

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE
CUATRO GRUPOS GENÉTICOS (*Bos taurus*) UTILIZADOS EN
LECHERÍA ESPECIALIZADA EN LA BOCACOSTA DE
GUATEMALA**

LIGIA ESPERANZA HERNÁNDEZ CARIAS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE
CUATRO GRUPOS GENÉTICOS (*Bos taurus*) UTILIZADOS EN
LECHERÍA ESPECIALIZADA EN LA BOCACOSTA DE
GUATEMALA**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

POR

LIGIA ESPERANZA HERNÁNDEZ CARIAS

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

MÉDICA VETERINARIA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque
SECRETARIO	Med.Vet. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I	M.A. Med.Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras
VOCAL II	Msc. Med.Vet. Fredy Rolando González Guerrero
VOCAL III	M.V.Z. Mario Antonio Motta González
VOCAL IV	Br. David Granados Dieseldorff
VOCAL V	Br. Luis Guillermo Guerra Bone

ASESORES

Msc. Med.Vet. MSc. Fredy Rolando González Guerrero

Med.Vet. Ligia Anaité González Quiñónez

Med.Vet. Sergio Fernando Véliz Lemus

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,
PRESENTO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES
EL TRABAJO DE TESIS TITULADO:

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE
CUATRO GRUPOS GENÉTICOS (*Bos taurus*) UTILIZADOS EN
LECHERÍA ESPECIALIZADA EN LA BOCACOSTA DE
GUATEMALA**

QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Por ser la fuente de mi vida y guiarme siempre. A ÉL sea la Honra y la Gloria.

A MIS PADRES: José Waldemar Hernández y Maria Esperanza Carias por Creer en mi sueño y ayudarme a hacerlo realidad, mil gracias.

A MIS HERMANOS: Maria Elena, Rubén Waldemar, René Armando y Hólden Roberto. Por su apoyo incondicional y creer en mi siempre.

A MIS SOBRINOS: Sebastián, Jorge Luis, Lorain y Rubencito por causar tanta alegría en mi vida.

A MI ABUELITA: Elena Carias, Gracias Por su apoyo, consejos y dedicación.

A MIS TIOS: Armando, Lucrecia, Elisa, Maribel, Rigoberto y Jaime, por estar siempre conmigo, por su cariño y apoyo incondicional.

A MIS PRIMOS: Blesin, Roselena, José Josias, Axel, Gudiel y Selvin con mucho cariño.

A MIS CATEDRATICOS: Gracias por todas las enseñanzas y compartir sus experiencias.

A MIS AMIGOS: Especialmente a Fredy González, Lucy Mollinedo, Daniel Polo, Patricia Guerra, Carlos Alfaro y Cristian Orellana por su apoyo y sinceridad.

A MIS COMPAÑEROS: Kike Alvarado, Ana Medina, Carlos Maldonado, Madrina, Estuardo Ruano y toda la promoción del 2005 por todos estos años de convivencia.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A MIS ASESORES POR SU PACIENCIA Y CONSEJOS GRACIAS

A MIS CATEDRÁTICOS POR SUS ENSEÑANZAS Y CONSEJOS

A MI FAMILIA POR SU APOYO INCONDICIONAL

A MIS AMIGOS POR SU APOYO SIEMPRE

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN

INDICE

I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. HIPÓTESIS.....	2
III. OBJETIVOS.....	3
3.1 Objetivo General:.....	3
3.2 Objetivos Específicos:.....	3
IV. REVISION DE LITERATURA.....	4
4.1 Principios Económicos de Crianza de Novillas.....	4
4.2 Manejo de las novillas: Nutrición, Reproducción y Salud.....	6
4.2.1 Crianza de novillas del nacimiento al destete	6
4.2.2 Crianza de novillas del destete a la madurez sexual	7
4.2.2.1 La influencia del desarrollo corporal	7
4.2.2.2 Tasa de Crecimiento.....	7
4.2.2.2.1 Peso corporal y problemas al parto	9
4.2.2.2.2 Peso corporal y rendimiento en la primera lactancia	10
4.2.2.2.3 Tasa de crecimiento constante o variable.....	10
4.2.2.2.4 Tasa de crecimiento antes y después de la pubertad	10
4.2.2.2.5 Efectos de la sobrealimentación y una tasa de crecimiento rápida antes de la pubertad .	10
4.2.2.2.6 Efectos de la subalimentación y tasas de crecimiento lentas antes de la pubertad	11
4.2.2.2.7 Efectos de la sobrealimentación después de la pubertad.....	12
4.2.2.2.8 Efectos de subalimentación después de la pubertad.....	12
4.2.2.3 Crianza de novillas del destete al parto. Importancia de medir el crecimiento.....	12
4.2.2.3.1 Peso corporal, altura a la cruz y calificación de condición corporal.....	13
4.2.2.3.2 Medición del peso corporal	13
4.2.2.3.3 Medición de la altura a la cruz	14
4.2.2.3.4 Frecuencia de la medición del peso corporal	14
4.2.2.4 La Pubertad	15
4.2.2.5 Protocolo de Vacunación	16
4.2.3 Crianza de Reemplazos: Selección	16
4.3 Estrategias de Manejo Genético.....	18
4.3.1 Heredabilidad	19
4.3.2 Diferencia Esperada de Progenie (EPD)	19
4.3.3 Precisión.....	20

4.3.4 Antagonismo Genético.....	21
4.3.5. Heterosis o Vigor Híbrido	21
4.3.6 Combinación de Fortalezas Complementarias.....	22
4.4 Evaluación de Eficiencia Reproductiva en Bovinos.....	22
4.5 Clasificación de los Parámetros Reproductivos.....	24
4.5.1 Indicadores del desempeño reproductivo global del hato	24
4.5.1.1 Días vacíos	24
4.5.1.2 Intervalo entre partos.....	25
4.5.1.3 Promedio de días en lactación:.....	25
4.5.1.4 Tasa de descarte por fallas reproductivas.....	26
4.5.1.5 Tasa de natalidad.....	26
4.5.1.6 Evaluación de los desórdenes reproductivos.....	26
4.5.1.6.1 Porcentaje de abortos:	26
4.5.1.6.2 Incidencia de enfermedades reproductivas específicas.....	27
4.5.2 Otras medidas de eficiencia reproductiva	28
4.5.2.1 Edad al primer parto	28
4.5.2.2 Evaluación andrológica de los toros:	28
4.5.3 Interpretación de los parámetros reproductivos	28
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
5.1 Descripción del Área de Estudio.....	29
5.2 Materiales.....	30
5.2.1 Recursos Humanos.....	30
5.2.2 Materiales de Campo.....	30
5.2.3 Materiales Biológicos.....	30
5.2.4 Centros de Referencia	30
5.3 Metodología.....	30
5.3.1 Diseño Estadístico	30
5.3.2 Análisis Estadístico	31
5.3.2.1 Variables a Analizar	31
5.3.2.2 Estadística Descriptiva	31
5.3.2.3 Análisis de Varianza para un Diseño Desbalanceado	31
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
6.1 Resultados de los Grupos Genéticos Encontrados.....	32
6.2 Resultados del Estudio de la Edad al Primer Parto.....	34

6.3 Resultados del Estudio del Intervalo entre Partos.....	36
6.4 Resultados del Estudio de Duración de la Lactancia.....	42
VII. CONCLUSIONES.....	48
VIII. RECOMENDACIONES.....	50
IX. RESUMEN.....	51
X. BIBLIOGRAFÍA.....	52

I. INTRODUCCIÓN

Como parte del manejo integral de las fincas lecheras, el mejoramiento genético juega un papel importante ya que permite alcanzar las metas y objetivos de producción. El entrecruzamiento (*crossbreeding*), es una herramienta que permite aprovechar el vigor híbrido de las razas lecheras *Bos taurus*, aprovechando con esto la resistencia a las enfermedades y al ambiente, aparte de conjugar las características en lo referente a la calidad de leche.

El futuro de las operaciones lecheras depende del éxito de desarrollar novillas que al parir potencialmente excedan o igualen la producción del hato existente. En lecherías modernas sujetas a tasas altas de descarte, es necesario contar con una adecuada cantidad de reemplazos, esto requiere de varias medidas de manejo que incluyen: apropiado manejo de la vaca seca, adecuadas facilidades para el parto, alimentación con calostro y desinfección del ombligo de los terneros recién nacidos. Todas estas medidas permiten proveer novillas sanas a una edad temprana para el primer parto.

La presente investigación se centró en la evaluación de tres grupos genéticos y sus cruces para determinar su comportamiento reproductivo en el trópico y en base esto, la información generada permitió enfocar los esfuerzos de manejo en una finca lechera especializada.

