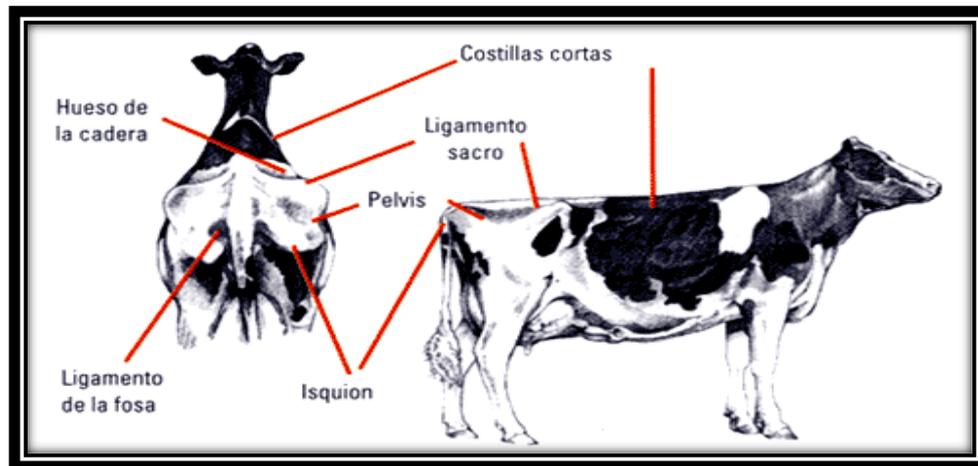


Figura 1. Puntos anatómicos para la determinación de la condición corporal
Fuente (Grigera, 2005).

2.1.3. Evaluación de la condición corporal

“La Puntuación de la condición corporal en ganado vacuno lechero se mide en una escala de 1 a 5 puntos” Wildman *et al*, (1982).

Condición corporal 1: Las apófisis espinosas de las vértebras lumbares se muestran puntiagudas como una cresta por la ausencia casi total de tejidos adyacentes. Las apófisis transversas resaltan la fosa paralumbar. Insignificante presencia de tejidos alrededor de las tuberosidades coxal e isquiática. Escasos tejidos alrededor de la base de la cola, que explica, lo que produce la profunda depresión de la fosa isquio-rectal.

Condición corporal 2: Las apófisis espinosas sigue con su forma puntiaguda, pero el efecto cresta es menor por la presencia de tejidos blandos, que da menor profundidad a la fosa paralumbar. Apariencia todavía angulosa de las tuberosidades coxal e isquiática, pero con una depresión no tan severa en región glútea. Acumulación de tejidos alrededor de la base de la cola que propicia ya un ligero relleno de la depresión isquio-rectal.

Condición corporal 3: La palpación de las vértebras lumbares sólo es posible con una ligera presión por la presencia de tejidos anexos, que anula el efecto cresta, la fosa paralumbar apenas se perciba. Las tuberosidades coxal e isquiática dan un aspecto redondeado. La depresión isquio-rectal pasa prácticamente desapercibida.

Condición corporal 4: Presencia evidente de tejido muscular y grasa a nivel lumbar, cuyas vértebras son detectables al tacto previa aplicación de una fuerte presión. El perfil raquidiano de las vértebras se muestra plano o ligeramente convexo. Notoria redondez de las tuberosidades coxal e isquiática y apariencia plana de la depresión glútea y acumulación de tejido grasa en el área de la base de la cola.

Condición corporal 5: Ninguna de las estructuras óseas pueden ser detectadas por la abundante acumulación de grasa subcutánea.

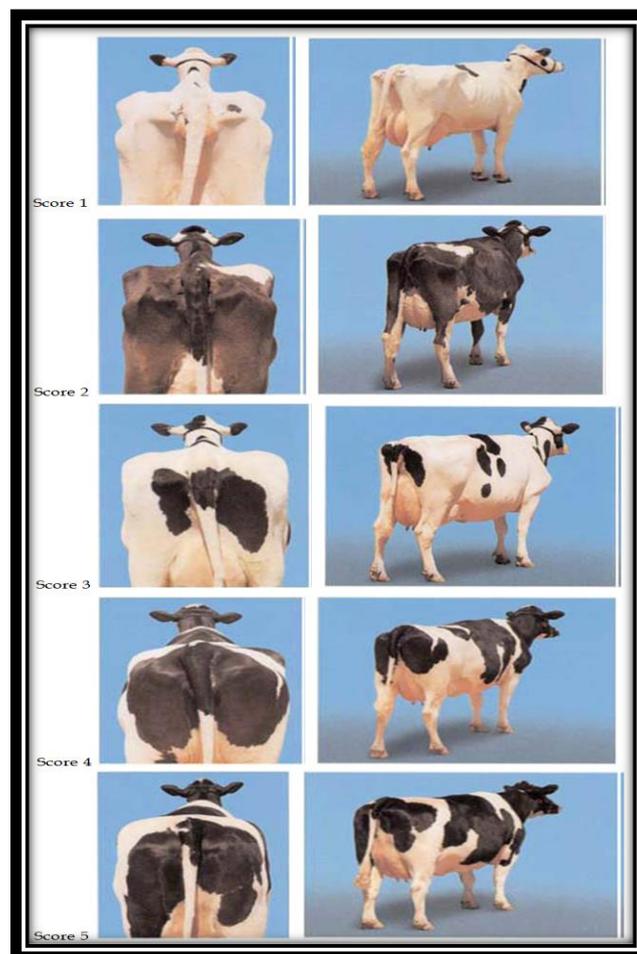


Figura 2.- La condición corporal de las vacas lecheras, Fuente (Lima da Costa, 2011).



2.1.4. Efecto de la condición corporal en programas IATF.

La respuesta de los protocolos de sincronización utilizados en los últimos años y en especial los que son a base de progestágenos, se ven influenciados por la Condición Corporal (CC); Al momento de la Inseminación Artificial (IA) la CC debe ser como mínimo de 2,5 ya que con valores inferiores los niveles de fertilidad se encuentran afectados (Lara, 2013).

La baja CC se asocia a la inhibición de los pulsos de GnRH procedentes del hipotálamo, lo que indica que el efecto de la CC sobre la duración del periodo de anestro posparto es causado a través de la frecuencia de pulsos de LH. También se ha observado la disminución en el número de folículos grandes o de folículos totales, cuando las vacas son alimentadas con dietas de bajo contenido energético (Lara, 2013).

El desempeño reproductivo de las vacas está relacionado, aunque no invariablemente, con el peso, los cambios de peso y la CC. La reanudación de los ciclos estrales después del parto guardan relación con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de carnes después del parto; las vacas que tienen una CC superior a 2,5 (en la escala de 1 a 5) presentan celo en un tiempo mínimo, sin embargo, las que pierden 10% del peso vivo después del parto retrasan la reanudación del celo hasta en 19 días (Lara, 2013).

El tejido adiposo se considera un órgano endocrino y una de sus principales secreciones es la Leptina. Esta hormona es secretada por los adipocitos, participa en la modulación de la acción del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, en la regulación del apetito (hormona de la saciedad), en incrementar el metabolismo, regular la ganancia de peso y la deposición de grasa (Lara, 2013).

Se ha propuesto que el neuropéptido Y (NPY) presente en el Sistema Nervioso Central (SNC) específicamente en el hipotálamo, actúa como mediador primario de la acción de la Leptina regulando la LH y la somatotropina, lo cual es dependiente de la especie y del estado fisiológico. En condiciones de estrés nutricional, la expresión del RNAm para Leptina es suprimida y el NPY se eleva a nivel central, resultando en la



disminución de la secreción de LH Baskin *et al*, (1999). Los efectos locales de la Leptina se han demostrado en las gónadas, donde una hiperleptinemia suprime la esteroidogénesis y afecta potencialmente la maduración de los gametos (Lara, 2013).

La Leptina en bovinos suprime la producción de estrógenos y progesterona en las células de la granulosa de los folículos pequeños y grandes que han sido estimulados por la FSH y la insulina.

En un estudio sobre el efecto de la Leptina en la liberación de LH, la hormona del crecimiento (GH) y la prolactina (PRL) en cultivos de células pituitarias anteriores bovinas *in vitro*, se observó que la Leptina aumentó la concentración de LH en el medio de cultivo en un 44% y un 45%, y la de GH en el medio de cultivo en un 14 y 12% en dosis de 10^{-8} y 10^{-7} mol/L respectivamente y la de PRL en un 26% a una dosis de 10^{-7} mol/L. Estos resultados muestran que la Leptina estimula la liberación de LH, GH y PRL actuando directamente sobre las células pituitarias anteriores bovinas (Lara, 2013).

2.1.5. Condición corporal momentos claves para su evaluación

Al secado: la estimación del CC al secado es útil para corroborar que la alimentación durante los últimos meses de lactancia haya permitido una correcta recuperación de reservas corporales.

Al ingreso a parto: si bien los requerimientos durante los primeros 30 días de secado se reducen considerablemente, muchas veces no se ofrece una alimentación apropiada. Durante este período, los animales no deberían perder CC, incluso de ser necesario deberían terminar de lograr el CC objetivo al parto; por lo que, es importante su evaluación en el ingreso al parto.

Al parto: durante el parto los animales no deberían ganar ni perder CC, lo que se corrobora considerando el CC al parto.

Pico de lactancia: la determinación de CC entre los 30 y 45 días de lactancia permite controlar que la pérdida de estado no sea superior a 1 punto de CC entre el parto y el pico de producción Grigera y Bargo,(2005).



Tabla 1. Estado corporal objetivo y rango aceptable.

Estado corporal objetivo y rango aceptable en diferentes momentos fisiológicos. Momento fisiológico	EC objetivo	Rango aceptable
Parto	3,50	3,25 a 3,75
Lactancia temprana	2,75	2,50 a 3,00
Lactancia media	3,00	2,75 a 3,25
Lactancia tardía	3,25	3,00 a 3,50
Período de secado	3,50	3,25 a 3,50

Grigera y Bargo, (2005)

Equivalencia de valores de condición corporal en 2 Escalas diferentes.:

Se emplea un sistema de valoración más amplio y diverso con una escala de 1 a 9, variando entre índices de 1 en 1, con un mismo soporte y características de evaluación.

Tabla 2. Equivalencia de valores de condición corporal.

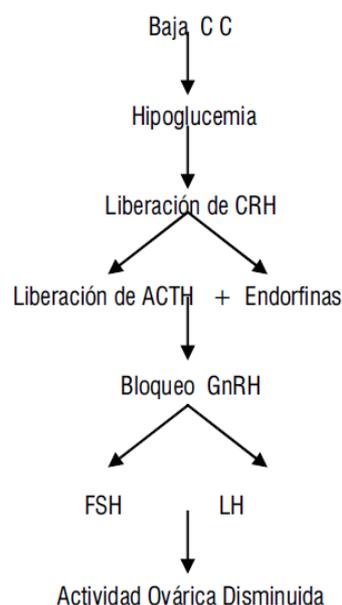
Condición Corporal (1 a 5)	Condición Corporal (1 a 9)
1.0	1
1.5	2
2.0	3
2.5	4
3.0	5
3.5	6
4.0	7
4.5	8
5.0	9

(López, 2006)

2.2. Fisiopatogenia reproductiva.

Fisiológicamente, los cambios endocrinos y metabólicos tienen una serie de respuestas en busca de restablecer el balance energético que se presenta en el animal, desafortunadamente, dicho ajuste repercute negativamente sobre la actividad ovárica, ya que el organismo denota mayor importancia a su supervivencia que al aspecto reproductivo. En el esquema 1, propuesto por el autor, se presenta una eventual cascada de pasos que se desencadenan, cuando existe una baja en la condición corporal (<2.0).

En el caso contrario, una alta condición corporal (>4.0), debido a un suministro elevado de energía, se manifiesta en el metabolismo a través de altos niveles ante parto y los procesos catabólicos que se presentan en estos animales durante el posparto, se traducen entonces en una disminución en el consumo de alimentos, el cual a su vez se refleja en disminución en los niveles de glucosa. La sobrecarga ocasionada al metabolismo de energía se hará evidente también en los niveles incrementados de bilirrubina durante el posparto, lo cual se constituye esta vez en indicio de la presencia de acetoneamia subclínica y/o clínica (López, 2006).



(López, 2006)

Figura 3. Fisiopatología reproductiva cuando se presenta una baja condición corporal.

2.2.1. Procesos bioquímicos relacionados con condición corporal

Sin duda alguna, toda alteración nutricional y en este caso en particular, cambios en la condición corporal, tiene un fiel reflejo en los efectos ocasionados a nivel fisiológico y bioquímico, con el fin de mantener los procesos de homeostasis; para lo cual, se desencadenan una serie de mecanismos regulados en su gran mayoría por hormonas y otros por compuestos metabólicos.



Estos cambios, repercuten negativamente en la actividad folicular, desencadenando alteraciones ya sea a nivel celular o a nivel de liberación de factores hipotalámicos (GnRH), que impiden la foliculogénesis normal, que tiene como objetivo primordial la producción de un óvulo suficientemente maduro y fértil.

Algunas hipótesis relativas a la secuencia de procesos subsiguientes a la hipoglucemia la reducción del pool de glucosa o el ritmo de entrada a las células, son las siguientes (López, 2006):

2.2.1.1. Impedir la síntesis hipotalámica o la liberación de GnRH debido a:

- Insuficiente cantidad de ATP para las neuronas secretoras del GnRH y sus sinapsis.
- Estimulación de neuronas secretoras de opio de endógeno.

2.2.1.2. Impedir la síntesis o la liberación de hormonas FSH y LH por la adenohipófisis, debido a:

- Insuficiente cantidad de energía (glucosa+insulina) para el metabolismo celular.
- Alteraciones en la estimulación de la GnRH debido al insuficiente número de receptores de GnRH, o insuficiente cantidad episódica o pulsátil de GnRH.

2.2.1.3. Impedir el desarrollo del folículo y el óvulo fecundado, así, como la secreción de estradiol, progesterona e inhibina debido ha:

- Insuficiente cantidad de energía (glucosa +insulina)
- Menor sensibilidad a las gonadotropinas.
- Insuficiente cantidad de gonadotropinas.

2.2.1.4. Muerte del óvulo fecundado, embrión o feto, debido a:

- Insuficiente cantidad de glucosa (o productos glicolíticos) y probablemente insulina.
- Insuficiente cantidad de hormonas esteroides ováricas.

2.2.2. Interpretación de la condición corporal, sus causas y posibles soluciones.

Tabla 3. Interpretación de la condición corporal.

Estado	CC	Causa probable	Solución
Al parto	Alta	Vacas secas ganan peso en exceso	Reducir la energía de la ración de vacas secas
		Vacas llegan al periodo de secado excesivamente engrasadas	Reducir la concentración energética en el último tercio de la lactación
		Periodo seco demasiado largo	Limitar el periodo seco a 60 días
	Baja	Vacas pierden peso durante el secado	Aumentar la energía y proteína de la ración
Al pico de lactación	Alta	Vacas no alcanzan el pico de producción	Aumentar los aportes y/o equilibrar los minerales
		Vacas demasiado delgadas al parto	Aumentar la CC durante el último tercio de la lactación
	Baja	Pérdida excesiva de peso en el posparto	Aumentar el contenido energético de la ración y garantizar un 20% de FAD y un 28-30% de FND
Media lactación	Alta	Nivel de producción bajo	Eliminar las vacas que producen poco y/o engordan demasiado
		Exceso de energía	Equilibrar la ración para evitar excesos de energía (formar lotes)
	Baja	Vacas que no recuperan la CC	Mantener niveles adecuados de energía en la ración
Al secado	Alta	Exceso de energía al final de la lactación	Equilibrar el contenido energético de la ración
		Vacas cubiertas demasiado tarde	Considerar su eliminación del rebaño
	Baja	Vacas que no recuperan la CC al final de la lactación	Aumentar el contenido energético de la ración en el último tercio de la lactación

(UNAM, 2016)

2.2.3. Condición corporal vs dinámica folicular

La nutrición es el mayor factor que determina la eficacia reproductiva en ganado de leche, una reducción en la toma de nutrientes, demora el comienzo de la pubertad en novillas Holstein e incrementa el intervalo parto concepción (Ochoa , 2015).