II. HIPÓTESIS

No existe diferencia en el comportamiento reproductivo medido en base a edad al primer parto, duración de la lactancia e intervalo entre partos de los cuatro grupos genéticos *Bos taurus* utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

Contribuir a la evaluación del comportamiento reproductivo de distintos grupos genéticos de origen *Bos taurus* utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala.

3.2 Objetivos Específicos:

1. Evaluar el comportamiento reproductivo de cuatro grupos genéticos: Jersey, Holstein, Brown Swiss y sus cruces, en base a la edad a primer parto, duración de la lactancia e intervalo entre partos.
2. Comparar cuál de los grupos genéticos tiene el mejor comportamiento reproductivo en base a los parámetros evaluados.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 PRINCIPIOS ECONÓMICOS DE CRIANZA DE NOVILLAS

Se necesitan por lo menos tres principios económicos cuando se determina el valor económico de las novillas para la reproducción. Primero, un productor debe estar cerca del mercado objetivo, esto permite al productor mejorar su flujo de caja y expandirse. Segundo, el productor debe contar con una visión clara del ingreso neto generado por el sistema, lo anterior permite evaluar los esquemas, establecer los puntos de equilibrio y el flujo de caja. El tercer valor económico es la fluctuación del precio de las novillas en el tiempo, tomando en cuenta el uso productivo del dinero y la inflación futura. Para establecer el valor económico se recomiendan seis pasos:

1. Desarrollar y planificar los precios a largo plazo.
2. Elaborar y preparar un presupuesto.
3. Establecer el valor económico del descarte.
4. Determinar una apropiada tasa de descuento.
5. Calcular el valor neto del precio de las novillas.
6. Ajustar el valor económico para diferentes números de terneros producidos.

En resumen, el valor económico de una novilla es la suma de los beneficios de su futuro ingreso anual, incluyendo el valor de descarte descontado del precio actual. (5,6)

Otros factores económicos que tiene que ver con la crianza de novillas son los siguientes:

1. Reducir los costos de crianza a través del descarte de novillas que representen un deficiente prospecto como reemplazos antes de invertir tiempo, trabajo y gasto en criarlas, por eso es importante un examen clínico ginecológico de las mismas. Se estima una tasa normal de descarte preservicio del 3-9%. Las razones de descarte incluyen estrechez pélvica, infantilismo genital, carácter y conformación, cuando estos reemplazos inadecuados son identificados previo al servicio, el productor puede venderlas, mejorando el flujo de caja y reduciendo los costos de mantenimiento.(5)

2. Incrementar las tasas de concepción evaluando la ganancia de peso. Se considera adecuado que a los ocho meses estos animales tengan el 40% del peso adulto. Esto nos ayuda a identificar aquellas novillas con dificultades para concebir. La combinación de estos criterios con un adecuado plan nutricional dan como resultado altas tasas de concepción y preñez.(5)
3. El peso al nacimiento está relacionado con el peso a la pubertad y el uso de toros con valor de progenie alto para peso al nacimiento da como resultado un mejoramiento genético y una adecuada eficiencia en la ganancia de peso, logrando con esto alcanzar un rápido peso para el primer servicio. Otra situación que permite esto, es que las hembras desarrolladas con rasgos superiores de crecimiento pueden alcanzar la pubertad a temprana edad. El criterio técnico es que las novillas deben tener a los doce meses el 70% del peso adulto.
4. Disminuir los costos de toros. Al usar inseminación artificial se reducen los costos de mantenimiento de toros y permite diversificar un mosaico genético. (5)
5. Disminuir las dificultades al parto. El usar toros con un alto valor estimado de progenie para facilidad de parto da como resultado menos dificultades al mismo, menos pérdida de terneros al nacimiento, reducción de los trastornos posparto y facilidad para que éstas vuelvan a concebir más tempranamente. (5,6)
6. Disminuir la atención de partos. Con esto disminuyen los trabajos de atención al parto permitiendo invertir el tiempo en la atención de otros asuntos de la empresa. (5)

Otras situaciones que deben considerarse en el valor económico de las novilla son: la conformación corporal, el color que nos permite e influye en la resistencia a ectoparásitos, la utilización de los cruces genéticos para obtener vigor híbrido, la habilidad materna, la tasa de crecimiento, la calidad de la carne, el temperamento tranquilo y la ubre desarrollada.(5,9)

4.2 MANEJO DE LAS NOVILLAS: NUTRICIÓN, REPRODUCCIÓN Y SALUD

4.2.1 Crianza de novillas del nacimiento al destete

El manejo de los animales que se utilizan como reemplazos se inicia con un adecuado manejo de las madres gestantes. Al momento del secado se debe realizar el siguiente manejo: aplicar un producto de larga acción para el control de la mastitis, realizar una adecuada desparasitación contra parásitos internos y externos, proveer un adecuado ejercicio, proveer nutrición balanceada para prevenir enfermedades metabólicas pre y posparto y suplementar con minerales y vitaminas. (7,13)

Deben adaptarse a la ración de producción a partir de las tres semanas antes del parto probable e incrementar la ración gradualmente, se puede hacer una aplicación preventiva de vitamina E y Selenio. (13)

Las madres deben ser supervisadas al momento del parto y deben intervenir solo si es necesario. Al momento del parto supervisar que se elimine la placenta. El recién nacido debe limpiarse y se debe desinfectar el ombligo con una solución de yodo al 7%; se le debe aportar por lo menos dos litros de calostro de buena calidad y otros dos litros en las subsiguientes 8 horas de nacido. (13)

Como guía de alimentación de los reemplazos se puede tomar el siguiente protocolo:

1. Deben alimentarse artificialmente dos veces al día con leche entera o con un sustituto de leche que tenga por lo menos 20% de proteína, 20 % de grasa y no menos de 0.2% de fibra. (13)
2. Debe realizarse control de diarreas y problemas respiratorios.
3. Debe realizarse, a las seis semanas de vida, el descorne y remoción de tetas supernumerarias. (13)
4. Deben consumir concentrado con un contenido proteico mínimo del 20% en las primeras dos semanas de vida. (7,13)
5. A partir de las 10 semanas de vida puede cambiarse a un concentrado con un contenido de proteína mínimo de 16%. (7)
6. Debe suministrarse un forraje con alto contenido de proteína como la alfalfa, *ad libitum* a partir de las dos semanas de vida. (7,13)
7. El agua debe estar disponible todo el tiempo. (13)

8. El destete (desleche) debe empezar a las 10 semanas de vida y deben permanecer en sus jaulas individuales durante 1 ó 2 semanas antes de pasar a conformar los grupos comunitarios. (13)
9. La vacunación debe iniciarse a 8 semanas y deben estar vacunados antes de ser destetados (deslechados). (13)

4.2.2 Crianza de novillas del destete a la madurez sexual

Los requerimientos de las novillas del destete al servicio deben usarse como guía para la formulación de las raciones de desarrollo y obtener adecuadas ganancias. Deben considerarse características como la interacción social y características bromatológicas de los ingredientes y de los pastos. (7)

4.2.2.1 La influencia del desarrollo corporal

En la formulación de las raciones de crecimiento deben considerarse además la cantidad de actividad requerida para el pastoreo, la temperatura ambiental, la raza y el crecimiento compensatorio. (7) Pueden tomarse como guía las tablas de la *National Research Council (NCR)*, las cuales servirán para realizar los ajustes y alcanzar el denominado peso objetivo (*target weight*).

El concepto de peso objetivo está basado en el hecho que en las razas *Bos taurus* se espera que alcancen su pubertad al llegar al 55 ó 60% de su peso maduro, mientras que en las razas *Bos indicus* y sus cruces se espera que alcancen su pubertad al llegar el 65% de su peso maduro. (7)

Al alcanzar el peso objetivo, es importante para la fertilidad y producción, alimentar a las novillas con un adecuado plan nutricional (energía y proteína en esta etapa dan como resultado una pubertad temprana), también mejora el desarrollo de la glándula mamaria y se incrementa la posibilidad de mejores tasas de concepción. (7)

4.2.2.2 Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento de las novillas es un indicador del nivel de manejo. La alimentación e instalaciones, así como otras necesidades de manejo, cambian constantemente entre el nacimiento y el primer parto. El crecimiento de las terneras debe ser monitoreado por las siguientes razones:

- Para evitar un retraso en la madurez sexual y el primer parto debido a un lento crecimiento.
- Para alcanzar un peso corporal ideal al primer parto, minimizar los problemas al parto y maximizar la producción de la primera lactancia. (15,16)

Los períodos cortos de crianza son deseables principalmente desde el punto de vista genético y económico. Las ventajas de una tasa de crecimiento mejorada y una edad al primer parto de 24 meses (en lugar de 36, por ejemplo), incluyen:

- Retorno más rápido del capital invertido;
- Reducción de costos variables;
- Reducción del número de novillas requeridas para mantener el tamaño del hato;
- Incrementar la vida productiva;
- Ganancia genética más rápida en el hato;
- Reducción en la cantidad total de alimento requerido. (12, 15, 16)

Las dificultades y desventajas asociadas con una tasa de crecimiento rápida que reduce la edad al primer parto de 24 meses a 20 meses incluyen:

- Necesidad de una mayor cantidad de forraje y concentrados de buena calidad;
- Necesidad de mayor habilidad de manejo;
- Mayor riesgo de dificultad al parto;
- Mayor riesgo de alimentar con una dieta que pueda afectar negativamente el rendimiento en la lactancia.