En cuanto al desarrollo folicular una restricción alimenticia deprime el tamaño folicular dominante y del cuerpo lúteo, se fundamenta, que animales con restricción alimenticias obtienen un diámetro folicular de 10.5 mm vs 15.8 mm, a su vez la tasa de crecimiento del cuerpo lúteo 15.5 vs 19.7 mm también se ve afectado negativamente. Una restricción prolongada de energía en la dieta tiene como resultado una pérdida de peso y condición corporal y por ende un decrecimiento en la actividad del ciclo estral, debido principalmente a que se suprime la secreción de LH. Reduce las concentraciones del factor liberador de insulina tipo I (IGF-I) y de glucosa.



Incrementa las concentraciones en el plasma de hormona de crecimiento (GH) ácidos grasos no esterificados (Ochoa , 2015)

2.3. El amamantamiento y la reproducción.

El amamantamiento es un estímulo exteroceptivo que tiene un rol fundamental en la regulación de la reproducción de los mamíferos, su efecto varía desde una inhibición total, como ocurre en la cerda, hasta un efecto irrelevante como en la oveja, mientras que la vaca ocupa una posición intermedia. Se considera que la frecuencia, duración e intensidad del amamantamiento son factores primarios para determinar la duración del anestro posparto (Yunga , 2013).

Durante el periodo posparto, existen condiciones físicas y fisiológicas que evitan la gestación, la ausencia de ovulación parece estar relacionada con la lactancia, que retarda la ocurrencia del primer estro. La anovulación en este periodo se atribuye al bloqueo del pulso generador de GnRH y por consiguiente a la supresión en la secreción pulsátil de LH, con la subsecuente falta de maduración folicular (Yunga , 2013).

En la mayoría de los mamíferos, el amamantamiento durante el puerperio retrasa el restablecimiento de la actividad ovulatoria, el ordeño regular de las vacas lecheras es menos inhibitorio para la liberación espontánea de LH que la combinación de ordeño y amamantamiento. Además el cese de amamantamiento en vacas productoras, incrementa la cantidad de LH liberada en respuesta a la GnRH; se ha sugerido que de manera alternativa la inhibición de la secreción de LH puede ser causada por altas concentraciones de cortisol presentes durante el amamantamiento y ordeño Galina y Vlencia , (2009).

Los estímulos nerviosos provenientes del pezón no serían los causales de la inhibición de la secreción de hormona luteinizante (LH) durante el período de anestro posparto. En la vaca con cría al pie existe otro mecanismo no asociado a la estimulación de la glándula mamaria, que relaciona el amamantamiento del ternero con la prolongación del anestro posparto. Estudios realizados indicarían que la mera percepción de ser amamantada podría ser suficiente para prolongar el período de anestro afectando el ciclo reproductivo de la vaca Galina y Vlencia , (2009).



Dado que la vaca sólo permite el amamantamiento por su propio ternero se consideró probable que las señales exteroceptivas responsables por el mantenimiento de la supresión de la liberación de LH eran el resultado del vínculo maternal vaca-ternero. Investigaciones realizadas resaltan la importancia del vínculo maternal entre vaca y ternero en el mantenimiento del anestro posparto inducido por el amamantamiento e indican la intervención del sistema nervioso central en el mismo. Asimismo se destaca la importancia de la visión y el olfato para el reconocimiento del ternero, poniendo en marcha los mecanismos que mantienen la inhibición de la secreción de LH y por ende el estado anovulatorio de la vaca de cría en posparto Galina y Vlencia , (2009).

La formación del vínculo maternal con el neonato es el resultado de distintas señales fisiológicas y hormonales asociadas el período tardío de la gestación, parto y el neonato mismo. Luego el amamantamiento de la vaca de su propio ternero resulta en un incremento de los tonos opioide y adrenérgico, aumento de la sensibilidad a la retroalimentación negativa con estradiol, supresión del eje hipotálamo-hipofisario y mantenimiento del estado anovulatorio. Por el contrario, el regreso a la ciclicidad ovárica normal ocurre cuando las claves exteroceptivas necesarias asociadas con el amamantamiento y la interacción vaca-ternero están ausentes (destete, amamantamiento forzado por ternero ajeno) o no son más efectivas (escape fisiológico natural). Esto refleja la desinhibición del eje hipotálamo-hipofisario, el reinicio de actividad eléctrica multifocal (MUA), y de pulsos de GnRH y LH (Yunga , 2013).

2.4. Factores que afectan la tasa de preñez

Tratándose de manejo reproductivo, las cosas que se logra hacer bien no compensan por los errores que se cometa. En este caso, los errores que se incurre cancelan de plano todo lo bueno que se haga. Esto se ilustra de manera efectiva analizando los factores que afectan a la tasa de preñez. En un programa de IA, la tasa de preñez es el producto de la tasa de detección de celo y de la tasa de concepción. (Tasa de Preñez = Tasa de Detección de Celos X Tasa de Concepción; ver definición más abajo). Las siguientes definiciones pueden ser aplicadas a toda la temporada de inseminación o bien solo al período en que se está sincronizando (período de tiempo durante el cual



las vacas expresan el celo luego del tratamiento de sincronización, usualmente de 5 a 7 días) Smith y Perry, (2011).

$$\text{Tasa de Preñez: } \frac{\text{No. total de preñadas durante la temporada de inseminación}}{\text{No. total de hembras expuestas al programa}} \quad (\text{expresado en \%})$$

$$\text{Tasa de Detección de celo: } \frac{\text{No. total de hembras detectadas en celo}}{\text{No. total de hembras expuestas al programa}} \quad (\text{expresado en \%})$$

$$\text{Tasa de Concepción: } \frac{\text{No. total de vacas que resultan gestantes}}{\text{No. total de vacas inseminadas}} \quad (\text{expresado en \%})$$

(Es el porcentaje de vacas que se preñan con determinada inseminación)

Smith y Perry, (2011)

El efecto de un decremento ya sea en la tasa de detección de celos o en la tasa de concepción, se puede apreciar en la Tabla 1. Asuma usted que el 100% de las novillas de un lote han llegado ya a su pubertad y que usted es capaz de detectar el 95% de las novillas en celo en el período de sincronización. Con una tasa de concepción de 70%, la tasa de preñez que se obtendría sería: 95% de tasa de detección de celo X 70% de tasa de concepción = 67% de Tasa de Preñez. Si mantenemos la tasa de concepción en 70% pero disminuimos la tasa de detección de celo a 75%, ya sea porque hay menos hembras ciclando o porque no se le dedica el tiempo y esfuerzo suficientes a la detección de celos; la Tasa de Preñez se reduce a 53%. Alternativamente, si mantenemos la tasa de detección de celo en 95% pero disminuye la tasa de concepción a 50% debido a que la calidad del semen está comprometida o a una pobre técnica de inseminación; la Tasa de Preñez disminuirá a 48%. Finalmente, una disminución como la mencionada, en ambos factores, tasa de detección de celo y tasa de concepción, haría que la Tasa de Preñez bajara de 67% hasta 38%. Por lo tanto, es esencial que se entienda bien los efectos que pueden tener la tasa de detección de celo y la tasa de concepción sobre la Tasa de Preñez así como la importancia de poner atención hasta el más mínimo detalle Smith y Perry, (2011).



Tabla 4. Efecto de la tasa de detección de los celos y la tasa de concepción sobre la tasa de preñez en ganado.

Tasa de Detección de Celos	Tasa de Concepción	Tasa de Preñez
95%	70%	67%
75%	70%	53%
95%	50%	48%
75%	50%	38%

Smith y Perry, (2011)

2.4.1. Posibles causas de la infertilidad

Un criterio de clasificación de los factores de fertilidad lo podemos establecer en función de qué o quién los controla.

De esta manera, podemos confeccionar una lista en los tres grupos siguientes:

1. Controlados por los equipos humanos.
2. Controlados por el sistema reproductivo de la vaca.
3. Inherentes a la vaca o el rebaño.

Respecto a estas tres categorías, podemos ejercer un mayor control sobre aquellos factores que están bajo la influencia directa humana, mientras que el menor control lo podemos ejercer sobre factores reproductivos inherentes a la vaca y al rebaño. Los factores de fertilidad en relación al sistema reproductivo de la vaca son intermedios, y moderadamente difíciles de controlar (Senger, 2005).

Existen estudios que demuestran que el 90% de los ovocitos son fertilizados después de la inseminación, lamentablemente una gran parte de estas gestaciones se pierden. La muerte embrionaria temprana (día 16 a 19), se refiere a la muerte de los embriones antes de la gestación y representa entre el 40 y 60% de las pérdidas de gestaciones. Por otro lado, la muerte embrionaria tardía es la que ocurre alrededor el día 42 y se encuentra entre el reconocimiento materno de la gestación y la organogénesis, convirtiéndose en la causa del 10 a 15% de pérdidas. Finalmente, la pérdida embrionaria después del día 42 se denomina muerte fetal, la cual se asocia con el 5 y 15% de pérdidas de gestaciones. Dichas pérdidas responden a diferentes causas y



están ligadas a factores como: alta producción de leche, intervalo parto - primera ovulación, balance energético negativo, infecciones uterinas, factores genéticos, entre otros (Yunga , 2013) .

2.4.2. Balance energético negativo (BEN)

Cuando la suma de la energía necesaria para cubrir sus necesidades vitales de mantenimiento y la energía requerida para la producción de leche es mayor que la energía consumida, las vacas se ven avocadas a consumir sus reservas corporales. Las vacas llegan a su punto BEN más bajo entre los 10 y 20 días posparto, siguiendo así hasta el día 80 en promedio. Es importante recalcar que todas las vacas caen en BEN en el posparto y poseen la capacidad de sobreponerse y adaptarse a dichos cambios. Pero, hay algunos animales que fallan en el proceso de adaptación por causas como los bajos consumos de nutrimentos, períodos secos largos que provoquen obesidad o partos distócicos (Diaz, 2011).

El BEN afecta el proceso reproductivo. Se lo asocia con el retraso en la primera ovulación posparto y con la disminución del nivel de progesterona en el segundo y tercer ciclo posparto lo que puede ocasionar baja supervivencia embrionaria, además de afectar el desarrollo folicular y la capacidad de los ovocitos de generar embriones viables. Por otro lado, el intervalo parto – primera ovulación se ve afectado por los cambios metabólicos que ocurren después del parto. Se ha observado que la pérdida de CC es de más de 1 punto durante las primeras 4 semanas posparto, alargando el período de dicho intervalo (Revelo, 2013).

2.4.3. Genética

Estudios realizados en Estados Unidos concluyeron que se ha incrementado la consanguinidad en forma dramática desde 1980; hecho que definitivamente se asocia con bajos índices de fertilidad. En el pasado se consideraban las características reproductivas como no heredables porque se pensaba que éstas eran influenciadas por factores ambientales y no por la expresión de genes. Sin embargo, estudios recientes han demostrado su heredabilidad, aunque baja, evidenciando una amplia variación genética, lo que permite su mejoramiento relativo utilizando la selección.



Hasta hoy, se han seleccionado vacas para producir en grandes cantidades descuidando su fertilidad (Revelo, 2013).

2.4.4. Nutrición

La reproducción está influenciada por factores nutricionales y ambientales. En los mamíferos la ovulación depende de la grasa corporal; por lo que, la primera ovulación de una hembra joven, no ocurre hasta cuando haya acumulado una cantidad crítica de grasa corporal. De igual forma, una vaca adulta dejará de ovular si sus reservas de grasa se encuentran por debajo del nivel crítico. Los fundamentos evolutivos para crear esta dependencia radican en la necesidad de retrasar la preñez hasta que el animal tenga la suficiente reserva energética para sostener la gestación y lactación (Ortiz, 2015).

Muy aparte de los efectos de las variaciones en el metabolismo producto del BEN, las dietas proporcionadas a las vacas altas productoras también pueden afectar su fertilidad, lo que se evidencia cuando se suministran dietas altas en proteína con relación al consumo de energía. Aquellas dietas cuyo contenido de proteína cruda es de 17 a 19% causan una disminución en la fertilidad. Estudios han demostrado que animales con esta alimentación, presentan altas concentraciones de urea y amoníaco en la sangre y en los fluidos uterinos; cuando éstas son mayores de 20 mg/dl son asociadas con baja fertilidad. Dicho fenómeno afecta la viabilidad de los espermatozoides, óvulo y embrión. Por otro lado, la provisión de todos los requerimientos nutricionales obliga a formular dietas altas en energía cuyo principal ingrediente son los granos, razón por la cual, es frecuente que se presenten alteraciones subclínicas en el pH ruminal, convirtiendo a la acidosis ruminal en un factor de riesgo en la pérdida de gestaciones tempranas (Revelo, 2013).

2.4.5. Estrés calórico

Se refiere al estrés ocasionado por las altas temperaturas, el cual afecta la eficiencia reproductiva de los bovinos en general. Las vacas *Bos taurus* presentan mayor sensibilidad a los efectos provocados por el calor. Prueba de ello es la baja tasa de fertilidad presente en el verano; cayendo el porcentaje de concepción de 40% a 15%. Lo mismo ocurre si este tipo de vacas son llevadas a climas cálidos. Los efectos



adversos del estrés calórico han aumentado en los últimos años, coincidentalmente con el repunte en la producción de leche. Puesto que existe una relación directa entre el aumento de la producción y la generación de calor metabólico, esta situación es propicia para climas fríos, porque las vacas al tener un tracto digestivo más grande son capaces de consumir y digerir más alimento, lo cual durante el metabolismo de los nutrientes genera calor y les permite mantener la temperatura corporal (Revelo, 2013).

2.4.6. Sanidad

El objetivo principal de implementar un programa de salud en el hato es prevenir la ocurrencia de enfermedades. El tratamiento de animales individuales tiene que ser considerado como una operación de rescate puesto que se realiza una vez que ya se han perdido cantidades variables de producción (Revelo, 2013).

Tanto la brucelosis como la leptospirosis y la tuberculosis tienen un impacto negativo sobre la eficiencia reproductiva del hato. Las primeras causan abortos y la última pérdida de condición corporal que le impide sostener la gestación; reproductivamente, el control de estas enfermedades es crucial. En el país existen programas de diagnóstico, prevención y vacuna como el “Programa de certificación de predios libres de brucelosis y tuberculosis” liderado por la Asociación *Holstein Friesian* del Ecuador bajo la supervisión de Agrocalidad. Lastimosamente, estos programas no tienen un alcance generalizado ni obligatorio (Jaramillo, 2013).

También ocasionan fallas reproductivas, los quistes ováricos, abortos, retención placentaria, anestro, metritis, reabsorción embrionaria, y diversas alteraciones anatómicas (adherencias, tumores, urovagina, entre otras) (Roman, 2008), las mismas que incrementan su incidencia a medida que aumentan el número de lactancias.

2.4.7. Fertilidad de los toros:

Por todos es sabido que existen diferencias significativas entre toros en cuanto a su fertilidad demostraron que midiendo el porcentaje de preñez en los primeros servicios, las diferencias oscilan entre el 10% y el 15% (Senger, 2005). Además, la fertilidad



de los toros oscilaba entre el 35% y el 70%. El “Dairy Records Management System” de la Universidad del estado de Carolina del Norte, ha desarrollado el concepto de la “tasa relativa de concepción estimada” basada en un gran número de inseminaciones en rebaños de Estados Unidos de Norte América. Este estudio ha permitido a los productores identificar y eliminar de su explotación aquellos toros con menor fertilidad, y seleccionar en cambio aquellos con mayores tasas de concepción (Senger, 2005).

Así, los encargados de la reproducción pueden maximizar la tasa de preñez en sus rebaños. Desafortunadamente, la política de precios que se lleva hoy en día en la industria de la I.A. no penaliza ni bonifica aun directamente a los toros en función de sus datos de fertilidad. Por lo tanto, el incentivo para seleccionar un toro (y su precio) está totalmente basado en el potencial genético para la producción de leche, componentes, tipo funcional, y ley de oferta y demanda. Existe una urgente necesidad de proveer a los ganaderos de una información fiable a cerca de las diferencias de fertilidad de los distintos toros, lo cual permitiría a los equipos de manejo la selección de los toros para mejorar las probabilidades de éxito en el área reproductiva (Senger, 2005).

2.4.8. Mortalidad embrionaria en bovinos:

La mortalidad embrionaria (ME) es la pérdida de la gestación durante los primeros 42 días que corresponden al periodo embrionario. Es uno de los problemas más difíciles de diagnosticar y corregir en reproducción bovina. Se considera que si una vaca y un toro son fértiles la concepción a un servicio de esos dos individuos será alrededor del 70%. Este número se basa en la probabilidad de fertilización (que se considera es de un 80-100%) sumado a la probabilidad de que el embrión sobreviva al reconocimiento materno. Dentro de los factores que han sido involucrados se tiene factores genéticos, de manejo, estrés, salud animal, entre otros Diskin y Morris , (2008).

Cuando se habla de mortalidad embrionaria se deben diferenciar dos grandes momentos en el desarrollo. Los primeros 14 días, (etapa del desarrollo embrionario temprano), corresponden a la etapa anterior al reconocimiento materno de la preñez y después de los 14 días (etapa del desarrollo embrionario tardío) corresponden a la etapa después del reconocimiento materno de gestación (BonDurant , 2007). Este



periodo embrionario tiene una duración aproximada de 42 días. Durante este periodo no solamente se da el proceso de organogénesis, sino que también se forma la placenta para que el feto pueda continuar su desarrollo. La formación de la placenta termina completamente hacia el día 90 de gestación y por esto cualquier alteración entre la fertilización y los 90 días de desarrollo tienden a ser letales Diskin y Morris, (2008).

Como afirman Dunne *et al*, (2000) durante los primeros 14 días se pierden cerca del 30% de las gestaciones, sin que clínicamente sean detectadas. Dentro de este periodo la mayoría (80%) se pierden antes del octavo día considerando que la transición de mórula a blastocito es un periodo crítico para la supervivencia del embrión. Entre los 14 y 19 días, un 5-10% se pierden alrededor del reconocimiento materno de preñez. Después viene el periodo de formación de la placenta, entre el día 18-28 y el 30 al 42 donde en cada uno de esos periodos también se pierden alrededor del 5- 10% de los embriones.

Sin embargo, su capacidad de termorregulación es insuficiente, lo que causa un incremento de la temperatura corporal. Una vaca con estrés calórico puede presentar temperaturas entre los 39,5 a 41°C; situación que afecta la función celular. El aumento en la temperatura corporal, trae consigo consecuencias graves sobre la reproducción. Se ha observado que los embriones presentan susceptibilidad al estrés calórico, esto disminuye a medida que avanzan en su estado de desarrollo. Por otra parte, el aumento térmico puede afectar el mecanismo de reconocimiento materno de la gestación (Revelo, 2013) .

2.4.9. Deficiencias en la detección del celo

La baja eficacia en la detección de celos limita la fertilidad global del hato. Es un inconveniente que enfrentan todas las explotaciones lecheras que practican inseminación artificial a nivel mundial. Si estos se fertilizan dan lugar a un embrión que muere a los pocos días, tornándose en el error más común dentro de los hatos y contribuyendo a la baja fertilidad. Entre los factores que afectan la eficacia en la detección de celos es el poco tiempo dedicado a la actividad, capacitación deficiente del personal o falta de motivación. Es importante observar los animales en las



primeras horas de la mañana y el final de la tarde porque éstos son los dos períodos en los cuales los porcentajes de detección de celo son mayores, tomando en cuenta que en los meses de verano las vacas no suelen mostrar signos de celo y la duración del mismo es más corta (Risco, 2005).

2.5. Causas de mortalidad embrionaria.

2.5.1 Origen no – infeccioso

Existe un nivel basal de mortalidad embrionaria que en general está asociado a defectos cromosomales heredados o adquiridos. Defectos heredados como las translocaciones genéticas han sido detectados y se han logrado eliminar casi totalmente de las poblaciones. Sin embargo la expresión de genes letales debido a la consanguinidad se está incrementando en algunas razas y se estima que la ME puede incrementar entre un 2-10% por esta razón Diskin y Morris , (2008).

Se ha postulado que el ovocito que persiste por un periodo prolongado de tiempo dentro del folículo se le ve alterada su viabilidad, aunque no siempre se altera su potencial de fertilización. Es decir el espermatozoide es capaz de fertilizar el ovocito comprometido e incluso se puede desarrollar el embrión en sus primeras divisiones pero rara vez progresa de la etapa de 16 células. Las posibles causas para que un ovocito no tenga un adecuado potencial de desarrollo pueden ser varias. Una hipótesis interesante es que el ovocito de las vacas de 2 ondas foliculares permanece por más tiempo dentro del folículo dominante versus el de las vacas de tres ondas y por consiguiente puede tener una menor viabilidad, Inskeep y Dailey, (2005).

Los cuerpos lúteos (CL) provenientes de folículos durante el posparto temprano, tienden a tener una vida media más corta o niveles inadecuados de progesterona (P4). Esto niveles bajos de P4 tienden a favorecer la persistencia de folículos que finalmente ovulan con ovocitos comprometidos. Igualmente un CL que no tenga un adecuado desarrollo puede tener una vida media más corta desencadenando los mecanismos luteolíticos de una manera temprana y evitando así que el embrión alcance a enviar la señal del reconocimiento materno Diskin y Morris, (2008).



También se ha discutido que la ME en las vacas de leche puede estar asociada al alto metabolismo hepático de las mismas. De esta manera, las vacas lecheras tienen un mayor catabolismo de la progesterona y se sugiere que cuando el embrión necesita producir Interferón Tau (IFN_τ) para el reconocimiento materno de la preñez, esta producción se ve directamente afectada por los niveles relativamente más bajos de P4. En otras palabras, la hipótesis es que a mayores niveles de P4 (dentro de niveles fisiológicos) mayor producción de IFN_τ mayor probabilidad de pasar el periodo crítico del reconocimiento materno Binelli *et al*, (2001).

Los protocolos de sincronización pueden estar involucrados en la fisiopatología de la ME. Si los progestágenos que se utilizan no logran generar una retroalimentación negativa completa, el folículo tiende a persistir alterándose la viabilidad del ovocito. La persistencia del folículo en estas circunstancias se da porque los niveles inadecuados de P4 no logran una adecuada retroalimentación negativa de la GnRH y de la LH y por tanto la pulsatilidad de la LH permite que el folículo se mantenga y no sufra atresia para desencadenar una nueva onda folicular. Adicionalmente se deben considerar los protocolos a tiempo fijo (IATF) donde se induce la ovulación de un folículo que si tiene un tamaño pequeño, puede terminar con un ovocito inmaduro y en la formación de un CL pequeño con niveles insuficientes de P4 Inskeep y Dailey,(2005).

Diferentes condiciones que alteren la calidad del ovocito también pueden generar ME Starbuck *et al*, (2004). Se considera que los eventos que ocurran dentro de los dos ciclos estrales anteriores a la ovulación pueden afectar la calidad del ovocito. Las causas más comunes serían, vacas que pierden excesiva condición corporal Silke *et al*, (2002), sufren una disminución súbita de apetito particularmente alrededor de la IA, dietas ricas en proteína o bajos consumos de materia seca, estrés particularmente el estrés calórico o por frío Chebel *et al*, (2004) traumas, fiebre, cojeras, retención de placenta, endometritis y enfermedades metabólicas. Esto explica porque las vacas que se recuperan de cualquiera de estos eventos, pueden entrar en celo pero no necesariamente terminar con una gestación viable. También explica por qué las vacas que pierden considerablemente condición corporal durante los primeros 30 días



postparto tienen menores tasas de preñez cuando son servidas a los 70-100 días Diskin y Morris , (2008).

2.5.2.- Origen infeccioso

La lista de agentes patógenos podría ser innumerable y por consiguiente se van a resaltar los que puedan tener más relevancia en nuestro medio. Dentro de ellos están, tricomoniasis, leptospirosis, diarrea viral bovina, IBR (BonDurant , 2007).

Tricomoniasis: es una enfermedad venérea que altera la calidad del endometrio (endometritis-piómetra) y puede generar ME por un mal ambiente uterino. También se ha reportado que el parásito puede quedar dentro del embrión al momento de la eclosión, y después de múltiples replicaciones generar aborto por daño directo al feto. Sin embargo, esta última forma de infección sería menos frecuente. Como es una enfermedad venérea, su control está dirigido al control de los portadores del parásito, el toro. Se deben identificar los toros positivos y eliminarlos del hato. Se requieren al menos tres cultivos negativos realizados con intervalo de una semana para certificar un toro como negativo a tricomoniasis (BonDurant , 2007).

Leptospirosis: esta enfermedad es causada por *Leptospira borgpetersenii*, serovar hardjo, tipo hardjobovis. Se han detectado varios tipos de leptospira sin embargo se considera que, en el bovino, la patógena es *borgpetersenii*. Esta diferenciación es importante porque los esquemas vacunales no han sido eficaces en la prevención de la enfermedad, posiblemente porque se está vacunando con el patógeno inadecuado. La leptospirosis causa comúnmente aborto entre el segundo y tercer mes de gestación, pero también puede ser causal de ME y de infertilidad. La bacteria entra a través de las membranas mucosas y persiste en el riñón y el tracto reproductivo. Estos animales son portadores y diseminadores importantes de la enfermedad pero además tienen afectado su potencial reproductivo (BonDurant , 2007).

Diarrea Viral Bovina (DVB): el virus de la DVB puede afectar la gestación en cualquiera de sus etapas. Durante la gestación temprana (menos a 4 meses) el virus es generalmente letal. El sistema de transmisión más importante parece ser a través de los animales persistentemente infectados o PI. Estos diseminan la enfermedad en



todo el hato de una manera muy eficiente y con prevalencia alrededor del 70% (BonDurant, 2007). Cuando un animal se infecta, el virus se va a ubicar preferentemente en el tacto reproductivo, empezando por los ovarios. El virus genera ooforitis alterando la concepción de la vaca al afectar la calidad del oocito, la capacidad esteroidogénica del folículo y la formación del CL. Si el embrión eclosiona, el virus es letal una vez se replica en el individuo. Después de los 120 días, el feto puede sobrevivir a la infección y generarse el estado de PI. El Dx serológico de DVB es de poca utilidad debido a la alta prevalencia en los hatos.

Rinotraqueitis bovina (IBR): El virus del IBR también afecta la viabilidad de la gestación en todas sus etapas. Causa ooforitis generando repetición de calores, ME y abortos. Es una enfermedad fácil de diagnosticar por serología y las vacunas que se encuentran en el mercado son buenos inmunógenos. Si el diagnóstico de la enfermedad es adecuado, una implementación apropiada de programas de control incluyendo la vacunación con las diferentes cepas comerciales, generalmente ofrece una respuesta inmediata en cuanto a la disminución de los problemas de fertilidad y de aborto en las vacas Nandi y Kumar, (2009).

2.6.- Factores manejados por el hombre

2.6.1.- El factor humano en el manejo del ciclo estral.

Según (Goicochea, 2005), el rol específico en un hato ganadero es mantener el estado reproductivo en óptimas condiciones de acuerdo con los parámetros reproductivos de la zona, tipo de animal y recursos de la finca. En otras palabras, que las novillas se preñen con la edad, el peso y condición corporal adecuada, que las vacas lleguen a su primer servicio entre los 60 y 90 días posparto, que el semen a usarse sea de buena calidad, que preñen con facilidad y que no existan vacas vacías, etc. Como se aprecia, todo gira alrededor de la preñez de las hembras.

Al analizar las tareas que son responsabilidad del hombre, podemos señalar que son muchas y que en forma especial se reducen a tres: detectar bien los celos de las vacas, manejar y controlar la calidad del semen y realizar un buen servicio (monta o inseminación) en el tiempo adecuado. Se sobreentiende que el encargado de esta



función debe estar muy bien entrenado en la detección de celos, inseminación artificial, manejo del semen al momento del servicio, entre otros (Goicochea , 2005).

La sincronización del estro involucra el control o manipulación del ciclo estral y por consiguiente involucra la mediación e intervención hormonal. Al realizarla se deben superar las limitantes que este proceso contiene, debido a que la oportunidad de servicio dura muy poco tiempo, su observación y detección se convierte en una actividad rutinaria y precisa, que nos permite adquirir información exacta sobre el estado reproductivo del animal o animales de interés (Goicochea , 2005).

2.6.2.- El papel del hombre en la detección de celos y realización de los servicios:

¿Quién no conoce una vaca o novillas en celo? Sin mayor análisis, la detección del celo sería fácil o sencilla para cualquier persona, pero en la práctica muchas veces se complica por factores de las vacas, del toro y el humano. Las fallas son múltiples, básicamente si no se detectan bien los celos, no se sirven las vacas y lógicamente no hay preñez. Es decir, la detección de celos es de vital importancia en la reproducción del rebaño todos los días del año.

Un solo ejemplo ilustra la mala detección de celos los días sábado y domingo; si la detección es mala, muchos animales en celo no serán servidos y si ésta práctica se hace rutina, como las vacas o novillas repiten celo cada 18-24 días, los celos de estos animales siempre caerán en los fines de semana y nunca serán detectados. En caso de que no exista un buen control del anestro, estas vacas irán directo al matadero (Goicochea, 2005).

La Inseminación artificial (IA) al igual que la monta natural controlada parecen ser labores sencillas, sin embargo, al igual que la detección de celos se complican por los factores ya mencionados, como el control potencial de los machos y el uso de semen conservado y de buena calidad que garantice la preñez de la hembra. También es de gran importancia en la IA, el momento de la inseminación. Existen esquemas ya establecidos que son aplicados en casi todas las fincas, como el am-pm/pm-am; la IA se debe realizar al final del celo para tratar de coincidir con la mayor capacidad



fecundante de los espermatozoides y el momento de la ovulación para lograr una mayor tasa de preñez. En la época de verano y temperaturas elevadas, donde predominan los celos cortos se ha recomendado la IA en el momento que es detectado el celo. Cuando el proceso no se realiza en forma correcta la tasa de animales en celo es baja, al igual que la fertilidad, ello incrementa los costos por días vacíos y pérdidas de semen. Si no se establece un buen control aumentará la tasa de vacas repetidoras, la tasa de vacas vacías 150 días posparto y se incrementará la tasa de vacas eliminadas del rebaño, sin mayor motivo (Saavedra, 2014).

El sistema reproductivo funciona en forma adecuada siempre y cuando las condiciones del medio interno y externo sean adecuadas. El conocimiento y manejo del ciclo estral es vital en el proceso reproductivo porque la actuación de sus fases, son conjuntas y complementarias. El factor humano es de vital importancia en el proceso reproductivo e involucra a todo el personal de la finca, desde el propietario, veterinario hasta el personal de campo. El factor humano debe estar comprometido en detectar adecuadamente los celos, realizar eficientemente los servicios y controlar la calidad del semen. La capacitación del personal técnico lo hace más eficiente en el manejo de la función reproductiva, de los programas ya establecidos y de los que involucran aspectos biotecnológicos y reproducción programada (Saavedra, 2014).

Las fincas podrían ser fácilmente clasificadas de acuerdo con la implementación de programas reproductivos y al grado de compromiso y responsabilidad del personal encargado, al estar comprometidos con alcanzar una mayor eficiencia reproductiva y de producción. Solo así se pueden alcanzar metas eficientes dentro del proceso reproductivo (Saavedra, 2014).

2.6.3.- Habilidad del inseminador

Diversos estudios han mostrado claramente que la experiencia y habilidad del inseminador son factores muy influyentes en la fertilidad del rebaño. El éxito en la deposición del semen en el lugar apropiado del tracto reproductivo de la vaca se ha mostrado como un gran aspecto a tener en cuenta asociado a la técnica de la inseminación. En un minucioso estudio que comparaba a los técnicos profesionales en inseminación artificial con trabajadores de distintas explotaciones que llevan a cabo



las mismas labores demostraron, usando evaluaciones radiográficas de la inseminación, que solamente el 39% de las deposiciones de semen fueron localizadas en el lugar adecuado (cuerpo uterino). En contraste, el 25% fueron localizadas en el cérvix y el 36% en el lumen de un cuerno uterino. Considerando el cuerpo uterino como el lugar apropiado, el 61% de las deposiciones resultaron ser erróneas. Paradójicamente, inseminadores profesionales resultaron tener tasas de error similares a las de trabajadores de las propias explotaciones (Senger, 2005).

El equipo de manejo puede registrar estos números, evaluar la tasa de concepción de cada inseminador en el rebaño y tomar las acciones correctivas necesarias al respecto siempre que sea necesario. Si se lleva a cabo una revisión periódica y reciclaje (por lo menos una vez al año) de las técnicas de inseminación, los técnicos estarán al tanto de la importancia de depositar el semen en el lugar apropiado. Cuando el semen se deposita en el cuello, se pierde el doble de semen que si lo depositamos en los cuernos o en el cuerpo del útero; por lo que, los fracasos de preñez son más probables con la deposición cervical que con la deposición uterina del semen (Senger, 2005).