Cuando los alimentos de alta calidad son difíciles de proveer, se puede criar a las novillas con cantidades abundantes de alimentos de baja calidad, reduciendo la tasa de crecimiento y retrasando la edad al primer parto, como estrategia de crianza más económica.

La tabla 1 muestra un promedio de las ganancias de peso deseadas diariamente y la edad al primer parto bajo prácticas intensivas de manejo en climas templados.

Tabla 1: *Peso corporal en varias etapas del desarrollo y tasa de crecimiento para novillas*

Raza	Peso al nacimiento (Kg.)	Servicio		Parto		Ganancia Prom./día (Kg.)	Peso adulto (Kg.)
		Peso (Kg.)	Edad (m)	Peso (Kg.)	Edad (m)		
Holstein, Pardo Suizo	40-45	360-400	14-16	544-560	23-25	0.74	650-725
Guernsey, Ayshire	35-40	275-310	13-15	450-500	22-24	0.60	525-580
Jersey	25-30	225-260	13-15	360-425	22-24	0.50	425-500

Fuente (15)

4.2.2.2.1 Peso corporal y problemas al parto

Los problemas al parto son lo más común en novillas de primer parto. Las novillas de primer parto pueden tener un parto difícil por muchas razones, algunas de las cuales pueden estar relacionadas con su desarrollo o bien con el desarrollo relativo del feto. Entre ellas están:

- El feto es grande:
 - Debido a su genética;
 - Debido a que está pasado de tiempo;
- La novilla no tiene el desarrollo adecuado y el área de la pelvis es muy angosta en relación al tamaño del feto;
- La novilla tiene exceso de peso y el exceso de tejido adiposo interfiere con un parto normal.

Para minimizar las dificultades al parto, se recomienda que el productor:

- Escoja toros para inseminación artificial, que sean bien conocidos por el bajo porcentaje de hijas que tienen dificultad al parto (<8%);
- Ajuste la tasa de crecimiento de las novillas para alcanzar del 80 al 85% de su peso vivo adulto al momento del primer parto;
- Evite obesidad o emaciación al parto.

4.2.2.2.2 Peso corporal y rendimiento en la primera lactancia

Existe una relación positiva muy fuerte entre el peso corporal al primer parto y el rendimiento de leche en la primera lactancia. Esta relación no significa necesariamente que las novillas que son genéticamente grandes son más deseables, lo que es deseable es que las novillas estén lo suficientemente desarrolladas al parto. Las razas pesadas como las novillas Holstein deben pesar un promedio de 620 kg. (Peso de la vaca dentro de su primer mes después del parto) para maximizar el rendimiento de leche en la primera lactancia. Estas novillas al primer parto continúan creciendo para alcanzar su peso vivo adulto (>700 kg.) durante su cuarta o quinta lactancia. (15)

4.2.2.2.3 Tasa de crecimiento constante o variable

Las tasas de crecimiento de las novillas no tienen que ser constantes, de hecho, las tasas de crecimiento usualmente están caracterizadas por períodos de crecimiento lento y períodos de crecimiento más rápidos ya que las novillas muestran una gran habilidad para compensar períodos de crecimiento lentos con períodos de crecimiento más rápidos. La variabilidad en la tasa de crecimiento de las novillas puede reflejar:

- Disponibilidad estacional de forraje; (calidad y cantidad);
- Manejo de crianza.

4.2.2.2.4 Tasa de crecimiento antes y después de la pubertad

Una tasa de crecimiento moderada antes de la pubertad, seguida por un crecimiento más rápido para alcanzar el objetivo de peso al parto, parece ser la mejor estrategia de crianza para maximizar la futura producción de leche. Este concepto parece ser que es cierto para todas las razas de ganado lechero. (11,13, 14)

4.2.2.2.5 Efectos de la sobrealimentación y una tasa de crecimiento rápida antes de la pubertad

El alimentar con altos niveles de energía para acelerar el crecimiento corporal antes de la pubertad puede afectar el desarrollo de la glándula mamaria y limitar la producción de leche.

Esta información permanece controversial, sin embargo, investigaciones realizadas en hatos con alta producción indican que las tasas de crecimiento rápidas de las novillas varían entre 0.8 y 0.95 kg./día. Estas tasas de crecimiento son compatibles con las altas producciones de leche en las novillas de primer parto. (11, 13,14)

4.2.2.2.6 Efectos de la subalimentación y tasas de crecimiento lentas antes de la pubertad

Para asegurar el parto a los 24 meses de edad, la pubertad debe ocurrir cuando las novillas tienen 12-13 meses de edad.

Cuando la tasa de crecimiento antes de la pubertad es lenta, el peso corporal deseado al parto no puede ser alcanzado sin un:

- Crecimiento acelerado durante la preñez;
- Servicio retardado al parto;
- Una combinación de los anteriores.

Por ejemplo, cuando la ganancia promedio diaria es de 0.55 kg. /día, se espera que la pubertad ocurra a los 12-13 meses de edad. Asumiendo que la preñez comienza a los 15 meses de edad, la tasa de crecimiento debe de ser ajustada a 0.9 kg. /día durante la preñez para asegurar un peso corporal adecuado al parto. Si la tasa de crecimiento no es ajustada, la novilla puede parir a los 24 meses de edad, pero en un estado de subdesarrollo. El riesgo de un parto difícil es alto y el rendimiento de la primera lactancia es pobre.

Cuando se espera que el crecimiento permanezca lento durante la preñez, el servicio debe ser retrasado para evitar un subdesarrollo al parto. Es importante que las novillas tengan el peso corporal deseado al parto. (11,13, 14)

4.2.2.2.7 Efectos de la sobrealimentación después de la pubertad

Alimentar con una dieta balanceada alta en energía, promueve un rápido desarrollo durante la preñez y generalmente es deseable ya que esto asegura:

- Buena nutrición para el feto;
- Desarrollo adecuado de las novillas.

Sin embargo, la obesidad es indeseable ya que novillas obesas tienen un riesgo más alto de dificultades al parto y de problemas metabólicos después del mismo. Alimentar con una dieta balanceada es una forma correcta de evitar la obesidad. (11, 13, 14)

4.2.2.2.8 Efectos de subalimentación después de la pubertad

La tasa de concepción puede ser reducida cuando las novillas no están ganando peso en la época de servicio. No existe ningún daño con una tasa de crecimiento lenta después de la pubertad, siempre y cuando la novilla no esté preñada. Sin embargo, una vez que la novilla está preñada, un crecimiento insuficiente puede tener los siguientes efectos dañinos:

- Una nutrición fetal pobre;
- Dificultad al parto debido a un desarrollo esquelético no óptimo;
- Un bajo rendimiento de leche en la primera lactancia.

Si la disponibilidad de alimento (u otros recursos) no permiten una alta tasa de crecimiento después de la concepción, es recomendable que se retrase la concepción, hasta que las novillas tengan un mayor peso corporal. (11, 13, 14)

4.2.2.3 Crianza de novillas del destete al parto. Importancia de medir el crecimiento

Una tabla de crecimiento es una herramienta que puede ser utilizada para comparar la altura y el peso de las novillas con respecto a una curva estándar y con esto determinar si es que las prácticas de alimentación así como otras prácticas de manejo son adecuadas o si es que deben ser ajustadas durante ciertas fases del proceso de crianza. (16)

Bajo la mayoría de los sistemas de manejo (praderas, alimentación en grupos o en confinamiento) es difícil medir el desempeño de las novillas. El uso de una tabla de crecimiento le permite al productor monitorear las tasas de crecimiento de las novillas. (16)

4.2.2.3.1 Peso corporal, altura a la cruz y calificación de condición corporal

El peso corporal a cierta edad es el criterio más comúnmente utilizado para evaluar el crecimiento de las novillas; sin embargo, éste no debe de ser el único criterio. El peso corporal por sí solo no refleja el estado nutricional de las novillas. El desarrollo de las novillas debe también ser evaluado con medidas del crecimiento esquelético como la altura a la cruz y el largo del cuerpo ya que la altura de una novilla refleja el crecimiento de su cuerpo (crecimiento esquelético) mientras que el peso corporal refleja el crecimiento de los órganos, músculos y tejido adiposo (grasa).