2.6.4 Inseminación artificial

Esta técnica se basa en la introducción, artificial, de semen dentro del cuerpo del útero de la vaca al momento del celo para dar lugar a la preñez. Es necesario conocer que la vida media del óvulo es de 12 a 18 horas y su calidad disminuye conforme pasa el tiempo. También, se debe mencionar, que la vida de los espermatozoides es limitada; por lo que, cuando la inseminación se lleva a cabo antes del celo, estos pueden morir antes de llegar al óvulo. En cambio si se realiza después del celo éste pierde la capacidad de ser fertilizado (Revelo, 2013).

Por más de 50 años se ha venido aplicando el sistema de inseminación AM – PM, PM –AM. Esto implica que las vacas que presentan celo en la mañana son servidas en la tarde y las que entraron en celo en la tarde son servidas en la mañana siguiente. El sistema proporciona excelentes resultados siempre y cuando haya una eficiente detección de celo.



Por otro lado, las principales limitaciones son aquellas de orden fisiológico que comprenden: expresión de celo, duración y momento de manifestación, mientras que la baja eficiencia en la detección del estro incide negativamente sobre el índice de concepción. Además es importante acotar que para implementar exitosamente la técnica se debe contar con operarios entrenados, capaces de interpretar adecuadamente el comportamiento del animal en celo y que estén capacitados como inseminadores (Wilde, 2005). Esto implica que deben tener una buena técnica de inseminación, que involucra cuidado con el manejo del semen, el cual no debe sufrir cambios bruscos de temperatura.

El tiempo que el técnico demora en seleccionar el semen, armar la pistola e inseminar el animal es crítico en el éxito de la técnica. Se alcanzan mayores tasas de preñez cuando existen menos cambios de temperatura al manipular el semen (Díaz, 2011), por lo que, cuando se analiza el trabajo reproductivo hay que tomar en cuenta la formación técnica de los inseminadores, sus habilidades, detección de estros y momento óptimo para servir la vaca (Botello, 2010).

2.6.5.- Fertilidad y momento de inseminación durante el celo natural.

Para la determinación del mejor momento de inseminación artificial en bovinos, se han empleado diferentes rangos de tiempo que oscilan entre 0 y 48 horas luego del inicio del celo, observándose notables diferencias en relación con la tasa de concepción. Diversos estudios evidencian mejores resultados de fertilidad cuando se han inseminado las hembras bovinas entre 0 y 6 horas, 6 a 12, 12 a 24 e incluso entre 28 a 31 horas del celo manifiesto. En una amplia comparación de momentos de inseminación han determinado valores de fertilidad de 20,0, 56,5, 58,4, 62,8, 65,7, 65,9 57,0 y 46,0% para los servicios entre: 3, 5-8, 9-15, 16- 20, 22-27, 28–31, 32,35 y 36-40 horas después del inicio del celo. Otros resultados sugieren que los mejores momentos de inseminación se ubican entre 16 y 31 horas después del inicio del celo, obteniéndose una fertilidad bastante aceptable para los momentos de I.A. entre 5 y 35 horas, luego del comienzo del celo (Rodríguez , 2012).

En varias regiones de Venezuela y con distintos genotipos, se han encontrado, igualmente, variaciones de fertilidad a diferentes momentos de inseminación artificial,



obteniéndose, las mejores respuestas en animales inseminados en el rango de 12 a 18 horas del celo. La comparación de fertilidad de tres momentos (0– 2, 6-8 y 12 horas del inicio del celo) dentro de grupos genéticos, determinó que en *Holstein Friesian* y mestizos lecheros *Bos taurus* la mejor fertilidad se observó en inseminaciones realizadas a 12 horas del celo, por el contrario en animales mosaico Criollo–Cebú la mejor respuesta se obtuvo en los momentos de 6 a 8 y a 12 horas después del celo.

En estos estudios, la fertilidad para momentos cercanos al inicio del celo presentan valores adecuados, los cuales se corresponden con datos reportados, bajo condiciones subtropicales de Estados Unidos, en Texas y en Florida, quienes señalaron valores de fertilidad superiores o ligeramente menores cuando el momento de inseminación es a una hora comparada con la inseminación a 12 horas después del celo (Rodríguez, 2012).

La relación entre inseminación artificial, antes y después de la ovulación con la fertilidad, también ha sido estudiada, encontrándose que el porcentaje de concepción es mayor cuando la I.A. es realizada antes que después de la ovulación, lográndose las mejores respuestas entre 7 y 24 horas antes del proceso ovulatorio y una la máxima fertilidad con inseminaciones efectuadas de 13 a 18 horas antes de la ovulación. Al realizar la inseminación artificial 6 horas antes o después de la ovulación, la fertilidad tiende a ser más baja (Rodríguez , 2012).

Por lo antes descrito, puede señalarse que cuando una hembra bovina es servida al inicio del celo y mucho antes de la ovulación, los espermatozoides van a estar relativamente envejecidos al instante de encontrarse con el óvulo para la fertilización; por el contrario, si los animales son inseminados mucho tiempo después de haber finalizado el celo, puede darse el caso que el óvulo puede no estar totalmente viable al unirse al espermatozoide. En ambas situaciones pueden ocurrir fallas de fertilización o posteriormente, mortalidad embrionaria, las cuales son indicativos de que la inseminación no se realizó en los momentos más óptimos para lograr una buena fertilidad (Rodríguez , 2012).



Tabla 5. Fertilidad en bovinos a diferentes momentos de inseminación artificial en Venezuela.

Horas dps. del inicio del celo	Observ. N°	Fertilidad %	Región (Referencia)	Tipos Raciales
Menor de 6	132	39,4	Edo. Zulia [14]	Mestizos
6-12	592	47,3		<i>Bos indicus</i>
12-18	458	63,5		y <i>Bos taurus</i>
18-24	197	56,3		
Mayor de 24	62	37,1		
0 - 2	203	49,9	Edo. Monagas [36]	Mos. Criollo-Cebú
6 - 8	207	47,1		Mestizo Lechero <i>Bos taurus</i> y Holstein
12	136	55,1		
0 - 2	25	40,0	Edo. Bolívar [34]	Holstein y Mestizos
6 - 8	25	52,0		Pardo Suizo x Cebú
12 - 14	25	60,0		
18 - 20	25	32,0		
0	65	62,5	Edo. Aragua [7]	Holstein
12	80	68,3		
0	91	58,2	Edo. Mérida [7]	Jersey y Criollo
12	105	85,1		
0	15	33,3	Edo. Yaracuy [38]	Novillas
12	11	45,4		Brahman
24	12	25,0		

(Rodríguez , 2012)

2.7.-Protocolos de I.A.T.F.

2.7.1.-Resultados esperados de la sincronización del celo

Según Ben *et al*, (2002), los resultados esperados de la sincronización del celo son:

- Índice de preñez de primera inseminación en vacas con cría 50 %; y en vaquillonas y vacas secas 60 %.
- Índice de preñez con inseminación de los primeros retornos: entre 70 y 75% en vaquillonas y entre 60 y 65% en vacas con cría, en seis días de IA y 25 días entre servicios.
- Índice de preñez final en 60 días, con servicio de repaso con toro, superior al 90%.

2.7.2.- IATF en el Ecuador

En el año 2003 nuestro grupo realizó IATF en el trópico seco de la provincia de Manabí sobre un total de 523 animales *Bos indicus* cruza con resultados comparables a los



obtenidos por otros grupos técnicos de diferentes países que han incorporado a la IATF en programas de mejoramiento genético.

Tabla 6. Tasa de Preñez a la IATF en 523 animales Bos indicus Cruza

Hato	# N° Vacas	Preñadas	%
1	50	27	54,00
2	37	15	40,54
3	60	29	48,33
4	14	5	35,71
5	22	13	59,09
6	14	10	71,42
7	24	11	45,83
8	98	42	42,86
9	86	37	43,02
10	118	57	48,31
Tasa de Preñez	523	246	47,03

Pita *et al*, (2003)

Los protocolos de IATF constituyen una valiosa herramienta en programas de mejoramiento genético en países como el nuestro, donde posiblemente menos del 4% del total de hembras en fase reproductiva son inseminadas (Caiza, 2004).

2.7.3.- Protocolo de sincronización usando CIDR en la Amazonía Ecuatoriana 1.38 gramos de progesterona.

Se utilizaron 260 vacas de las cuales 130 son vacas de 4 a 6 años y 130 vaconas y a todas se las realizó IATF entre las 50 y 56 horas post remoción del implante. A cada grupo se lo subdividió en dos para la aplicación o no de eCG de lo cual se obtuvo los siguientes resultados.



Tabla 7. Porcentajes de preñez con eCG y sin eCG.

	PORCENTAJE DE PREÑEZ	
	CIDR + BE SIN eCG	CIDR + BE con e CG
Vaonas de 2 - 2,5 años	28/65 (43.07%)	38/65 (58.46%)
vacas de 4 a 6 años	24/65 (36,92%)	42/65 (64.6%)
TOTAL	52/130 (39,9%)	80/130 (61,53%)

(Caiza, 2010)

2.8.- HOLSTEIN FRIESIAN

2.8.1.- Origen

Esta raza se originó en dos provincias septentrionales de Holanda: Frisia Occidental y País Bajo del Norte (North Holland). Poco se sabe de su más remoto origen, pero no hay duda de que fue Holanda el núcleo del cual se diseminó esta raza que, sin objeciones, es la más formidable lechera de la historia (Gasque, 2008).

2.8.2.- Características físicas

La Holandesa es la más pesada de las razas lecheras; presenta dos variantes en cuanto a color de pelaje: el berrendo blanco con negro, y el blanco con rojo. La variante dominante es el berrendo en negro, siendo de carácter recesivo la variante en rojo. Dentro de la variante berrendo en negro, la cantidad de negro presenta un gran espectro, encontrándose animales muy negros con algunas manchas blancas o viceversa: animales casi blancos con algunas pintas negras, sin embargo, un porcentaje elevado de los animales muestra equilibrio en el color; no hay animales enteramente blancos ni enteramente negros.

Las zonas manchadas son pigmentadas, no así donde está el pelo blanco. Los cuernos están siempre presentes, no obstante, el descornado es práctica común. Mientras en Norteamérica el color dominante es blanco con negro, en Holanda abundan los animales berrendos en rojo, donde se les da tanto peso como al blanco-negro y están sujetos a registro, aunque ya empieza a dársele importancia a este color en Norteamérica.



En lo que respecta, al tipo el ganado *Frisón* en Holanda, muestra másastedad y menos angulosidad que sus descendientes de América, donde, a través de una exigente selección y programas genéticos, se ha producido el típico animal lechero: anguloso, de cuerpo profundo, sin tendencia a la gordura oastedad corporal; es por esto, que ha superado al ganado *Frisón* de Holanda en rendimiento lechero. Si de alguna forma se define al típico animal lechero, es a través de las siguientes características:

1. Cuerpo anguloso, amplio, descarnado; considerando el período de lactancia.
2. Cuello largo descarnado, bien implantado.
3. Capacidad corporal relativamente grande en proporción al tamaño; barril profundo y medianamente ancho, cinchera grande.
4. Ubre de gran capacidad y buena forma, fuertemente adherida; pezones medianos y colocación en cuadro y a plomo muy bien irrigada (Gasque, 2008).

2.8.3 Características funcionales

La raza holandesa, *Holstein* o *Frisona*, es la más productiva de todas las razas lecheras. El promedio de producción en Holanda es de 7,300 kg y, para los de alto registro, 8,700 kg. En EE.UU. se estima que el promedio nacional a edad adulta es de 11,313 kg por lactación de 305 días, (año 2003) encontrándose fácilmente hatos con promedio en el rango de los 10 a 12,000 kg/lactación.

El promedio canadiense es 10% menor, quizá por las duras condiciones climáticas de ese país. El promedio del *Holstein* neozelandés es de 4,500 kg por lactación, en virtud de que su sistema de explotación es en pastoreo sin suplementación con concentrados, en contraste con el sistema americano canadiense, que incluye una dieta generosa en concentrados. Baste decir que, a la fecha, la vaca más notable en cuanto a rendimiento lechero pertenece a esta raza; su nombre Arlinda Ellen, que produjo en una lactación 25,300 kg de leche en 365 días netos. El peso de los animales varía si son *Frisones* (Holanda y Europa) o *Holstein Friesian* (americano canadienses) (Gasque, 2008).



Los datos comparativos más recientes son:

Tabla 8. Pesos y tamaño en diferentes etapas en bovinos Holstein.

Peso		
Estirpe	Toro adulto	Vaca adulta
Frison (europeo)	950 kg	650 kg
Hostein friesian	1050 kg	680 kg

Altura		
Altura promedio (punta de la cruz)	Toro adulto	Vaca adulta
Frison	1.45 m	1.35 m
Holstein-Friesian	1.52 m	1.45 m

(Gasque, 2008)

Al nacer, los becerros pesan entre 38 y 42 kg; las becerras entre 34 y 38 kg.

El inicio de la vida reproductiva al primer parto, la vaquilla de 24 meses debe pesar, como mínimo, 520 kg posparto para considerarla con buen desarrollo corporal en dicha etapa.

Los machos sometidos a engorda están en condición y peso óptimos entre los 11 - 12 meses pesando entre 272 kg y 320 kg. El ganado *Holstein* o *Frison* de Nueva Zelanda es considerablemente más ligero que el *Holstein* de Norteamérica (hasta 30%) por las razones expuestas (Gasque, 2008).

2.9. Raza Normando

La raza *Normando* es una raza bovina de doble propósito muy antigua. Procede del cruzamiento entre los bovinos que poblaban Normandía en el siglo IX y X, y los animales traídos por los conquistadores Vikingos, originando las razas Contentine, Augeronne y Cauchoise, que al mezclarse entre sí (La raza Contentine predominó y absorbió a las demás) dieron origen a la raza *Normando* actual. No obstante, la selección de esta raza comenzó muy pronto, puesto que los primeros intentos se remontan al siglo XVII y hacen hincapié en el desarrollo, la conformación, las aptitudes lecheras y mantequilleras. A finales del siglo XIX, se crea el Herd Book *Normando*, lo que oficializa el origen de la raza actual (Ganadeía del siglo XXI, 2011)



Las aptitudes de la raza *Normando* se deben a sus orígenes, ya que el clima, los métodos de crianza con pastos naturales y con recursos forrajeros limitados, desarrollaron en los primeros animales gran poder de adaptación a las diferentes formas de manejo y a los climas adversos, ofreciendo bajo estas condiciones altos rendimientos de producción.

La raza *Normando* es considerada en el mundo una de las razas de doble utilidad más importante, y Colombia ocupa el segundo lugar en el mundo, en cantidad, pero sobretodo en calidad, después de Francia, su país de origen.

Por su fácil adaptación, la raza *Normando* se ha implantado como raza pura en una gran variedad de climas y altitudes de la geografía Colombiana. Los principales nichos de *Normando* se encuentran en Cundinamarca, Boyacá, Caldas, Tolima, Santanderes, Antioquia, Quindío, Risaralda, Huila, Cauca y Valle del Cauca. Así mismo, en ganaderías de clima cálido que han cruzado las razas cebuinas con la raza *Normando*, obteniendo excelentes resultados en lo referente a precocidad, desarrollo, producción lechera y aptitud materna (Ganadeía del siglo XXI, 2011).

2.9.2.- Adaptación.

Desde su llegada al país, el ganado normando se instaló en las más diversas condiciones, resistiendo los climas más variados: fríos, cálidos, secos o húmedos; las topografías montañosas o planas de las regiones ganaderas colombianas; los sistemas de manejo extensivos o intensivos, en praderas naturales o mejoradas, ofreciendo altos rendimientos de leche y carne (ASONORMANDO , 2009).

2.9.3. Rusticidad.

La fortaleza de sus aplomos le permite recorrer largas distancias en busca de alimentos, especialmente en los terrenos pobres y escarpados de muchas explotaciones extensivas de montaña. Su condición de raza mixta le ha dado una capacidad de ingestión y de su conversión de alimentos bastos, con una mayor eficiencia en su transformación. Esto se traduce en una buena producción lechera y de carne y en una buena resistencia a las enfermedades sobre todo en los países



tropicales. La Raza *Normanda*, con producción de leche equivalente, necesita menor cantidad de alimentos concentrados que las razas especializadas (ASONORMANDO , 2009).