La calificación de la condición corporal también puede ser utilizada para evaluar los programas de alimentación (manejo) de la novilla. Esta medida evalúa la cantidad de reservas corporales de tejido adiposo, por lo que cuando esto es utilizado en conjunto con el peso corporal y la altura a la cruz, la calificación de la condición corporal ayuda a determinar el crecimiento, ya sea esquelético, muscular o adiposo. (16)

4.2.2.3.2 Medición del peso corporal

El método más preciso para determinar el peso corporal es utilizar una báscula calibrada. Sin embargo, el tiempo y la mano de obra requerida en el movimiento de las novillas hace que esto sea generalmente, un método poco práctico aún cuando exista una báscula disponible en la finca.

Las medidas de la circunferencia de la cavidad torácica, pueden ser utilizadas para predecir con precisión el peso corporal. Una cinta métrica no elástica debe ser colocada justamente atrás de las manos y adelante de los hombros de la novilla. Las dos puntas de la cinta deben de colocarse juntas y debe ser registrada la circunferencia de la caja torácica para razas lecheras grandes, medianas y pequeñas. (16)

Tabla 2: Calificación de condición corporal para novillas (CCC) en varias edades, indica las calificaciones de condición corporal deseadas en las diferentes edades en una escala de 1 (emaciada) a 5 (obesa).

Edad (m)	3	6	9	12	15	18	21	24
CCC	2.2	2.3	2.4	2.8	2.9	3.2	3.4	3.5

4.2.2.3.3 Medición de la altura a la cruz

La cruz es el punto más alto de la espalda localizada en la base del cuello y entre los hombros. La regla debe de ser colocada junto a las manos de la ternera (un poco más adelante de donde la cinta es colocada para medir la circunferencia torácica). Un nivelador puede ser utilizado para asegurarse que la parte ajustable de la regla se encuentra descansando sobre la cruz de la ternera y que ésta es paralela al piso al momento de la medición. (16)

Alternativamente, la regla puede ser fijada (con clavos o tornillos) a la pared de un pasillo. Una escala de altura puede ser pintada directamente sobre la pared. Es importante mencionar que las mediciones deben de realizarse con cuidado y consistencia. La comparación de datos a través de los años es una valiosa herramienta de manejo. (16)

4.2.2.3.4 Frecuencia de la medición del peso corporal

Para conocer la tasa de crecimiento, las mediciones se pueden hacer:

- A través de todo el período de crianza (desde el nacimiento hasta el parto);
- En fases específicas del período de crianza (período de alimentación con leche; período de destete, período de alimentación en confinamiento, período en la pradera, etc.).

Para monitorear la tasa de crecimiento de las novillas en general, con tener medidas al nacimiento y al primer parto es suficiente. Sin embargo, mediciones múltiples de altura, peso y calificación de condición corporal en varios puntos durante el proceso de crianza, le permiten al productor monitorear fases específicas en la crianza (cuando son terneras, período de destete, crecimiento pre-puberal, etc.).

Los cambios en la estaciones generalmente conducen a cambios en las instalaciones y en las prácticas de manejo que pueden tener un gran efecto en la tasa de crecimiento. (16)

Existen dos ideas prácticas para medir la altura y el peso de las novillas. La primera es el llevar a cabo las mediciones cuando las novillas están atadas o sujetadas, lo cual ocurre más a menudo cuando las novillas han:

- Nacido;
- Están siendo movidas de corrales individuales a corrales en grupo en el destete y/o cuando se descornan;
- Amarradas al momento de servir las;
- Colocadas en corrales individuales cuando van a tener su primer parto.

El segundo método es una medida a un solo tiempo. De esta forma, las medidas no son tomadas a lo largo del tiempo en la misma novilla sino que en todas las novillas que están presentes en el hato en un momento determinado. Es obvio que si el número de novillas es mayor en cada grupo, la estimación del crecimiento será más precisa. (16)

4.2.2.4 La Pubertad

La pubertad en las novillas se alcanza cuando ellas son capaces de expresar conducta estral y ovulan un oocito fértil. La maduración del sistema neuroendocrino induce la maduración y ovulación del primer oocito así como los cambios hormonales que inducen las primeras expresiones de conducta estral que son el resultado del gradual incremento en la actividad gonadotrópica de la Hormona Luteinizante (LH) y Folículo Estimulante (FSH). (7,12) Este incremento en la actividad gonadotrópica es debido al mecanismo de retroalimentación negativa del estradiol sobre la secreción hipotalámica del Factor Liberador de Gonadotropinas (GnRH). El gradual incremento en la secreción de LH inicia la producción ovárica de hormonas esteroideas y gametos, lo que da como resultado la maduración folicular y ovulación. (7)

La primera ovulación usualmente no es acompañada de signos externos de celo. Se cree que cierta cantidad de progesterona es necesaria en el período que precede al estro para producir la conducta estral y para que el siguiente ciclo estral tenga una longitud normal. (7,12)

Una vez que las novillas han tenido un ciclo estral con el desarrollo de un cuerpo lúteo (CL) o ha sido expuesta a adecuados niveles de progesterona de fuentes endógenas, los siguientes ciclos estrales son normales. La puesta en marcha de la pubertad es primariamente influenciada por la edad, el peso y la raza. Otros factores que pueden influenciar en el inicio de la pubertad son: presencia de toros, época del año y exposición a progestágenos. (7)

El programa nutricional de las novillas debe formularse tanto para alcanzar el peso objetivo como para alcanzar el peso corporal que coincida con el inicio de la pubertad. (7)

4.2.2.5 Protocolo de Vacunación

La selección de las vacunas que se utilizan depende del estado sanitario del hato y de las enfermedades prevalentes en el medio. El objetivo es que las hembras entren a la etapa de reproducción protegidas contra todas las enfermedades infecciosas principalmente las que afectan la reproducción como Brucelosis, Diarrea Viral Bovina, Vulvovaginitis Infecciosa Bovina y Leptospirosis. (7)

4.2.3 CRIANZA DE REEMPLAZOS: SELECCIÓN

La crianza de animales de reemplazo es una de las partes más importantes en la cual los servicios veterinarios tienen gran influencia. El manejo de las novillas es crucial para alcanzar adecuados beneficios y el mejoramiento genético de un hato, sin embargo las novillas pueden ser consideradas como inconvenientes y son frecuentemente manejadas inadecuadamente porque requieren atención especial y más labores que el resto del hato. Las novillas son más pequeñas que las vacas y sus requerimientos nutricionales son más altos, dando como resultado que deban ser alimentadas separadamente de las vacas maduras; aparte de eso su sistema inmune responde de diferente forma.

Las novillas son esencialmente no productivas durante los dos primeros años de vida y por esto el productor tiende a cortar el desarrollo. (10, 12, 15)

La selección de animales de reemplazo se inicia al nacimiento, las candidatas óptimas a ser novillas de reemplazo, deben ser hijas de vacas que alcanzan su madurez tempranamente, requieran suplementación nutricional mínima y conciban tempranamente.

Las madres de las novillas de reemplazo deben tener una excelente ubre, patas y buena conformación de los miembros; las novillas deben ser seleccionadas de hembras que tengan una adecuada inserción de la ubre y tetas con tamaño adecuado, ya sea para que un ternero mame o para el ordeño. La selección es crítica porque afecta la longevidad y por lo tanto, influye sobre la tasa de reemplazos. También deben seleccionarse en base a la facilidad de parto de las madres y aquellas hembras que tengan altos pesos al destete. La selección por conformación es uno de los primeros pasos para determinar si una novilla es conveniente como reemplazo. Los dígitos estrechos o demasiado largos y los corvejones muy rectos son problemas estructurales comunes. Tanto las madres como las novillas, deben tener una adecuada conformación de patas, suelas, rodillas, corvejones y menudillos; deben tener correcta estructura, ubicación y conformación y deben examinarse en movimiento para determinar su libre movilización y correcta ambulación. Los miembros deben tener un tamaño adecuado que esté relacionado con la estructura corporal y el tamaño de los dígitos debe ser uniforme; el talón debe tener una profundidad adecuada y la pezuña un correcto grado de pendiente; los miembros posteriores deben tener una angulación correcta del corvejón al verlo de lado, la angulación aceptada es entre 120-155°. Los miembros anteriores arqueados producen una posición inadecuada de los dígitos y una desproporción de peso sobre el dedo externo, lo cual predispone a laminitis; el hombro debe tener una pendiente de 45-50° y los miembros deben estar rectos cuando se miren de lado y de frente, unos hombros demasiado rectos reducen la función de absorción de impacto y disminuyen la habilidad del animal para desplazarse a largas distancias. (8, 10,15)

Otra medida objetiva que puede ser usada para la selección de las novillas (1 año) es la circunferencia escrotal del toro al año de edad, ya que influye para alcanzar la pubertad a temprana edad. El valor mínimo de la circunferencia escrotal al año de edad de los padres de las novillas de reemplazo, debe ser de 32 cm. La otra selección debe hacerse en base a las novillas que presenten mayores ganancias de peso. (10)

El otro criterio de selección, se refiere al desarrollo pélvico y del tracto reproductivo que se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Criterios para la evaluación del tracto reproductivo de novillas

Calificación	Cuernos Uterinos	Largo de Ovarios (mm)	Espesor de Ovarios (mm)	Ancho de Ovarios (mm)	Estructuras Ováricas
1	Inmaduro;<20 mm de diámetro, no tónico	15	10	8	Folículos no palpables
2	20-25 mm de diámetro, no tónico.	18	12	10	Folículo de 8 mm
3	25-30 mm de diámetro, levemente tónico.	22	15	10	Folículos de 8 – 10 mm
4	30 mm de diámetro, buen tono	30	16	12	Folículos >10 mm y posible cuerpo lúteo
5	>30 mm de diámetro, tónico	>32	20	15	Folículo >10 mm y/o cuerpo lúteo presente

Fuente: Modificado Larson y Moser (1998) (10)

4.3 ESTRATEGIAS DE MANEJO GENÉTICO

Los Médicos Veterinarios de las especies productivas, deben concentrarse en ofrecer servicios que provean el mejor retorno económico de los clientes, participando en el mejoramiento genético, la comprensión de las diferencias esperadas de progenie (EPD) y las estrategias de cruzamiento. Estos componentes involucran tanto la selección de las hembras para reproducción, como la planificación de los cruces para lograr las metas, que a largo plazo se traducen en un beneficio sostenible.

Sin embargo las teorías y programas de computación involucradas en estas áreas son complejas y van más allá del entrenamiento de los Médicos Veterinarios y productores, pero el conocimiento de algunos índices genéticos permiten analizar la información genética y aplicar las estrategias. A continuación se describe uno de los indicadores la diferencia esperada de progenie. (8)

4.3.1 HEREDABILIDAD

Es un indicador de la habilidad de transmisión de rasgos de los padres a los hijos y es reportado como un valor entre cero y uno. Muchos rasgos son más heredables que otros, se necesita un gran número de progenitores para alcanzar un alto nivel de precisión según el rasgo. La heredabilidad es una medida de cómo el fenotipo es influenciado por el genotipo. La herebilidad está relacionada con un número de genes que controlan un rasgo particular. Los rasgos que son controlados por unos pocos genes, por ejemplo la presencia de cuernos, son altamente heredables, mientras que los rasgos que son controlados por muchos genes, como la fertilidad, tienen baja heredabilidad. Los rasgos de baja heredabilidad tienden a ser impactados por el manejo. En general los rasgos reproductivos, (excepto la edad, peso a la pubertad y la circunferencia escrotal) tienen baja heredabilidad, los rasgos de crecimiento tienen moderada heredabilidad y las características de la carcasa tienen de moderada a alta heredabilidad. (8)

4.3.2 DIFERENCIA ESPERADA DE PROGENIE (EPD)

La diferencia esperada de progenie predice la habilidad para transmitir rasgos deseables, por ejemplo, la progenie de un toro y una vaca podrá compararse con la progenie de otros animales en términos de un rasgo particular. La diferencia esperada de progenie permite a los productores hacer comparaciones válidas entre animales puros de la misma raza criados en diferentes hatos, aún bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo. La teoría involucrada en el cálculo es compleja, sin embargo, los resultados generados por los programas de computación son relativamente fáciles de usar e interpretar para la selección genética. (8,10)

El método estadístico desarrollado para calcular el EPD es conocido como el mejor predictor lineal in sesgado (BLUP). Para calcularlo se usa toda la información disponible que incluye el desempeño individual, el de su progenie y todos sus parientes.

Estos rasgos medidos varían levemente entre razas, pero generalmente incluyen peso al nacimiento, facilidad de parto, peso del destete, peso anual, circunferencia escrotal y una predicción de la habilidad lechera de sus hermanas. (8)

La diferencia esperada de progenie es expresada en unidades de rasgo de interés, por ejemplo: la diferencia esperada de progenie del peso al nacimiento es expresada en libras, la diferencia esperada de progenie para leche es expresada en libras de peso al destete debido a la producción de leche de la madre y la circunferencia escrotal es expresada en centímetros. Algunos programas de evaluación incluyen otros rasgos como el tamaño a la madurez y las características de la carcasa. (8)

La diferencia esperada de progenie es usada para predecir cómo la progenie futura de un reproductor puede compararse con el desempeño de la progenie futura de otros parientes evaluados en el análisis si son de la misma raza y están bajo el mismo ambiente. El valor de la diferencia esperada de la progenie presentada en el resumen del reproductor o hato es el promedio esperado de un pariente de la futura progenie para un rasgo particular comparado con un punto base promedio del rasgo en un tiempo particular pasado, este punto de base permanece siendo el mismo aún si más datos son agregados; por lo tanto, no representa el desarrollo promedio de la raza. (8,9)

4.3.3 PRECISIÓN

El valor esperado de la progenie no es un valor exacto, representa una predicción del desempeño de la progenie basado en el desempeño pasado del individuo y sus parientes, por lo que se espera que el valor esperado de la progenie cambien conforme más datos sean obtenidos. La precisión es calculada al mismo tiempo que la diferencia esperada de progenie y es expresada como un valor entre cero y uno. Una precisión cercana a cero puede indicar que hay muy poca información disponible de la progenie del individuo evaluado o sus parientes. Una baja precisión de la diferencia esperada de la progenie puede cambiar sustancialmente si más datos son disponibles. Una precisión alta de la diferencia esperada de progenie (cercana a uno) indica que se incluyen muchos datos de los progenitores y no se espera que cambie si se agregan más datos. (8)

4.3.4 ANTAGONISMO GENÉTICO

Los Médicos Veterinarios deben ser cuidadosos al seleccionar simultáneamente rasgos de importancia económica ya que muchos rasgos son genéticamente antagónicos, es decir, si se mejora una, la otra puede deteriorarse. Algunos antagonismos genéticos notables incluyen la producción de leche y crecimiento *versus* requerimientos de mantenimiento (costos), tasa de crecimiento *versus* facilidad de parto y nivel magro de la carne *versus* calidad de la carcasa. (8)

4.3.5. HETEROSIS O VIGOR HÍBRIDO

El vigor híbrido es el *booster* (refuerzo) en el desempeño productivo de la progenie que ocurre cuando se aparean animales no relacionados o emparentados. Se considera positivo cuando los efectos son benéficos.

Otra forma de ver la heterosis es recuperando el desempeño perdido cuando se ha recurrido a la endogamia (*inbreeding*) para mantener las razas puras. Entre más alta sea la heredabilidad de un rasgo menos impacto potencial tiene en el desempeño debido a la heterosis. Los productores deben tener esta información para determinar cuándo usar la información genética (EPD) y cuando usar el entrecruzamiento para mejorar el desempeño.

Generalmente estos rasgos que responden pobremente a la selección (rasgos reproductivos) responden muy bien al entrecruzamiento por el incremento debido a la heterosis. Hay tres tipos de heterosis: individual, maternal y paternal. (8, 10)

1. La heterosis individual se relaciona con la habilidad individual para sobrevivir y crecer, ejemplo: la mejora en la tasa de crecimiento al destete y el incremento del peso al destete.
2. La heterosis maternal involucra el incremento de la habilidad en la hembra para preñarse y producir un ternero, ejemplo: mejora en la tasa de la concepción, la sobrevivencia embrionaria y la habilidad para producir leche. (8)
3. La heterosis paternal puede tener un efecto en el desempeño de los machos al incrementar la producción de semen, la tasa de concepción y el número de hembras servidas.