2.9.4. Longevidad.

Por sus condiciones raciales, las vacas normandas están capacitadas para vivir largos años. Es muy frecuente encontrar vacas que sobrepasan los doce años de edad. La producción lechera máxima se sitúa entre la quinta y la sexta lactancia, y es normal encontrar vacas productivas de diez lactancias o más. Esto permite conservar excelentes vientres durante largo tiempo (ASONORMANDO , 2009).

2.9.5. Fertilidad.

Esta cualidad, bien exigida por los ganaderos, es fundamental para toda explotación. La vaca normanda da generalmente, una cría por año. El promedio de intervalo entre partos es de 379 días y la duración promedio de la gestación es de 286 días. Adicional a esta cualidad, las vacas tienen una recuperación post-parto más rápida, hecho que les permite una mejor disposición para la producción lechera y una fácil preparación para la siguiente gestación. En general, el 70% de las vacas quedan preñadas con la primera inseminación, realizada alrededor de 55 días después del parto anterior (días de descanso voluntario). Cuando no hay malas condiciones alimenticias, ni de salud o de manejo, este porcentaje puede aumentar, y en todo caso el 95% de las vacas tienen preñeces con la segunda inseminación o monta (ASONORMANDO , 2009).

2.9.6. Facilidad para el parto:

La relación existente entre la facilidad de parto y el coeficiente apertura pelviana/ contorno de pecho en las vacas adultas de la raza normando es superior entre un 13% y un 16% al obtenido en otras razas lecheras y entre un 7% y un 10% al obtenido en otras razas de carne.

Las características de la apertura pelviana y de la ligera inclinación del anca en la vaca *Normanda*, explican porque prácticamente no se necesita intervención en el momento



del parto y este se efectúa rápidamente y sin complicaciones (ASONORMANDO , 2009).

2.10. Raza *Brown swiss*

Con origen en los Alpes suizos, *Brown swiss* se adaptan bien a las altas altitudes y climas calurosos o fríos, tiene una producción de grandes volúmenes de leche, ideal para la elaboración del queso. Su capacidad única para producir componentes altos en grasa y proteína, proporción que los diferencia de otras razas lecheras (García , 2012).

Además, la raza *Brown swiss* tiene como características: ser longeva, capacidad de adaptación a diversas condiciones, tener facilidad en el momento del parto, ser robusta, resisten te a las enfermedades y ser dócil (García , 2012).

Ventajas de la crianza de *Brown swiss*:

- Mansedumbre: En la antigüedad esta característica fue seleccionada para ser usada para tiro; por eso, se la llamó «la raza de triple propósito»: leche, carne y tiro.
- Longevidad: Se llega a ver casos de vacas en producción con más de 15 años de edad.
- Dentadura muy resistente.
- Se utiliza mucho en zonas tropicales, donde otras razas no resisten el clima.
- Las vacas *Pardo suizo* pastan cuando otras razas, por el calor, están a la sombra.
- Partos fáciles.
- Muy buen porcentaje de preñez.
- Pezuñas duras; por esta aptitud hay menos problemas con pisos de cemento.
- Resisten temperaturas extremas.
- Por tener cuero grueso, resisten picaduras de tábanos, mosquitos, garrapatas, etcétera.
- No son propensas a la sarna, debido a su cuero grueso.
- Son animales rústicos, grandes digestores de materia seca.



- Las vacas viejas se venden como gordas de muy buena manufactura.
- Se pueden hacer explotaciones lecheras en zonas marginales.
- No son propensas a la mastitis, teniendo el máximo de sanidad en ubres.
- Leche con alto contenido en sólidos.
- Producen leche de alta calidad, especial para la producción de quesos.
- Leche con 4.5% grasa y 3.5% de proteína. (Gómez, 2008)

2.10.1. Características físicas

La raza *Pardo suizo* moderna se caracteriza, entre otras cosas, por su talla mediana; su capa es de un sólo color café-gris, el cual varía en tono, aunque se prefieren las sombras oscuras, encontrándose animales de tonalidades claras gris cremoso y animales muy tostados, especialmente en los costados. Las áreas de un color más claro se localizan en ojos, hocico, orejas y en las partes bajas de las patas. El pelo es corto, fino y suave; la piel pigmentada, muestra negro en la parte expuesta como el hocico. Los cuernos, medios o pequeños, son blancos con puntas negras, dirigidos hacia afuera y arriba, encorvándose en las puntas. La cabeza es ancha y la cara moderadamente larga. La espalda es amplia y la línea dorsal recta. El pecho es profundo, con costillas bien arqueadas, y los cuartos traseros son carnosos. El *Pardo suizo* es reconocido por sus buenas patas y pezuñas, rasgos necesarios en la evolución de la raza en los Alpes Suizos, lo que le Registry, es de 9,603 kg. Estos promedios son los correspondientes a los EE.UU., que es el más alto del mundo en esta raza. El promedio suizo-austriaco es de 5,103 kg (Gómez, 2008).

El promedio del ganado suizo mexicano es irrelevante, ya que no se le explota como lechera en sistema intensivo, como en el caso de los EE.UU., sino se explota con doble propósito marginal (menos de 1,500 a 2,000 kg por lactancia), aunque en regiones tropicales se reportan promedios de 3,200 a 4,000 kg, lo cual no se puede dudar, dada la gran adaptación que ha mostrado en climas cálidos (Gómez, 2008).

Objeciones

- No es deseable blanco en el vientre o mucosas.

Descalificaciones:



- Morro totalmente despigmentado, se descalifica a los animales con blanco en la borla de la cola, en los flancos, en el tronco, en la cabeza o en el cuello y en los miembros sobre las rodillas o los corvejones (Gómez, 2008).



CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales:

3.1.1. Materiales de oficina

3.1.1.1. Físicos

- Computador
- Dispositivo de almacenamiento
- Registros de inseminación
- Calculadora
- Libreta de apuntes
- Base de datos.

3.2. Métodos

3.2.1. Localización

Los datos recogidos de las vacas corresponden al programa de mejoramiento genético impulsado por el Gobierno Descentralizado de Pastaza, cuyas condiciones climáticas de esta provincia son:

Temperatura promedio anual de 25 °C con un mínimo de 12°C y un máximo de 30°C, con una precipitación de 3500 mm al año. Humedad media anual del 90 al 100% y Sus coordenadas son 1°10 Latitud Sur y 78° 10 de Longitud Oeste; 2° 35 de Latitud Sur y 76° 40 de Longitud Oestes. Su posición UTM es SD63 y su referencia Joint Operation Graphics es SA18-05.

3.3. Selección de datos

El estudio se inició con una base de datos de 2434 inseminaciones realizadas durante el periodo 2009 – 2013 como parte del programa de mejoramiento genético que lleva el GAD de Pastaza, las variables independientes analizadas fueron: año, raza, condición corporal, celo, toro o pajuela utilizada, técnico inseminador. La variable



dependiente fue utilizada la tasa de gestación. Para los diferentes modelos del trabajo fueron utilizados diferentes tamaños de muestras de acuerdo al propósito de cada modelo. Para la determinación de las frecuencias de cada variable independiente, las tablas cruzadas y los modelos 1 y 2, se emplearon 2355 datos, fueron descartados niveles diferentes en cada variable independiente que presentaban una submuestra muy baja. Para el modelo 1, se utilizó el software SPSS ver.22, que ajustó a 2345 datos de dicho modelo. El modelo 2, de efecto mixto, fue desarrollado mediante el software Systat ver. 11, para analizar el efecto del toro, se descartaron los toros con pocas inseminaciones. El modelo 3, con 1964 inseminaciones fue empleado para analizar el efecto del inseminador, se descartaron aquellos con muy pocas inseminaciones y se empleó el SPSS ver. 22.

El programa de mejoramiento genético de la provincia de Pastaza, está integrado por varios técnicos veterinarios distribuidos en diferentes zonas; por lo cual, los registros fueron recopilados en hojas de campo por los técnicos, en cada una de sus parroquias encargadas, luego de ello un digitador se encargaba de cargar los datos al sistema de la institución y luego de ello los registros se consolidaron en una sola base de datos, que engloba la información de todos los técnicos y todas las zonas de esta provincia.

3.4 VARIABLES

3.4.1 Variables Independientes.

- Año
- Raza
- Condición corporal
- Celo
- Toro utilizado
- Inseminador

3.4.2 Variable dependiente

La variable Gestación (gestante, no gestante),



3.5. Diseño Experimental

La variable gestación fue analizada asumiendo la distribución teórica de probabilidades binomial y realizando conversión lag y transformación a la distribución normal para cuando se efectuaron los análisis de varianza.

Se aplicaron tres modelos lineales para el análisis de la variable gestación.

3.5.1. Modelo 1.

Para el análisis de la base de datos generada por el GAD, se utilizó el primer modelo, un modelo de efectos fijos con 2355 observaciones, que el SPSS ver. 22, ajustó a 2345. Se emplearon solamente 3 cantones, no se utilizó el año 2009 y no se utilizaron vacas de la raza *Normando*, para mejorar la distribución del conjunto estudiado. Se empleó el SPSS ver 22.

El modelo 1 presentó la siguiente expresión:

$$Y_{ijklmnq} = \mu + A_i + T_u + C_j + D_k + H_l + F_m + B_n + S_q + e_{ijklmnq}$$

$Y_{ijklmnq}$ = variable dependiente aleatoria

μ = constante general

A_i = efecto del i-ésimo año ($i=1, \dots, 4$)

T_u = efecto del u-ésimo cantón ($u=1, \dots, 3$)

C_j = efecto de la j-ésima condición corporal ($j=1, \dots, 5$)

D_k = efecto del k-ésimo tipo de celo ($k=1, 2$)

F_m = efecto de la m-ésima raza de la vaca ($m=1, 2, 3$)

B_n = efecto de la n-ésima raza del toro ($n=1, \dots, 8$)

$C_j B_n$ = efecto de la interacción de segundo grado de la j-ésima condición corporal por la n-ésima raza del toro.

$e_{ijklmnq}$ = efecto del error



Se calcularon las medias estimadas para los factores que resultaron significativos en el análisis de varianza. Se presenta la tabla resumen del análisis de varianza.

Se realizó la prueba de comparación post hoc de la DMS.

Los análisis para el primer modelo se realizaron con el software, SPSS versión 22.

3.5.2. Modelo 2.

Este modelo fue utilizado para analizar el efecto del Toro, variable que se registró en la base de datos del GAD. El segundo modelo utilizado fue un modelo de efectos mixtos para evaluar el efecto del toro (aleatorio) dentro del efecto Raza de la vaca, se utilizaron 2355 observaciones. Se excluyeron la raza *Normando* en el factor Raza de la vaca y solo se emplearon 3 cantones, desechando el cantón Arajuno. En el factor Raza del padre se excluyeron las razas con pocas observaciones, menos de 25, como la raza *Holstein Friesian*. Se empleó el Systat ver.11 como software.

En el segundo modelo, se presenta la tabla resumen del análisis de varianza anidado, y además las medias y el error estándar para cada toro. También se estimaron los efectos individuales de cada toro y se presenta una tabla con el efecto individual de algunos toros. La tabla con todos los efectos individuales se presenta en los anexos.

El segundo modelo se presenta a continuación:

$$Yijklmn = \mu + A_i + C_j + D_k + H_l + F_m + B_n + S_q + eijklmnq$$

$Yijklmn$ = variable dependiente aleatoria

μ = constante general

A_i = efecto del i -ésimo año ($i=1, \dots, 4$)

C_j = efecto de la j -ésima condición corporal ($j=1, \dots, 5$)

D_k = efecto del k -ésimo tipo de celo ($k=1, 2$)

H_l = efecto del l -ésimo inseminador ($l=1, \dots, 5$)

F_m = efecto de la m -ésima raza de la vaca ($m=1, 2, 3$)

$B_n(F_n)$ = efecto de la n -ésima raza del toro ($n=1, \dots, 8$)

$S_q(F)_m$ = efecto anidado del q -ésimo toro ($q= 1, \dots, 34$) en la m -ésima raza de la vaca



$eijklmnq$ = efecto del error

Para el segundo modelo se analizaron 99 toros, de ellos se excluyeron los toros que fueron utilizados en menos o igual a 5 ocasiones.

3.5.3. Modelo 3.

El tercer modelo fue empleado para analizar el factor humano que fue llamado efecto inseminador. Se incluyeron solamente para este análisis todos los cantones, la raza de la vaca, con la raza *Normando*, el tipo de celo y el Inseminador. No se incluye el año.

El modelo 3 presentó la siguiente expresión:

$$Y_{1-q} = \mu + A_i + T_u + C_j + D_k + H_l + F_m + H_n + C_j B_n + B_n + S_q + eijklmnq$$

Y_{ijklmn} = variable dependiente aleatoria

μ = constante general

T_u = efecto del u -ésimo cantón ($u=1, \dots, 4$)

C_j = efecto de la j -ésima condición corporal ($j=1, \dots, 6$)

D_k = efecto del k -ésimo tipo de celo ($k=1, 2$)

F_m = efecto de la m -ésima raza de la vaca ($m=1, \dots, 4$)

H_n = efecto del n -ésimo inseminador ($n=1, \dots, 5$)

$C_j B_n$ = efecto de la interacción de la j -ésima condición corporal por la n -ésima raza del toro.

$eijklmnq$ = efecto del error

3.5.4. Frecuencias de los factores.

Se determinaron las frecuencias de los diferentes factores estudiados. Los factores o niveles de un factor que presentaban una frecuencia insuficiente para ser incluidos en los modelos; se realizaron con muestras específicas como el factor inseminador, o como la raza *Normando*, estos casos fueron analizados utilizando las tablas cruzadas con comparación mediante el estimador Z.



3.5.5. Correlaciones entre la condición corporal y la gestación.

Se estimaron y analizaron los coeficientes de correlación de Pearson y Tau_b de Kendall de forma general y dentro de cada raza de la madre.



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de la base de datos generada por el GAD.

4.1.1 Distribución de las observaciones.

La distribución de las observaciones para el primer modelo se presenta en la tabla 9. La distribución es aceptable, aunque sea asimétrica en los factores celo pues predomina el celod sincronizado, cantón: es más numeroso en el cantón Pastaza, en el factor condición corporal, hay menos vacas en el nivel 4,00, en el factor raza del padre *Angus Rojo Normando* y la *Jersey* son menos abundantes y muy numerosa la *Browns swiss*. En el factor raza de la vaca, aunque muy inferior a las otras razas la *Charolais* mestiza, tiene suficientes observaciones.



Tabla 9. Distribución de las observaciones analizadas en el primer modelo.

Factores	Niveles	
		N
Año	2010	795
	2011	618
	2012	725
	2013	207
Cantón	Mera	308
	Pastaza	1828
	Santa Clara	209
Condición Corporal	2,00	107
	2,50	705
	2,75	558
	3,00	685
	3,50	256
	4,00	34
Celo	CN	230
	IATF	2115
Raza del Padre	AR	52
	BS	1047
	CH	344
	HN	237
	HR	392
	JE	79
	NR	68
	SI	126
Raza de la vaca	B/S Mz	1028
	C/H Mz	316
	H/N Mz	1001

Leyenda: CN: Celo natural; IA: Inseminación artificial; AR: *Angus rojo*; BS: *Brown swiss*; CH: *Charoláis*; HN: *Holstein negro*; HR: *Holstein rojo*; JE: *Jersey*; NR: *Normando*; SI: *Simental*; MZ: *Mestiza*.

4.1.3 Medias mínimas cuadráticas.

En la **Tabla 10** se presentan los estadígrafos de posición y variación, así como su intervalo de confianza.

La media encontrada fue de ,696 prácticamente muestra una tasa de gestación del 70% y un bajo error estándar de ,034 por tanto su intervalo de confianza tiene una amplitud corta.



Los factores Raza de la madre, Raza del padre y celo se encuentran igualmente en este posicionamiento puesto que sus diferentes niveles no difirieron significativamente $P > 0.05$.

Tabla 10. Estadígrafos generales.

Media	Error Estándar	Intervalo de confianza al 95%	
		DESV EST	C V
,696	,034	1,65	2,37

Leyenda: Se basa en la media mínima cuadrática de población modificada.

Durante el período analizado el nivel de gestación disminuyó a partir del primer año estudiado la media en el 2010 fue de ,748^a al 2013 que fue del ,654^b. Como se observa en la **Tabla 11**, el año 2010 difiere de los demás años y estos no difieren entre sí. El error estándar se incrementó ligeramente con el paso de los años en el 2010 fue de ,039 mientras que en el 2013 fue de ,044.

Tabla 11. Comparación entre los años.

Año	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			DESV EST	CV
2010	,748 ^a	,039	1,098	1,47
2011	,695 ^{ab}	,037	,92	1,33
2012	,688 ^b	,037	,99	1,44
2013	,654 ^b	,044	,63	,97

Leyenda: Se basa en la media mínima cuadrática de población modificada.

Los cantones mostraron marcadas diferencias entre ellos, la media en el cantón Mera fue,810^a y su error estándar fue ,040 supera al cantón Pastaza ya que su media fue ,686^b y su error estándar fue 0,32 mientras que en el cantón Santa Clara la media



fue de ,593^c y su error estándar ,048. El cantón Mera puede presentar resultados cercanos al 90 % en determinadas circunstancias.

Tabla 12. Comparación entre los cantones.

Cantón	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			DESV EST	CV
Mera	,810 ^a	,040	,70	,87
Pastaza	,686 ^b	,032	1,37	1,99
Santa Clara	,593 ^c	,048	,70	1,17

Leyenda: Se basa en la media mínima cuadrática de población modificada.

La condición corporal en sus 6 niveles mostró diferencias significativas entre algunos de sus niveles (**Tabla 13**). La tendencia de que para una mayor condición habría una mejor respuesta en la gestación no fue comprobada. Los niveles de 2,50 y 2,75 superaron al nivel 3,00 pero esos tres niveles se comportaron igual que el nivel 2,00 y los niveles 3,50 y 4,00.

El nivel 3 resultó el de peores resultados en cuanto a la gestación y aunque las medias y los de mayores niveles, aunque presentaron mayores magnitudes no se pudo probar que tal superioridad fuera significativa.

Tabla 13. Comparaciones entre los niveles de Condición Corporal.

Condición Corporal	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			DESV EST	CV
2,00	,649 ^{ab}	,094	,97	1,49
2,50	,666 ^b	,032	,85	1,28
2,75	,691 ^b	,039	,92	1,33
3,00	,572 ^a	,037	,97	1,69
3,50	,719 ^{ab}	,046	,74	1,02
4,00	,908 ^{ab}	,135	,78	0,86

Leyenda: Se basa en la media mínima cuadrática de población modificada.



4.1.4 Distribución de la condición corporal según los demás factores estudiados.

En cada uno de los años se apreció que más del 70% de las vacas presentaban condiciones corporales con puntuaciones de 3 o menos.

Tabla 14. Distribución de la Condición Corporal en los años.

	Condición Corporal						Total
	2,00	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
Año 2010	66	221	182	257	57	12	795
2011	19	238	164	150	45	5	621
2012	15	183	174	226	115	13	726
2013	7	67	39	56	40	4	213
Total	107	709	559	689	257	34	2355

Tabla 15. Distribución de la Condición Corporal en los cantones

Recuento		Condición Corporal						Total
		2,00	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
Cantón	Mera	15	142	59	79	14	3	312
	Pastaza	92	554	488	501	171	27	1833
	Santa Clara	0	13	12	109	72	4	210
Total		107	709	559	689	257	34	2355

Solamente en el cantón Santa Clara, la condición corporal presenta puntuaciones de 3,00 o superiores en un porcentaje mayor al 75 %. El cantón Pastaza presenta la peor situación.

La raza *Charolais* mestiza presenta algo más de la mitad de sus vacas con condición de 3 o más. Las restantes razas presentan más del 60% de las vacas con condiciones corporales menores de 3,00.

**Tabla 16. Distribución de la condición corporal en la raza de la vaca.**

	Condición Corporal						Total	
	2,00	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00		
Raza de la vaca	B/S Mz	33	309	266	344	71	9	1032
	C/H Mz	12	81	61	97	50	17	318
	H/N Mz	62	319	232	248	136	8	1005
Total		107	709	559	689	257	34	2355

En ambos tipos de celo más del 50% de las vacas presentaban condición corporal inferior al 3,00

Tabla 17. Distribución de la condición Corporal, según, el tipo de celo.

	Celo			Total
	Natural	Sincronizado		
Condición Corporal	2,00	7	100	107
	2,50	102	607	709
	2,75	42	517	559
	3,00	55	634	689
	3,50	21	236	257
	4,00	4	30	34
Total		231	2124	2355

Leyenda: Condición corporal: Estado de reserva corporal; Sincronizado: A tiempo fijo.

Solamente en la raza CH hay una ligera superioridad en la condición corporal (de 3,00 o superior) de las vacas que fueron inseminadas con semen de toros de esa raza. Las demás razas de toros fueron inseminadas en más del 50% de vacas con condiciones corporales inferiores a 3,00.



Tabla 18. Distribución de la Condición Corporal en la raza del padre.

		Raza del Padre						
		AR	BS	CH	HN	HR	JE	NR
Condición	2,00	2	43	11	11	31	2	1
Corporal	2,50	20	294	92	78	118	36	25
	2,75	9	270	69	56	90	13	21
	3,00	13	338	106	54	119	15	11
	3,50	8	98	53	37	31	12	9
	4,00	0	10	15	2	4	1	1
Total		52	1053	346	238	393	79	68

Leyenda: AR: Angus rojo; BS: Brown swiss; CH: Charoláis; HN: Holstein negro HR: Holstein rojo; JE: Leyenda; Jersey; NR: Normando; SI: Simental; MZ: Mestiza.

4.1.5 Análisis del segundo modelo.

A semejanza de lo encontrado en el modelo 1, el efecto del Cantón, y la Condición corporal fueron significativos ($P=0.047$) y el celo no lo fue (0.194), pero el efecto del Año no fue significativo (0.841) entre los efectos no genéticos.

Tampoco los efectos genéticos de la Raza de la vaca y de la Raza del padre fueron significativos ($P>0.05$). El efecto anidado del Toro dentro de la Raza de la vaca si tuvo alta significación. ($P=0.006$)

El coeficiente de determinación fue de un 28,9 % que resulta bajo pero superior a los encontrados en los restantes modelos que fueron de 9,1 y 8,3 %. Esto es un indicativo de la importancia del efecto del semental dentro de la raza de la reproductora.

**Tabla 19. Análisis de varianza del modelo 2.**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	P<0.05
REPÚBLICA	3.855	1.928	8.701	0.000
CONDICIÓN	0.185	0.062	0.278	0.841
CONDICIÓN CRA	2.497	0.499	2.254	0.047
TPO DE CRO	0.374	0.374	1.689	0.194
RAZA DEL PADRE	2.478	0.354	1.598	0.131
RAZA DE LA VACA	0.191	0.066	0.432	0.649
RAZA DE LA VACA (CRA)	30.594	0.312	1.409	0.006
	492.962	0.222		

Leyenda: *. La correlación es significativa en el nivel 0,05

4.1.6 Medias mínimas cuadráticas de toros y su efecto en el modelo.

Como se aprecia en la **Tabla 20** que resume los resultados individuales de los toros, estos presentan gran diversidad en su comportamiento; por lo que, el uso de sementales en este aspecto de enorme importancia en la reproducción hay que estudiarlo sistemáticamente.

Un caso puede ser el del toro EROS ET, tiene resultados por debajo de la constante como con la raza de vacas B/S Mz y resultados similares y superiores a la constante en la razas H/N Mz y C/H Mz respectivamente. Su coeficiente en el modelo es negativo en -,23 por debajo de la constante.

El toro GOLD-R, es un toro que se encuentra en la mitad del mérito, pues está muy ligeramente por encima de la constante pues su coeficiente es de 0,04, prácticamente igual. En una raza está por debajo, en otra es similar y en otra raza supera la constante.



Por otro lado, el semental WIMPER tiene un resultado similar a la constante y otros dos resultados superiores a la constante y su coeficiente dentro del modelo es superior, 0,23 a la constante. Este toro es mejor en resultados al toro EROS ET.

Tabla 20. Resumen de la gestación para un conjunto de toros y su efecto dentro del modelo.

Raza vaca	B/SMz	Media mínimo cuadrática	Error estándar	Número de inseminaciones por semental
Brown Swiss TORO	EROS ET	0.599	0.049	
RAZA VACA	C/HMz			
Brown Swiss TORO	EROS ET	0.782	0.083	
RAZA VACA	H/NMz			
Brown Swiss TORO	EROS ET	0.664	0.058	
RAZA VACA	B/SMz			
Holstein TORO	GOLD-R	0.641	0.080	
RAZA VACA	C/HMz			
Holstein TORO	GOLD-R	0.625	0.104	
RAZA VACA	H/NMz			
Holstein TORO	GOLD-R	0.779	0.060	
RAZA VACA	B/SMz			
Charolais TORO	JEZABEL	0.648	0.092	
RAZA VACA	C/HMz			
Charolais TORO	JEZABEL	0.805	0.076	



RAZA VACA	H/NMz			
Charolais TORO	JEZABEL	0.591	0.103	
RAZA VACA	B/S Mz			
Brown Swiss TORO	TEQUILA	0.700	0.039	
RAZA VACA	C/HMz			
Brown Swiss TORO	TEQUILA	0.652	0.050	
RAZA VACA	H/NMz			
Brown Swiss TORO	TEQUILA	0.693	0.035	
RAZA VACA	B/S Mz			
Brown Swiss TORO	WIMPER	0.700	0.039	
RAZA VACA	C/HMz			
Brown Swiss TORO	WIMPER	0.652	0.050	
RAZA VACA	H/NMz			
Brown Swiss TORO	WIMPER	0.693	0.035	

Tabla 21. Coeficiente EE, valor de T valor de P. de la gestación para algunos toros.

Término	Coeficiente	EE del coef	Valor T	Valor p
Constante	0,6593	0,0361	18,26	0,000
EROS ET	-0,2363	0,0762	18,26	0,002
GOLD-R	0,0464	0,0905	0,51	0,609
JEZABEL	-0,0642	0,0744	-0,86	0,389
TEQUILA	0,1875	0,0769	2,44	0,015
WIMPER	0,2319	0,0867	2,68	0,007



4.2 CORRELACIONES ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y LA GESTACIÓN.

4.2.1 Correlaciones generales.

Los resultados de la **tabla 22** muestran la ausencia de correlación lineal entre la Condición corporal y el resultado de la correlación, para el conjunto de todas las razas de vaca. Es evidente que no hay un coeficiente de correlación lineal significativo.

Tabla 22. Correlaciones entre la condición corporal y la gestación.

			Gestación	Condición Corporal
Rho de Spearman	Gestación	Coeficiente de correlación	1,000	-,026
		Sig. (bilateral)	.	,203
		N	2345	2345
Condición Corporal	Condición Corporal	Coeficiente de correlación	-,026	1,000
		Sig. (bilateral)	,203	.
		N	2345	2355

4.2.2 Determinar la correlación entre la condición corporal (CC) y fertilidad en cada raza.

No se encontró correlación lineal en la raza B/S Mz; por tanto, el coeficiente de correlación no resultó significativo ver **Tabla 23**.



Tabla 23. Correlación entre Condición corporal y gestación dentro de la raza B/S Mz.

			Gestación	Condición Corporal
Tau_b de Kendall	Gestación	Coeficiente de correlación	1,000	,009
		Sig. (bilateral)	.	,755
		N	1028	1028
	Condición Corporal	Coeficiente de correlación	,009	1,000
		Sig. (bilateral)	,755	.
		N	1028	1032
Rho de Spearman	Gestación	Coeficiente de correlación	1,000	,010
		Sig. (bilateral)	.	,755
		N	1028	1028
	Condición Corporal	Coeficiente de correlación	,010	1,000
		Sig. (bilateral)	,755	.
		N	1028	1032

Leyenda: *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En la raza C/H Mz se observó un coeficiente de correlación lineal bajo, negativo y significativo ($P < 0.05$). Tanto el coeficiente Tau b de Kendall, ligeramente más bajo que el Rho de Spearman están muy cerca de 0,10 lo cual roza el límite práctico de la existencia de correlación.



Tabla 24. Correlación entre Condición corporal y gestación dentro de la raza C/H Mz.

		Gestación		Condición Corporal
Tau_b de Kendall	Gestación	Coeficiente de correlación	1,000	-,125*
		Sig. (bilateral)	.	,013
		N	316	316
	Condición Corporal	Coeficiente de correlación	-,125*	1,000
		Sig. (bilateral)	,013	.
		N	316	318
Rho de Spearman	Gestación	Coeficiente de correlación	1,000	-,139*
		Sig. (bilateral)	.	,013
		N	316	316
	Condición Corporal	Coeficiente de correlación	-,139*	1,000
		Sig. (bilateral)	,013	.
		N	316	318

Leyenda: *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En la raza *Normando* se observó un coeficiente de correlación de Spearman lineal, bajo, negativo, pero no significativo ($P > 0.05$). Por este último resultado, no es utilizable en la práctica esta información.

Tabla 25. Correlación entre Condición corporal y la gestación dentro de la raza *Normando*.

		Gestación		Condición Corporal
Rho de Spearman	Gestación	Coeficiente de correlación	-,216	1,000
		Sig. (bilateral)	,106	.
		N	57	57
	Condición Corporal	Coeficiente de correlación	1,000	-,216
		Sig. (bilateral)	.	,106
		N	57	57

Leyenda: *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).



4.2.3 Comparar las correlaciones entre razas.

Dado que los coeficientes de correlaciones lineales encontradas no fueron significativos, excepto para una sola raza, no procede la comparación de ellos.

4.3 Efecto de factor humano en el plan de mejoramiento genético.

4.3.1 Análisis de tercer modelo.

El modelo 3 determinó diferencias significativas para el modelo y la intersección así como también para los efectos del Cantón y del Inseminador. Los restantes efectos no mostraron diferencias significativas como el efecto de la Raza de la vaca y la Condición corporal.

Tabla 26. Análisis de varianza del modelo 3.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8,222 ^a	15	,548	2,487	,001
Intersección	19,052	1	19,052	86,447	,000
Cantón	4,121	3	1,374	6,233	,000
Raza de la vaca	,494	3	,165	,747	,524
Condición corporal	,785	5	,157	,712	,614
Inseminador	2,142	4	,535	2,430	,046
Error	429,328	1948	,220		
Total	1306,000	1964			
Total corregido	437,550	1963			

4.3.2 Medias mínimas cuadráticas para el factor Inseminador.

El inseminador **A** tiene una media de ,785^a, y el **E** tiene una media de ,552^b por lo cual supera el **A** supera al **B** en más de 23 unidades, lo que pone de manifiesto la influencia del factor humano sobre la gestación. No obstante, no se encontraron diferencias significativas entre los inseminadores **A**, **B**, **C** y **D**. Tampoco se comprobaron diferencias significativas entre los inseminadores **B**, **C**, **D** con el inseminador **E**.



Los errores estándares no fueron muy altos y solamente los del inseminador con mejor resultado y el de peor resultado y (una cantidad menor de observaciones), hay una ligera superioridad.

Tabla 27. Comparación entre los inseminadores.

Inseminador	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
A	,785a	,115	,558	1,011
B	,733a	,067	,602	,864
C	,671ab	,072	,530	,813
D	,669ab	,070	,532	,807
E	,552b	,139	,279	,826

Leyenda: A, B, C, D y E, identificación de los inseminadores.



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

El factor año integra varios elementos esenciales en la reproducción de los bovinos, como el clima, la alimentación, los cambios en el manejo, los toros o los técnicos inseminadores y el presupuesto invertido para el programa de mejoramiento genético influyeron directamente sobre los porcentajes de fertilidad.

Al analizar los resultados en la **tabla 11** en nuestro trabajo el error estándar se incrementó ligeramente con el paso de los años, esto lo podemos explicar clara y principalmente debido a que cada año ingresaba mayor número de personal a trabajar dentro del proyecto de mejoramiento genético para poder dar servicio a un mayor número de beneficiarios, pero dejando a un lado la selección minuciosa de animales que cumplan los requerimientos mínimos para realizar inseminaciones artificial a tiempo fijo (IATF) e inseminaciones a celo natural (IACN) como: condición corporal, 60 días mínimo posparto, calendario de vacunas para enfermedades reproductivas, mineralización, manejo adecuado y desparasitación como los principales. Todo esto también, se lo discute más adelante en la variable analizada como factor humano, aquí se ratifican los resultados que con el ingreso de nuevo personal con poca capacitación los resultados deseados van a disminuir o con el paso del tiempo no se cumpla a cabalidad con los pasos que requiere esta técnica, por con siguiente según Díaz, *et al* (2014), es muy importantes al momento de medir la fertilidad la adecuada aplicación de la técnica de inseminación artificial y la habilidad del técnico inseminador. Es fácil que con el tiempo los encargados de realizar esta labor vayan adquiriendo malas costumbres o vayan relajando la disciplina que requiere esta tarea.