De estos tres tipos la maternal tiene gran impacto en el beneficio de los productores de ganado comercial, porque ellos necesitan alta fertilidad, longevidad y larga vida productiva de las hembras cruzadas. (8,9)

4.3.6 COMBINACIÓN DE FORTALEZAS COMPLEMENTARIAS

La otra razón por lo que los productores usan la heterosis es para combinar la fortaleza de razas diferentes. En la producción de carne y leche los toros y las vacas son seleccionados para rasgos diferentes y complementarios. El objetivo primario en la selección genética es alcanzar una alta tasa de fertilidad. Estas vacas también deben aportar una adecuada cantidad de leche ya sea para la crianza de un ternero o para la producción de leche sin sacrificar su fertilidad y sin suplementación nutricional extra. Los toros en contraste son seleccionados para enfatizar un rápido crecimiento y calidad de la carcasa adecuada. En este sentido las vacas son seleccionadas de razas con superior fertilidad. Estas vacas son cruzadas con toros de razas con superior ganancia de peso, eficiencia en la alimentación y características de calidad de la carne. No existe un único sistema de entrecruzamiento que sea bueno para todos los productores en todas las situaciones, porque las ventajas y desventajas varían entre los distintos sistemas de entrecruzamiento. (8, 10)

Los Médicos Veterinarios deben asistir al productor, determinar cual sistema de entrecruzamiento trabaja mejor para su disponibilidad de forraje, ambiente y capacidad de manejo. En algunas otras situaciones los productores tienen éxito con sistemas simples de entrecruzamiento que sacrifican algo de heterosis más que con el que tenga un complicado sistema que maximice la heterosis. (8, 9,10)

4.4 EVALUACIÓN DE EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN BOVINOS

La eficiencia reproductiva es uno de los aspectos en los que se basa la economía pecuaria y por esto es una de las áreas de la Medicina Veterinaria que recibe más atención. El conocimiento del estado de hato permite establecer un punto de partida o de comparación, e indica la existencia de problemas. (4)

Para evaluar la fertilidad del ganado bovino se utilizan varios parámetros reproductivos que son indispensables para determinar la salud reproductiva de los hatos o que tienen fines de investigación para comparar el efecto de diferentes tratamientos, métodos de inseminación artificial o sistemas de manejo, etc. sobre la fertilidad. (1,4)

Los índices o parámetros reproductivos pueden calcularse de variadas formas, la estructuración del tiempo, la población y los criterios específicos pueden diferir entre los métodos de cálculo o en el procesamiento de unos datos y otros. (1,3) Siempre deben comprender el análisis integrado de varios factores y la captación de información de varias fuentes; todo esto requiere una gran inversión de tiempo, esfuerzo y persistencia para tener como objetivo final cualquiera de los dos siguientes aspectos:

- Identificación y/o ajuste de los factores que limitan el desempeño reproductivo.
- Evaluación periódica y documentación de los cambios en el desempeño reproductivo del hato como resultado de las intervenciones. (4)

La evaluación del estado y desempeño reproductivo requieren planificación y una sistemática consideración de los índices que reflejan los componentes claves del proceso reproductivo. Una comparación entre éstos y los índices patrón o esperados ayudan a establecer donde está ocurriendo la falla y así tener la oportunidad de corregirla. (1, 3,4,)

Es importante mencionar que la eficiencia reproductiva está influenciada por factores propios del animal, el hombre y el ambiente por lo que es necesario tener acceso a la información de manera amplia y variada para lograr una visión integral del campo a evaluar. (1)

La selección del parámetro que mejor indica la habilidad o potencia reproductiva de una vaca o rebaño depende en gran parte del manejo u orientación que reciba. Siempre deben considerarse los siguientes aspectos:

- a. Que se trata de datos en bruto que intentan inferir el estado fisiológico de un grupo dinámico de animales.

- b. Que puede existir falta de estandarización del numerador y denominador usados para el cálculo.
- c. Los sistemas de registro fallan en registrar todos los eventos reproductivos pertinentes.
- d. Puede ocurrir manipulación de los datos por parte del personal de la finca o por quien maneja la información.
- e. Los valores óptimos de comparación corresponden a ganaderías de climas templados, no de regiones tropicales. (1, 3, 4,14)

4.5 CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

- a) Indicadores del desempeño reproductivo global del hato.
 - b) Indicadores de la detección de celos.
 - c) Medidas de la eficiencia de la concepción.
 - d) Indicadores de trastornos reproductivos o índices diagnósticos.
- (4,14)

4.5.1 Indicadores del desempeño reproductivo global del hato

4.5.1.1 Días vacíos

Es un parámetro que mide eficiencia biológica y económica, también se le ha llamado período de días abiertos, días a la preñez e intervalo parto-concepción. (3, 4,14)

Este es el período que transcurre entre el parto y la siguiente preñez. Es una de las medidas más exactas de eficiencia reproductiva con la ventaja adicional de ser un parámetro individual y no del rebaño, como el caso de la tasa de natalidad. Al ser un parámetro individual permite estimar correlaciones con edad, raza, producción de leche y otras características.

Presenta la ventaja sobre el intervalo entre partos, de poder calcularse antes de que ocurran dos partos y es un indicador inmediato de los cambios en el desempeño reproductivo. (4,14)

También puede usarse en lugar del intervalo entre partos porque esencialmente mide el mismo proceso. Es posible medirlo más tempranamente. Tiene la desventaja de excluir en el cálculo a las vacas vacías por eso debe evaluarse en conjunto con el porcentaje de vacas vacías. (4,14)

4.5.1.2 Intervalo entre partos

Se ha definido como el intervalo que transcurre entre los dos partos más recientes de una vaca. Es el parámetro estadístico más usado para medir el desempeño reproductivo, pues está íntimamente relacionado con la producción de leche. (1, 3,4) Es el indicador final de la reproducción del hato, todos los demás índices son áreas que definen el grado de confianza de este parámetro. (1)

Entre las ventajas que poseen podemos mencionar: a) es fácil de usar y comprender b) es un indicador del desempeño reproductivo pasado c) tiene una alta relación económica d) las fluctuaciones temporales en la fertilidad no se reflejan en él. (14)

Como desventajas se mencionan: a) que es un parámetro que no permite evaluar a corto plazo los resultados de las intervenciones en el manejo de la fertilidad b) no incluye en el calculo a las hembras de primer parto c) es afectado por la tasa de descarte d) solo incluye a las vacas presentes en el hato a la hora de hacer la evaluación, el solo es posible calcular el IEP de las vacas que parieron en el último año. (3)

El ideal económico y biológico del IEP es de 12 meses. Se recomienda que al calcularlo se obtenga el promedio y desviación estándar para interpretarse en conjunto con la tasa de descarte y otros parámetros. (3)

4.5.1.3 Promedio de días en lactación:

Es el intervalo que transcurre entre el parto y la fecha en que se hace la evaluación. Puede ser un buen indicador de eficiencia reproductiva porque si el desempeño reproductivo es bajo, el promedio de días en lactación se incrementa. El promedio de días en lactación debe mantenerse en 150 días (305 dividido entre 2). Tiene la ventaja de que incluye a todas las vacas e indica el corto plazo del desempeño, el desempeño reproductivo reciente. Entre las desventajas tenemos que es sensible a la tasa de descarte y al efecto de la época. (4) Puede estar influenciado por las variaciones estacionales de partos y nunca debe evaluarse independientemente. (4, 14)

4.5.1.4 Tasa de descarte por fallas reproductivas

Es un índice crítico del desempeño reproductivo, siempre debe evaluarse en conjunto con los otros parámetros. (14) La forma de calcularlo se hace de la siguiente forma:

Número de vacas descartadas por problemas reproductivos divididos entre el total de vacas del hato por 100. Se considera normal una cifra del 10%.

$$\frac{\text{No. vacas descartadas por problemas reproductivos}}{\text{Total de vacas del hato}} \times 100$$

Un ejemplo de evaluación de éste es que al sobrepasar 15% de descarte por fallas reproductivas en un hato, indica ineficiencia reproductiva aunque en el hato se tenga aceptables IEP, días vacíos y promedio de días en lactación aceptable. (4, 14)

4.5.1.5 Tasa de natalidad

Es la medida de la ocurrencia de nacimientos en base a número de vacas preñadas. (4)

Otra forma de calcular la tasa de natalidad es a través del intervalo entra partos.

El intervalo entre partos de la finca dividida entre 365 nos da el estimado de natalidad. (4)

4.5.1.6 Evaluación de los desórdenes reproductivos

Estos parámetros también se han denominado índices diagnósticos y juegan un papel muy importante para ayudar a encontrar las causas de ineficiencia (Fetrow). Es importante determinarlo pues tiene efecto en la producción y reproducción y son indicadores inmediatos de las alteraciones en la fertilidad.

4.5.1.6.1 Porcentaje de abortos:

El aborto se define como la pérdida del feto en vacas que se han diagnosticado preñadas. El cálculo varía según las vacas que se consideren bajo riesgo. (3,14) El cálculo específico se puede hacer de la siguiente forma:

a) Número de abortos en el período dividido entre el total de vacas del hato por 100.

% de abortos:

$$\frac{\text{No. de abortos en el período}}{\text{No. total de vacas del hato}} \times 100$$

b) En vacas con preñez confirmada:

Número de abortos en el período entre el total de vacas confirmadas preñadas por 100.

$$\frac{\text{No. de abortos en el período}}{\text{No. total de vacas confirmadas preñadas}} \times 100$$

c) Para un período:

Número de abortos en un mes entre el número de vacas preñadas.