Como es sabido no todos los años tienen la misma intensidad de verano y de invierno; por lo cual, en la amazonía tenemos veranos demasiado fuertes y esto se ve afectando más aun cuando no se tiene la cultura de suministrar agua a los bovinos con frecuencia cuando lo correcto es que ellos cuenten con una fuente continua que les permita mantenerse hidratados y controlar su metabolismo interno y por ende su temperatura, lo cual es ratificado en el siguiente estudio, con las características climatológicas semejantes a la provincia de Pastaza sucede algo parecido con el metabolismo y la fertilidad de las vacas aun teniendo cruce *Cebú*. Al sureste de



México, Abán *et al*, (2008), en clima tropical húmedo, en vacas *Cebú* y sus cruizas con razas europeas, encontraron un 40% de gestación general y hallaron diferencias significativas para el efecto del año.

Al observar la **tabla 12**, mostró marcadas diferencias entre ellos, el cantón Mera fue,810^a y su error estándar fue ,040 supera al cantón Pastaza ya que su media fue ,686^b y su error estándar fue 0,32 mientras que en el cantón Santa Clara la media fue de ,593^c y su error estándar ,048.

Dentro de la provincia de Pastaza contamos con varios pisos altitudinales donde están ubicados los diferentes cantones, y por lo cual, tenemos varios tipos de climas por ejemplo el cantón Santa Clara, se encuentra a una altura aproximada de 500 msnm con un promedio de temperatura de 30 °C, el cantón Pastaza cuenta con una altitud promedio de 790 msnm y una temperatura entre 20 a 25 °C y el cantón Mera con una altitud de 1000 msnm y una temperatura promedio de 18 a 20 °C. Esto pudo influir en la reproducción (Matinez, 2011). Claramente podemos darnos cuenta que la temperatura están influyendo sobre la reproducción y por ende en los índices de fertilidad, nuevamente el estrés calórico arroja claros resultados negativos hacia la fertilidad en esta investigación así como podemos constatar en los siguientes párrafos.

Las vacas *Bos taurus* presentan mayor sensibilidad a los efectos provocados por el calor. Prueba de ello es la baja tasa de fertilidad presente en el verano; cayendo el porcentaje de concepción de 40% a 15% (Revelo, 2013). Se ha observado que los embriones presentan susceptibilidad al estrés calórico, esto disminuye a medida que avanzan en su estado de desarrollo. Por otra parte, el aumento térmico puede afectar el mecanismo de reconocimiento materno de la gestación (Revelo, 2013), Por lo cual estamos seguros que los bovinos que se encuentran en el cantón Santa Clara se encuentran continuamente en estrés calórico.

Gongora y Hernández , (2010), encontró en vacas *Holstein Friesian* en estro, una disminución de la actividad sexual en el verano frente al invierno (4,5 montas y 8,6 montas, respectivamente); este comportamiento redujo la probabilidad de su detección por observadores entrenados. El porcentaje de celos no detectados en



fincas comerciales en Florida (EU) estuvieron entre 76 y 82% de junio a septiembre y entre 44 y 65%, entre octubre a mayo. Se ha contemplado que una de las principales razones por la que se reduce la fertilidad en la provincia de Pastaza es el estrés calórico que se presenta en los diferentes cantones de la misma y las variaciones de temperatura de cada año.

La tendencia de que para una mayor **condición corporal** habría una mejor respuesta en la gestación no fue comprobado, y este mismo resultado lo tuvo Correa *et al*, (2013) donde indica que en vacas *Brahman* no encontraron influencia de la condición corporal sobre la fertilidad.

La mayoría de las vacas se encuentran entre 2,25 y 4,0 mientras que las vacas con CC inferiores o superiores a este rango generalmente presentan patologías específicas y su calificación es poco relevante (Grigera, 2005), pero en nuestro estudio tuvimos condiciones corporales muy dispersas donde estuvieron distribuidas así, los niveles de 2,50 y 2,75 superaron al nivel 3,00 pero esos tres niveles se comportaron igual que el nivel 2,00 y los niveles 3,50 y 4,00. Como pudimos observar en el cantón Santa Clara, la condición corporal presenta puntuaciones de 3,00 o superiores en un porcentaje mayor al 75 % y como sabemos en el cantón Santa Clara en un 95% o más las ganaderías son de raza *Charoláis* mestiza o por lo menos tienen esa cruce, ello explica porque existe una coeficiente de correlación lineal bajo, negativo y significativo ($P < 0.05$), en gran cantidad de los animales con condición corporal de 3, de ahí también radica la causa de un menor porcentaje de preñez, debido una vez más al estrés calórico en el que se encuentran estos animales, esto lo podemos constatar en la **tabla 13 y 24**.

Como podemos observar, en este estudio realizado por Correa y Alvarado, (2008), aunque no se encontró un efecto entre la pérdida de condición corporal y los servicios por concepción, parece haber una tendencia inversa, es decir, que a mayor pérdida de condición, menos servicios, esto podría relacionarse con que las vacas con mayor pérdida de condición tienden a tener anestros más prolongados y al reiniciar la actividad ovárica tardíamente, suelen tener menos problemas de fertilidad relacionados con involución uterina e infecciones de tracto reproductor. En un estudio



anterior se observó que las vacas que tuvieron anestros más largos, requirieron menos servicios por concepción Correa y Alvarado, (2008).

El celo, fue el único de los factores no genéticos que no fue significativo. Generalmente el celo natural puede ser superior al celo inducido o artificial, pero si tenemos las condiciones adecuadas de manejo y nutrición. Como se indicó al inicio de esta investigación un aproximado del 95% de los animales son manejados al sogueo, lo cual no permite que los bovinos estén sueltos y expresen libremente y a tiempo las características de un animal en celo natural o próximo a estarlo, y a esto hay que sumarle una nutrición desbalanceada, poco tiempo dedicado específicamente para la detección de los celos y el poco entrenamiento de los ganaderos en detectarlos, esto hace que se realicen inseminaciones fuera del horario adecuado para tener el mejor resultado posible, como afirma (Rodríguez, 2012), al realizar la inseminación artificial 6 horas antes o después de la ovulación, la fertilidad tiende a ser más baja.

Por lo cual, es importante destacar que, la relación entre inseminación artificial, antes y después de la ovulación con la fertilidad, también ha sido estudiada, encontrándose que el porcentaje de concepción es mayor cuando la I.A. es realizada antes que después de la ovulación, lográndose las mejores respuestas entre 7 y 24 horas antes del proceso ovulatorio y una la máxima fertilidad con inseminaciones efectuadas de 13 a 18 horas antes de la ovulación (Rodríguez , 2012).

Debido a lo antes descrito, puede señalarse que cuando una hembra bovina es servida al inicio del celo y mucho antes de la ovulación, los espermatozoides van a estar relativamente envejecidos al instante de encontrarse con el óvulo para la fertilización; por el contrario, si los animales son inseminados mucho tiempo después de haber finalizado el celo, puede darse el caso que el óvulo puede no estar totalmente viable al unirse al espermatozoide. En ambas situaciones pueden ocurrir fallas de fertilización o mortalidad embrionaria, las cuales son indicativos de que la inseminación no se realizó en los momentos óptimos para lograr una buena fertilidad (Rodríguez , 2012), es por eso que la inseminación a celo natural no supera a la



inseminación a tiempo fijo ya que gran parte de las inseminación a celo natural son fuera del horario adecuado.

En la provincia de Pastaza en un alrededor del 95% los bovinos tanto de leche como de carne son mestizos, y refiriéndonos netamente al ganado de leche son vacas que en el mejor de los casos van a producir 25 litros al día en su pico de producción, pero el promedio de producción provincial es de alrededor de 8 a 10 litros lo cual demostraría por que el factor raza no influenció en el estudio como lo comprobó Correa y Alvarado, (2008) en su estudio.

Las diferencias encontradas entre vacas *Holstein Friesian* y cruzadas en el reinicio de la actividad ovárica posparto, pueden ser resultado de la adaptación de los grupos raciales a las diferencias en criterios de manejo, Lehmann *et al*, (2016) principalmente el manejo reproductivo y nutricional. A menudo se asocia la mayor producción de leche durante el posparto con un retorno a la ciclicidad más lento y a la fertilidad.

Vacas con mayores producciones tienen su primer estro después que aquellas de más baja producción Correa y Alvarado, (2008). Probablemente, los niveles de producción de las vacas a través de este estudio por tener niveles muy semejantes no causaron un balance energético tan negativo como el de otros estudios donde sí hubo diferencias Correa y Alvarado, (2008).

El factor raza del toro, es un factor muy importante generalmente, pero en nuestra población no fue un factor determinante. El semental dentro de cada raza como individuo, mostró diferencias importantes; lo cual, indica que se deben analizar las características individuales que ellos tienen con un mayor nivel de detalle y análisis, para tomar decisiones. Dentro de la raza las diferencias encontradas oscilan entre el 10% y el 15% **tabla 20**.

Además, se sabe que la fertilidad de los toros oscilaba entre el 35% y el 70% (Senger, 2005).

El inseminador **A** tiene una media de ,785^a, y el **E** tiene una media de ,552^b por lo cual supera el **A** supera al **B** en más de 23 unidades, lo que pone de manifiesto la influencia del factor humano sobre la gestación. No obstante no se encontraron



diferencias significativas entre los inseminadores A, B, C y D. Tampoco se comprobaron diferencias significativas entre los inseminadores B, C, D con el inseminador E.

“Pero aun así es importante acotar que para implementar exitosamente la técnica se debe contar con operarios entrenados, capaces de interpretar adecuadamente el comportamiento del animal en celo y que estén capacitados como inseminadores” (Wilde, 2005).

Por lo cual, en este estudio se logró comprobar que el factor humano si influyó en los porcentajes de fertilidad, esto se debería a la diferencia en la experiencia en la técnica de inseminación ya que no todos los inseminadores cuentan con el mismo tiempo de trabajo en la institución ni el mismo nivel de preparación el estado anímico y la remuneración económica entre personal técnico e inseminadores de apoyo estarían afectando en su desempeño.

Esto implica que deben tener una buena técnica de inseminación, que involucra cuidado con el manejo del semen, el cual no debe sufrir cambios bruscos de temperatura. El tiempo que el técnico demora en seleccionar el semen, armar la pistola e inseminar el animal es crítico en el éxito de la técnica. Se alcanzan mayores tasas de preñez cuando existen menos cambios de temperatura al manipular el semen (Díaz, 2011); “por lo que, cuando se analiza el trabajo reproductivo hay que tomar en cuenta la formación técnica de los inseminadores, sus habilidades, detección de estros y momento óptimo para servir la vaca (Botello , 2010).

El factor humano, es de vital importancia en el proceso reproductivo e involucra a todo el personal de la finca, desde el propietario, veterinario hasta el personal de campo. El factor humano debe estar comprometido en detectar adecuadamente los celos, realizar eficientemente los servicios y controlar la calidad del semen. La capacitación del personal técnico lo hace más eficiente en el manejo de la función reproductiva, de los programas ya establecidos y de los que involucran aspectos biotecnológicos y reproducción programada (Saavedra, 2014).

Según un estudio realizado por (Senger, 2005) demostró claramente que la experiencia y habilidad del inseminador son factores muy influyentes en la fertilidad



del rebaño. El éxito en la deposición del semen en el lugar apropiado del tracto reproductivo de la vaca se ha mostrado como un gran aspecto a tener en cuenta asociado a la técnica de la inseminación.

Según (Senger, 2005) en un minucioso estudio que comparaba a los técnicos profesionales en inseminación artificial con trabajadores de distintas explotaciones que llevan a cabo las mismas labores, demostraron, usando evaluaciones radiográficas de la inseminación, que solamente el 39% de las deposiciones de semen fueron localizadas en el lugar adecuado (cuerpo uterino).

En contraste, el 25% fueron localizadas en el cérvix y el 36% en el lumen de un cuerno uterino. Considerando el cuerpo uterino como el lugar apropiado, el 61% de las deposiciones resultaron ser erróneas. Paradójicamente, inseminadores profesionales resultaron tener tasas de error similares a las de trabajadores de las propias explotaciones (Senger, 2005).



CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- La condición corporal influyó sobre la gestación, pero fue independiente de la raza de la vaca, pero este último factor que no resultó importante en relación con la variable reproductiva estudiada.
- Los factores ambientales año, cantón y condición corporal, influyen en los niveles de gestación de la población estudiada.
- De los factores genéticos analizados la raza de la vaca y del padre no influyeron, solamente el factor toro fue importante en la gestación de la vaca.
- El factor humano resultó determinante como causa de variación en la gestación de las vacas.



Bibliografía

- Abán, J., Delgado, R., Magaña, J., y Segura, J. (2008). Factores que afectan el porcentaje de gestación a 120 días postparto en vacas cebú y cruza con europeo en el sureste de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 1: 45-56.
- ASONORMANDO . (2009). La raza normando: La raza mejor quesera del mundo . La raza normando: La raza mejor quesera del mundo . Colombia : ASONORMANDO COLOMBIA, 1: 1-4.
- Baskin, D., Seeley, R., Latteman, D., Woods, S., and Porte, D. (1999). Insulin and leptin: dual adiposi. *Brain Research*, 2: 114-123.
- Ben, G., Goitia, O., y Mujica, I. (2002). Programa de Inseminación artificial a tiempo fijo,. Cordoba , Rio Cuarto, Argentina : Universidad Nacional de Río Cuarto, 68: 66-71.
- Binelli , M., Thatcher, W., Mattos, R., and Baruselli , P. (2001). Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. *Theriogenology*,56: 1451-1463.
- BonDurant , R. (2007). Selected diseases and conditions associated with bovine conceptus loss in the first trimester. *Theriogenology*, 68: 461-463.
- Botello , A. (2010). Reducción a un servicio en los programas de inseminación artificial en hembras bovinas. *Revista electrónica de Veterinaria*, 07: 1695-7504.
- Caiza , R. (2010). Evaluación de la inseminacion a tempo fijo en la amazonia Ecuatoriana . Santo Domingo , Pichincha , Ecuador : Biogensa, 1: 1-13 .
- Caiza, F. (2004). Situación actual y proyección de las biotecnologías asistidas en la reproducción bovina en Ecuador. Quito , Pichincha , Ecuador : Biogensa.
- Chebel , R., Santos , J., and Reynolds , J. (2004). Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci*, 84: 239-35.
- Correa , E., y Alvarado, J. (2008). Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*, 19: 253-255.
- Correa Orozco, A., y Uribe, L. (2013). Factores que afectan la preñez en vacas Brahman sometidas a inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista MVZ Córdoba*, 18: 3317-3326.



- Díaz , M., Espinoza , L., y Luis , J. (2014). *BM Editores* . Obtenido de Cuidados con la técnica de insieminación artificial en bovinos.: <http://bmeditores.mx/cuidados-necesarios-con-la-tecnica-de-inseminacion-artificial/>
- Diaz, R. (2011). Reproductivo posparto en vacas lecheras. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Memorias del Sexto Seminario Internacional de Buiatría, 1: 19-21.
- Diskin , M., and Morris , D. (2008). Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Domest Anim*, 43: 260-267
- Dunne , L., Diskin , M., and Sreenan , J. (2000). Embryo and foetal loss in beef heifers between day 14 of gestation and full term. *Anim Reprod Sci*, 58: 39-44.
- Galina, C., y Vlencia , J. (2009). *Reproduccion de Animales Domésticos*. Mexico: Limusa S.A, 3: 125-130.
- Ganadeía del siglo XXI. (2011). Origen de la raza normando. *Ganaderia del siglo XXI*.
- Garcia , M. E. (2012). Mejoramiento genetico para engorde de ganado vacuno. *Agrobonco*,1: 12-13.
- Gasque Gomez, R. (2008). Holstein Friesian. En G. G. Ramón, *Enciclopedia Bovina*. Mexico: Universidad autónoma de Mexico FMVZ, 1: 341-342-343.
- Goicochea , J. (2005). El ciclo estral y el factor humano. Maracaibo, Venezuela : Universidad del Zulia, 1: 405-411.
- Gómez, R. G. (2008). *Enciclopedia Bovina* . México: UNAM, 1: 415-426.
- Gongora , A., y Hernández , A. (2010). La reproducción de la vaca se afecta por las. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 2: 142 - 143.
- Grigera Juan . (2005). Evaluación del estado corporal de las vacas lecheras. Cordoba: Consultores Elanco Animal Health, 1: 1-8.
- Inskeep , E. K., and Dailey , R. A. (2005). Embryonic death in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 2: 61-437.
- Jaramillo, A. (2013). V Seminario de competitividad de la producción lechera. Quito, Pichincha, Ecuador: AHFE.
- Lehmann, J., Fadel†, J., and Mogensen, L. (2016). Effect of calving interval and parity on milk yield per feeding day in Danish commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*,99: 621-633.
- Lara, Q. R. (2013). Evaluación de tres protocolos de sincronización a tiempo fijo en vacas mestizas en la amazonía ecuatoriana. Quito, Pichincha, Ecuador, 1: 1-131.