La incidencia no debe ser superior al 5%. (3).

$$\frac{\text{No. de abortos en un mes}}{\text{No. de vacas preñadas}} \times 100$$

4.5.1.6.2 Incidencia de enfermedades reproductivas específicas

Las condiciones específicas incluyen: distocia, retención de membranas placentarias, fiebre de leche, metritis, quistes ováricos, cetosis y mastitis. (3)

Forma de calcularlo:

Número de casos de la condición específica entre el número de vacas bajo riesgo por 100.

$$\frac{\text{No. de casos}}{\text{No. de vacas en riesgo}} \times 100$$

4.5.2 Otras medidas de eficiencia reproductiva

4.5.2.1 Edad al primer parto

Es importante medirla porque tiene que ver con el inicio del período productivo de la hembra y la duración de la vida productiva. En los trópicos se ha reportan valores superiores a los 3 años. (4)

4.5.2.2 Evaluación andrológica de los toros:

Dentro de la metodología de evaluación reproductiva en hatos de carne, leche y doble propósito vale la pena incluir este análisis para examinar su potencial y determinar si está afectando el comportamiento de las hembras. Los aspectos más importantes son: circunferencia escrotal, motilidad y morfología espermática. (4,8)

4.5.3 Interpretación de los parámetros reproductivos

Cuando ya se tienen los resultados se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) La evaluación de los parámetros no debe hacerse en forma independiente porque dificulta detectar los problemas. (3, 4,14)
- b) La evaluación y comparación de los parámetros reproductivos se complica porque hay varias formas de calcularlos y la definición de un índice puede variar dependiendo de las fuentes de información disponibles, el objetivo del investigador o la imperfección de los datos. Quienes manejan los índices deben tener la conciencia de por qué se escogen. (1,6)
- c) Los parámetros para medir eficiencia reproductiva deben guardar entre sí una correlación aceptable, desafortunadamente ese no es un caso frecuente. Generalmente los parámetros que se comparan cubren períodos de evaluación diferente, a pesar de que se mencionan en los informes y se calculan sobre poblaciones diferentes. Por otro lado el investigador no siempre está capacitado para manejar eficientemente la información y no puede resolver las dificultades que ha menudo presenta su análisis. (4)
- d) Muchas veces no hay datos comparables y para evaluar un dato se considera como normal si su valor es un poco mayor a una desviación estándar pero nunca mayor a dos desviaciones estándar. (3)

V. METODOLOGÍA

5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La finca que se utilizó para el presente estudio es la finca Santo Tomás Perdido, que se encuentra en el municipio de San Lucas Tolimán, Departamento de Sololá, a una distancia de 142 km. de la ciudad capital. Corresponde a un área de vida de Bosque subtropical cálido, con una altura de 1,300 msnm, consta con una precipitación pluvial anual de 2,000 mm promedio y los meses lluviosos van de mayo a octubre. En lo que se refiere a la temperatura la mínima es de 15°C y las máximas oscilan entre 25 y 29°C. En la época de verano el clima es húmedo, con poca lluvia, pero la gran parte de humedad relativa se condensa en la niebla durante todo el año. Son suelos de la altiplanicie central que contienen gran cantidad de material volcánico. En lo que se refiere a los relieves van inclinados a escarpados; el suelo consta de un buen drenaje y éste es de color café oscuro, franco arenoso y friable.

Los terneros se manejan con alimentación artificial y se deslechan a las 200 a 250 libras aproximadamente. A los dos meses de edad son alimentados con un alimento balanceado con un porcentaje no menor del 20% de proteína, luego son manejados con alimentación a base de banano verde, pasto picado y un alimento balanceado con un contenido de proteína del 14%. Cuando alcanzan el peso de 400 libras, a los 8-9 meses de edad, se manejan bajo un sistema de pastoreo con grama natural (*Paspalum spp*) y pasto estrella (*Cynodon pleystostachys*). Son alimentados con 10 libras de una mezcla de silo y banano verde.

Los criterios para primer servicio son de 525 libras para los cruces de raza Jersey y 600 libras para los cruces de las razas Brown Swiss y Holstein. A los cuatro meses de gestación se empiezan acondicionar con una alimentación a base de ensilaje, banano verde, cereal y pastoreo.

A los 20 días antes del parto se les empieza a proporcionar su ración de producción y al parto son alimentadas en lotes según su nivel productivo con una ración balanceada en mezcla total (TMR= total mixed ration).

5.2 MATERIALES

5.2.1 RECURSOS HUMANOS

- Investigador.
- Asesores.
- Personal de la finca.

5.2.2 MATERIALES DE CAMPO

Equipo de oficina:

- Computadora.
- Archivos.
- Diskettes.
- Hojas de papel bond.
- Lapiceros.
- Impresora.
- Ficha de control individual productivo y reproductivo.

5.2.3 MATERIALES BIOLÓGICOS

Un hato aproximadamente de 350 vacas de las cuales se obtuvo la información de 335 novillas distribuidas en 19 grupos genéticos: Holstein, Jersey, Brown Swiss, Ayrshire y sus cruces.

5.2.4 CENTROS DE REFERENCIA

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Archivos de la finca Santo Tomás Perdido, San Lucas Tolimán.

5.3 METODOLOGÍA

Para el presente estudio se utilizó la información de 19 grupos genéticos: Jersey, Holstein, Brown Swiss, Ayrshire y sus cruces en una finca lechera especializada de la bocacosta de Guatemala, durante el período de enero de 1999 a diciembre del 2006.

5.3.1 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se adaptó para un diseño completamente al azar.

5.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.3.2.1 VARIABLES A ANALIZAR

- Edad a primer parto.
- Duración de la lactancia.
- Intervalo entre partos.

5.3.2.2 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Para evaluar las variables de estudio se utilizó la estadística descriptiva, por medio de desviación estándar, coeficiente de variación, mediana y moda.

5.3.2.3 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA UN DISEÑO DESBALANCEADO

Esta metodología se utilizó para comparar el comportamiento reproductivo donde se encontraron diferencias estadísticas significativas. Se utilizó la comparación de medias de mínimos cuadrados.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 RESULTADOS DE LOS GRUPOS GENÉTICOS ENCONTRADOS

Para el presente estudio se analizaron los datos reproductivos de la finca bajo estudio, se hizo un tamiz de la información existente, descartando la información inconsistente o incompleta. Para el análisis de la edad al primer parto se contó con la información de 335 hembras y 19 grupos genéticos (tres razas puras Brown Swiss, Jersey y Holstein y 16 cruces producto del cruzamiento entre sí); es de hacerse notar que también se incluyeron cruces de la raza Ayrshire, de la cual no se presentó como vientre, ya que inicialmente no existían hembras puras en el hato, sino que se introdujo como parte de la estrategia de cruzamiento a través de la inseminación artificial.

Para el caso del intervalo entre partos y duración de la lactancia, se contó con la información de un total de 266 vacas y 15 grupos genéticos.

En el Cuadro 1 se presenta el resumen de los grupos genéticos y la manera como se obtuvieron. Las vacas incluidas en el estudio nacieron a partir del año 1999 y tuvieron parto en el período del año 2001 al 2006.

Cuadro 1. Distribución de las razas y grupos genéticos evaluados. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala. Guatemala, Octubre, 2007.

Categoría de Cruce.	Grupo Genético	Resultado del Cruce
1	Brown Swiss	1
2	Jersey	2
3	Holstein	3
4	B y J	1 x 2
5	H y J	3 x 2
6	By H	1 x 3
7	BJ y J	4 x 2
9	BJ y H	4 x 3
10	HJ y H	5 x 3
11	HJ y J	5 x 2
12	BJ y AY	4 x Ay
13	HJ y AY	5 x Ay
14	HJ y B	5 x 1
15	BJ y B	4 x 1
16	B y AY	1 x Ay.
18	J y AY	2 x Ay.
19	BH y J	6 x 2
20	BH y AY	6 x AY
21	BJ y J y H	7 x 3

B= Brown Swiss

J = Jersey

H= Holstein

AY = Ayrshire

6.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA EDAD AL PRIMER PARTO

Se encontró un efecto estadístico altamente significativo del año de nacimiento ($P < 0.0001$) y de la raza ($P < 0.008$).

En el cuadro 2 se presentan los valores de edad al primer parto, puede verse que se sitúan alrededor de los 24 meses de edad (730 días) en los años 2000, 2001 y 2002. Para el año 2003 se situó alrededor de los 25 meses (760 días); para el año 2004 el valor para esta variable estuvo cerca de los 26 meses y en el año 1999 estuvo cerca de los 26.5 meses de edad al primer parto.

Los valores extremos para el año 1999 pueden deberse al manejo que se ha dado en la finca principalmente en lo que se refiere al manejo nutricional y los valores en el año 2004, pueden deberse tanto al manejo nutricional como al manejo en general de la finca.