- Lima da Costa, A. (2011). Artificial Insemination in Farm Animals. Brazil: Milad Manafi, 5: 307-312.
- López, F. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia. Cauca, Colombia: Universidad del Cauca, 4: 81-83.
- López, J. (2006). Definición de condición corporal. Relación entre condición corporal y eficiencia. Cauca, Popayán, Colombia: Universidad del Cauca, 4: 78-79.
- Matinez , A. (2011). Estrés calórico en el ganado lechero (Boss taurus) de la raza Holstein. Querétalo, Mexico: Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Ingeniería, 1: 1-136.
- Moreno , J., Alcázar, H., y Acosta , J. (2011). Condición Corporal: Indicador del estado nutricional y capacidad reproductiva de la hembra bovina. En "Ganadería ecologica". Cundinamarca: Universidad de Cundinamarca, 1: 172-184.
- Nandi, S., & Kumar, M. (2009). Bovine herpes virus infections in cattle. Anim Health Res Rev, 1: 85-98.
- Ochoa , R. (2015). Evaluacion de dos metodos de inseminacion artificiaial en la preñez con protocolos de IATF en vaconas Holstein. Cuenca, Azuay, Ecuador, 1: 14-70.
- Ortiz, J. (2015). Manejo de bovinos productores de leche. Manejo de bovinos productores de leche, Mexico: Colegio de Postgraduados, 1: 2,57.
- Pita , F., Matute , R., y Intriago , I. (2003). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en ganado Bos indicus, Quito, Pichincha, Ecuador: Intervet, 1: 1-7.
- Revelo, G. (2013). Evaluación del desempeño reproductivo del hato lechero de la Hacienda "Sandial" localizada en el cantón Montufar, provincia del Carchi en el período 2011 – 2013. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito, 1: 11-83.
- Risco, C. (2005). Eficiencia reproductiva del ganado lechero. Florida , E.E.U.U: Universidad de la Florida, 1: 1-5.
- Rodríguez , T. (2012). Momento óptimo de inseminación artificial en celo natural y sincronizado en bovinos. Venezuela Ganadera, 34: 287-288.
- Roman , B. (2008). Causas de infertilidad en vacas lecheras. Cajamarca, Peru: Universidad Nacional de Cajamarca, 1: 2-5.
- Saavedra Prada, A. F. (2014). Efecto de la sincronización de calores e inseminación artificial a tiempo fijo, sobre la fertilidad e intervalo entre partos en un sistema



- de pastoreo rotacional con manejo integrado nutrición-reproducción. Universidad la Salle, 1: 5-91.
- Senger, P. L. (2005). Factores de fertilidad en el ganado lechero de alta producción. Planeta semex, 1: 1 - 6.
- Silke , V., Diskin , M., Kenny , D., Boland , M., and Dillon , P. (2002). Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows. Anim Reprod Sci, 71: 1-12.
- Smith, M. S., y Perry, G. A. (2011). Puntos clave para un programa exitoso de sincroniza e inseminación artificial. Mexico: MVZ. Fernando Cavazos ABS, 1: 1-18.
- Starbuck , M., Dailey , R., and Inskeep , E. (2004). Factors affecting retention of early pregnancy in dairy cattle. Anim Reprod, 84: 27-39.
- UNAM. (2016). Interpretación de la condición corporal, sus causas y posibles soluciones. Alimentación de bovinos. Mexico, Mexico: UNAM, 1: 9-26.
- Wilde , O. (2005). Manual de inseminación artificial de la hembra bovina. Colombia , Colombia : Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Colombia, 1: 5-37.
- Wildman , E., Jones , G., Wagner , P., and Boman , R. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationships to standard production characteristics. Journal of Dairy Science, 65: 495 - 501.
- Yunga , E. (2013). Efecto de la hormona gonadotropina corionica equina (ecg) en la maduración folicular en bovinos con su cría al pie.. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca, 1: 9-64.



ANEXOS

Anexo 1. Resultado de la gestación para los toros dentro de la raza de la vaca.

RAZA VACA	B/S Mz	Media mínimo cuadrática	Error estándar	Número de inseminaciones con semen de toro
BSTORO	AARON	0.798	0.126	
RAZAVACA	CHMz			
BSTORO	AARON	0.740	0.198	
RAZAVACA	HNMz			
BSTORO	AARON	0.507	0.172	
RAZAVACA	BSMz			
CHTORO	BAND	0.683	0.158	
RAZAVACA	CHMz			
CHTORO	BAND	0.863	0.088	
RAZAVACA	HNMz			
CHTORO	BAND	0.498	0.157	
RAZAVACA	BSMz			
JETORO	BARON	0.773	0.153	
RAZA VACA	HNMz			
JETORO	BARON	0.620	0.152	
RAZAVACA	HNMz			
HNTORO	BENCE	1.000	0.169	
RAZAVACA	BSMz			
CHTORO	BLUE-CHIP	0.887	0.242	3
RAZAVACA	CHMz			
CHTORO	BLUE-CHIP	0.623	0.174	7
RAZAVACA	HNMz			
CHTORO	BLUE-CHIP	0.534	0.272	1
RAZAVACA	BSMz			
BSTORO	BONELLO	0.604	0.085	8



RAZAVACA	CHMz			
ESTORO	BONELLO	0.561	0.148	
RAZAVACA	HNMz			
ESTORO	BONELLO	0.880	0.131	
RAZAVACA	BSMz			
JETORO	BRIGADIER	0.475	0.218	
RAZAVACA	CHMz			
JETORO	BRIGADIER	0.960	0.275	
RAZAVACA	HNMz			
JETORO	BRIGADIER	0.609	0.200	
RAZAVACA	BSMz			
ESTORO	BROCKLINS	0.186	0.275	
RAZAVACA	HNMz			
ESTORO	BROCKLINS	1.000	0.274	
RAZAVACA	BSMz			
NRTORO	CARAMBA	0.504	0.242	
RAZAVACA	HNMz			
NRTORO	CARAMBA	0.889	0.240	
RAZAVACA	BSMz			
HRTORO	CARDENAL	0.807	0.276	
RAZAVACA	CHMz			
HRTORO	CARDENAL	0.729	0.287	
RAZAVACA	HNMz			
HRTORO	CARDENAL	0.509	0.116	
RAZAVACA	BSMz			
TR	CHOICE	1.000	0.229	
RAZAVACA	CHMz			
TR	CHOICE	0.449	0.189	
RAZAVACA	HNMz			
TR	CHOICE	0.510	0.190	
RAZAVACA	BSMz			
HRTORO	CCLONE	1.000	0.183	
RAZAVACA	CHMz			
HRTORO	CCLONE	0.196	0.203	



RAZAVACA	HNMz			
HRTORO	CCOLONE	0.766	0.115	
RAZAVACA	BSMz			
HRTORO	DARLING	0.733	0.144	
RAZAVACA	HNMz			
HRTORO	DARLING	0.659	0.141	
RAZAVACA	BSMz			
HRTORO	DEAN	0.192	0.279	
RAZAVACA	CHMz			
HRTORO	DEAN	1.000	0.296	
RAZAVACA	HNMz			
HRTORO	DEAN	0.518	0.157	
RAZAVACA	BSMz			
HRTORO	DESCARTES	0.744	0.276	
RAZAVACA	CHMz			
HRTORO	DESCARTES	0.340	0.295	
RAZAVACA	HNMz			
HRTORO	DESCARTES	0.960	0.137	
RAZAVACA	BSMz			
ESTORO	ENZIMO	0.847	0.103	
RAZAVACA	CHMz			
ESTORO	ENZIMO	0.664	0.215	
RAZAVACA	HNMz			
ESTORO	ENZIMO	0.533	0.196	
RAZAVACA	BSMz			
ARTORO	EQUILIBRIUN	0.812	0.214	
RAZAVACA	CHMz			
ARTORO	EQUILIBRIUN	0.745	0.176	
RAZAVACA	HNMz			
ARTORO	EQUILIBRIUN	0.487	0.214	
RAZAVACA	BSMz			
ESTORO	EROSSET	0.599	0.049	2



RAZAVACA	CHMz			
ESTORO	EROSET	0.782	0.083	
RAZAVACA	HNMz			
ESTORO	EROSET	0.664	0.058	6
RAZAVACA	CHMz			
CHTORO	ESLOVAK	0.541	0.337	
RAZAVACA	BSMz			
HNTORO	FLASHBACK	0.605	0.103	
RAZAVACA	HNMz			
HNTORO	FLASHBACK	0.788	0.097	2
RAZAVACA	BSMz			
JETORO	GLOBAL	0.549	0.172	
RAZAVACA	HNMz			
JETORO	GLOBAL	0.844	0.166	
RAZAVACA	BSMz			
HRTORO	GOLDR	0.641	0.080	3
RAZAVACA	CHMz			
HRTORO	GOLDR	0.625	0.104	
RAZAVACA	HNMz			
HRTORO	GOLDR	0.779	0.060	4
RAZAVACA	BSMz			
ESTORO	GRANIR	0.746	0.091	4
RAZAVACA	HNMz			
ESTORO	GRANIR	0.647	0.091	
RAZA VACA	B/S Mz			
J/E TORO	JAGUAR	0.564		2
RAZA VACA	H/N Mz			
J/E TORO	JAGUAR	0.829		2
RAZA VACA	B/S Mz			
C/H TORO	JEZABEL	0.648		24
RAZA VACA	C/H Mz			
C/H TORO	JEZABEL	0.805		2



RAZA VACA C/H TORO	H/N Mz JEZABEL	0.591	☉
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz JIG TIME	0.397	☉
RAZA VACA B/S TORO	C/H Mz JIG TIME	0.744	☉
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz JIG TIME	0.903	☉
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz KANTUS	0.742	☉
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz KANTUS	0.651	☉
RAZA VACA SI TORO	B/S Mz KILIAN	0.607	☉
RAZA VACA SI TORO	C/H Mz KILIAN	0.700	☉
RAZA VACA SI TORO	H/N Mz KILIAN	0.738	☉
RAZA VACA SI TORO	B/S Mz KUVAC	0.707	☉
RAZA VACA SI TORO	C/H Mz KUVAC	0.893	☉
RAZA VACA SI TORO	H/N Mz KUVAC	0.445	☉
RAZA VACA H/N TORO	B/S Mz LUSTER	0.817	☉
RAZA VACA H/N TORO	H/N Mz LUSTER	0.575	☉
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz MAGIC	0.534	☉
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz MAGIC	0.859	☉



RAZA VACA H/N TORO	B/S Mz MARCO	0.507	☉
RAZA VACA H/N TORO	C/H Mz MARCO	0.823	☉
RAZA VACA H/N TORO	H/N Mz MARCO	0.714	☉
RAZA VACA H/N TORO	H/N Mz MARMACKS	1.000	☉
RAZA VACA H/N TORO	B/S Mz MAXIMUS	0.785	☉
RAZA VACA A/R TORO	C/H Mz MAXIMUS	0.504	☉
RAZA VACA A/R TORO	H/N Mz MAXIMUS	0.755	☉
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz MONTROSE	0.663	☉
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz MONTROSE	0.730	☉
RAZA VACA J/E TORO	B/S Mz ON TIME	0.624	☉
RAZA VACA J/E TORO	C/H Mz ON TIME	0.644	☉
RAZA VACA J/E TORO	H/N Mz ON TIME	0.777	☉
RAZA VACA C/H TORO	B/S Mz PACIFIC	0.738	☉
RAZA VACA C/H TORO	C/H Mz PACIFIC	0.613	☉
RAZA VACA C/H TORO	C/H Mz PAGNOL	0.786	☉
RAZA VACA C/H TORO	H/N Mz PAGNOL	0.901	☉



RAZA VACA B/STORO	B/S Mz PINOS	0.637	0
RAZA VACA B/S TORO	C/H Mz PINOS	0.982	0
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz PINOS	0.425	0
RAZA VACA N/R TORO	B/S Mz POM PON	0.868	0
RAZA VACA N/R TORO	H/N Mz POM PON	0.525	0
RAZA VACA N/R TORO	B/S Mz PUIT	0.700	0
RAZA VACA N/R TORO	H/N Mz PUIT	0.693	0
RAZA VACA J/E TORO	B/S Mz RESURECTION	0.700	0
RAZA VACA J/E TORO	C/H Mz RESURECTION	0.652	0
RAZA VACA J/E TORO	H/N Mz RESURECTION	0.693	0
RAZA VACA C/H TORO	B/S Mz REHELL	0.700	0
RAZA VACA C/H TORO	C/H Mz REHELL	0.652	0
RAZA VACA C/H TORO	H/N Mz REHELL	0.693	0
RAZA VACA H/R TORO	H/N Mz SAVARD	0.693	0



RAZA VACA C/H TORO	B/S Mz SLOVAC	0.700	009
RAZA VACA C/H TORO	C/H Mz SLOVAC	0.652	010
RAZA VACA C/H TORO	H/N Mz SLOVAC	0.693	015
RAZA VACA H/N TORO	B/S Mz SOLD	0.700	019
RAZA VACA H/N TORO	H/N Mz SOLD	0.693	015
RAZA VACA N/R TORO	B/S Mz STUDIO	0.700	019
RAZA VACA N/R TORO	C/H Mz STUDIO	0.652	010
RAZA VACA N/R TORO	H/N Mz STUDIO	0.693	015
RAZA VACA H/R TORO	B/S Mz TAI- ET	0.700	019
RAZA VACA H/R TORO	H/N Mz TAI- ET	0.693	015
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz TAMBARK	0.700	019
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz TAMBARK	0.693	015
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz TEQUILA	0.700	019
RAZA VACA B/S TORO	C/H Mz TEQUILA	0.652	010
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz TEQUILA	0.693	015



RAZA VACA H/R TORO	B/S Mz TYCON RED	0.700	009
RAZA VACA H/R TORO	C/H Mz TYCON RED	0.652	010
RAZA VACA H/R TORO	H/N Mz TYCON RED	0.693	015
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz VIGOR	0.700	019
RAZA VACA B/S TORO	C/H Mz VIGOR	0.652	010
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz VIGOR	0.693	015
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz WALLSTREET	0.700	019
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz WALLSTREET	0.693	015
RAZA VACA H/N HTORO	C/H Mz WILLY	0.652	010
RAZA VACA H/N TORO	H/N Mz WILLY	0.693	015
RAZA VACA B/S TORO	B/S Mz WIMPER	0.700	019
RAZA VACA B/S TORO	C/H Mz WIMPER	0.652	010
RAZA VACA B/S TORO	H/N Mz WIMPER	0.693	015



ANEXO 2. Análisis del primer modelo.

Aquí se muestra el resultado del análisis de varianza del primer modelo, donde el modelo corregido como la intercepción fueron significativos, $P < 0.05$. De los efectos ambientales fueron significativos: el Año, Cantón y Condición corporal. El celo fue el único de los factores ambientales que no fue significativo. El Cantón mostró entre todos los factores el mayor efecto como se aprecia en su media mínima cuadrática. Los efectos genéticos: la raza de la vaca y la raza del padre no fueron significativos $P > 0.05$. Ocurrió un resultado interesante pues la interacción Condición corporal por Raza del padre fue significativa, $P = 0.05$.



Resumen del análisis de varianza del primer modelo.

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Razón de F	Valor p
Modelo corregido	24,290	54	,450	2,009	,000
Intersección	89,155	1	89,155	398,130	,000
Año	1,802	3	,601	2,682	,045
Cantón	5,386	2	2,693	12,027	,000
Condición Corporal	2,930	5	,586	2,617	,023
Celo	,543	1	,543	2,426	,119
Raza del Padre	,754	7	,108	,481	,849
Raza de la vaca	,172	2	,086	,384	,681
Condición Corporal * Raza del Padre	10,923	34	,321	1,435	,050
Error	512,809	2290	,224		
Total	1512,000	2345			
Total corregido	537,099	2344			