Cuadro 2. Valores de edad primer parto, (días), según año de nacimiento. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala. Guatemala. Octubre, 2007.

AÑO	EPP LSM	Std Err LSM
1999	805.64	20.06 c
2000	721.95	15.24 a
2001	734.31	15.54 a
2002	727.68	12.58 a
2003	753.73	11.20 b
2004	783.02	11.40 c

EPP = Edad a Primer Parto en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.0001$)

En el cuadro 3 se presentan los resultados de los análisis de la edad a primer parto en días de acuerdo al grupo genético, se encontró una diferencia estadística significativa ($P < 0.0088$) en los grupos evaluados. Se pudo distinguir que en los cruces 7, 9, 10, 12, 14 y 21, la edad al primer parto estuvo alrededor de los 24 meses de edad, en los grupos 5, 6 y 18 cerca de los 24.5 meses de edad, en los grupos 1, 2, 3, 4, 11, 13, 16, 19 y 20 la edad estuvo alrededor de los 25 meses y en el grupo 15 la edad al primer parto estuvo alrededor de los 26.5 meses. Es notorio que esta variable reproductiva tiende a mejorarse con los cruces debido al vigor híbrido.

Cuadro 3. Resultados de la edad a primer parto, (días) de acuerdo al grupo genético. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala. Guatemala, Octubre, 2007.

RAZA	EPP LSM	Std Err LSM
1	762.59	16.85 b
2	770.17	9.99 b
3	774.13	18.95 b
4	772.40	8.81 b
5	746.08	9.61 ab
6	748.28	13.71 ab
7	729.50	22.03 a
9	727.49	18.85 a
10	719.76	34.38 a
11	759.60	20.88 b
12	738.90	26.60 a
13	751.48	31.14 b
14	738.87	35.64 a
15	808.37	67.83 c
16	778.66	48.04 b
18	745.51	47.88 ab
19	757.87	48.79 b
20	769.37	67.83 b
21	734.37	48.80 a

EPP = Edad a Primer Parto en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P > 0.0088$)

6.3 RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL INTERVALO ENTRE PARTOS

En el cuadro No. 4 se presentan los valores del intervalo entre partos 1 y 2 en los que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.3$), para la variable año de parto y se consideran los valores como normales.

Cuadro 4. *Valores del intervalo entre partos uno y dos (días) de acuerdo al año de nacimiento. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (Bos taurus) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre, 2007.*

AÑO	IEP1 LSM	Std Err LSM
1999	363.40	22.65
2000	371.75	17.48
2001	375.09	18.12
2002	372.21	14.30
2003	383.41	12.15
2004	375.94	31.46

IEP1= Intervalo entre partos uno y dos, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Valor de $P>0.30$

En el cuadro No. 5 se presentan los valores del intervalo entre partos uno y dos de acuerdo al grupo genético. Se determinó una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). Se destacan tres grupos de intervalo, los cruces 10, 18 y 21 tuvieron un intervalo cercano a los 11 meses, en los cruces 6, 9, 12 y 13 el valor fue alrededor de los 12 meses, en el resto de los cruces el valor estuvo alrededor de los 13 meses, pero en general el comportamiento reproductivo para este intervalo se consideró adecuado, teniendo en cuenta que se trata de animales que aún no habían completado el crecimiento.

Cuadro 5. Valores del intervalo entre partos uno y dos (días) según grupo genético. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala. Octubre, 2007.

RAZA	IEP1 LSM	Std Err LSM
1	401.53	19.50 c
2	397.02	13.36 c
3	403.02	21.80 c
4	389.92	11.71 c
5	385.18	12.75 c
6	370.30	17.12 ab
7	390.66	24.21 c
9	363.02	28.08 b
10	327.72	51.90 a
11	393.05	24.75 c
12	355.72	33.61 b
13	356.22	51.90 b
16	385.22	51.90 c
18	339.22	72.33 a
21	346.69	77.07 a

IEP1 = Intervalo entre partos uno y dos, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

En el cuadro 6 se presentan los valores para el intervalo entre partos dos y tres. El intervalo entre partos menor fue para las que parieron en el año 1999 (11 meses), las del año 2000 y 2002 tuvieron un intervalo entre partos de aproximadamente 12 meses y las de los años 2001, 2003 y 2004 alrededor de 13 meses, el cual se considera adecuado.

Cuadro 6. *Valores para el intervalo entre partos dos y tres (días) de acuerdo al año de parto. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (Bos taurus) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.*

ANO	IEP2 LSM	Std Err LSM
1999	334.43	121.41 a
2000	373.16	102.04 b
2001	393.79	105.03 c
2002	369.70	89.73 b
2003	391.35	152.76 c
2004	390.54	172.90 c

IEP2 = Intervalo entre partos dos y tres, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

En el cuadro 7 se presentan los valores del intervalo entre partos dos y tres de acuerdo al grupo racial. El grupo de raza 4, 11, 12 y 21 tuvieron el intervalo más corto, de aproximadamente 12 meses; las razas 1, 6, 9, 5 y 3 tuvieron valores que oscilan entre los 12.7 y 13 meses. Las razas con el intervalo entre partos más prolongado fueron, la 7 con 15 meses y la 2 con 16 meses.

Cuadro 7. Valores para el intervalo entre partos dos y tres (días) de acuerdo al año según la raza. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.

RAZA	IEP2 LSM	Std Err LSM
1	370.31	96.08 b
2	494.50	73.23 f
3	412.77	127.87 d
4	360.72	67.26 a
5	388.42	76.26 cd
6	372.36	105.96 b
7	461.26	149.10 e
9	378.29	264.52 c
11	360.89	142.72 a
12	363.63	363.36 a
21	350.62	363.35 a

IEP2 = Intervalo entre partos dos y tres, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P < 0.1$)

En el cuadro 8 se presentan los valores del intervalo entre partos tres y cuatro de acuerdo al año de nacimiento. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.31$)

Cuadro 8. Valores para el intervalo entre partos tres y cuatro (días) según año de parto. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.

AÑO	IEP3 LSM	Std Err LSM
1999	384.09	18.489
2000	395.83	12.61
2001	380.76	14.82
2002	380.04	9.32

IEP3 = Intervalo entre partos tres y cuatro, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Valor de $P>0.31$

En el cuadro 9 se presentan los valores del intervalo entre partos tres y cuatro, según la raza, donde el grupo racial 11 tuvo el menor intervalo entre partos, luego los grupos 5 y 6, en una situación intermedia los grupos 1 y 2, luego se ubicaron los grupos 3 y 4, sin sobrepasar los 400 días de intervalo y el intervalo entre partos fue más prolongado para el grupo 7 con 14.5 meses.

Cuadro 9. Valores para el intervalo entre partos tres y cuatro (días) según raza. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.

RAZA	IEP3 LSM	Std Err LSM
1	387.00	16.64 bc
2	386.81	10.54 bc
3	392.41	25.55 c
4	393.23	9.67 c
5	377.84	14.86 b
6	363.34	28.93 b
7	443.94	28.94 d
11	336.89	31.92 a

IEP3 = Intervalo entre partos tres y cuatro, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P > 0.031$)

6.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE DURACIÓN DE LA LACTANCIA

En el cuadro 10 se presentan los valores de la duración de la primera lactación de acuerdo al año de nacimiento, no se detectaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.23$), siendo los valores adecuados para una lechería especializada y como parámetro normal para hembras de primer parto.

Cuadro10. Valores para la duración de la primera lactación (días) según año de parto.

Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (Bos taurus) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.

AÑO	DIM1 LSM	Std Err LSM
1999	297.99	22.01
2000	312.02	16.98
2001	309.57	17.61
2002	311.83	13.90
2003	318.25	11.81
2004	313.22	30.58

DIM1= Duración de la primera lactación en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Valor de $P>0.23$

En el cuadro 11 se presentan los valores de duración de la primera lactación según la raza. Las razas 1,3 y 11 fueron las mejores con una duración mayor a 330 días, en una situación intermedia la raza 2 y 16, luego las razas 4, 5,7, con una duración de 315 a 320 días. Las razas 6 y 9 estuvieron alrededor de los 305 días y luego las razas 10, 12, 13,18 y 21 estuvieron por debajo de los 300 días en lactación

Cuadro 11. Valores para la duración de la primera lactación (días) según la raza.

Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (Bos taurus) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.

RAZA	DIM1 LSM	Std Err LSM
1	332.65	18.95 d
2	329.40	12.98 cd
3	334.30	21.19 d
4	319.54	11.38 c
5	320.38	12.39 c
6	306.92	16.64 b
7	315.11	23.53 c
9	304.22	27.28 b
10	272.21	50.42 a
11	331.23	24.05 d
12	296.62	32.66 a
13	299.71	50.42 a
16	327.21	50.42 cd
18	280.21	70.29 a
21	287.24	74.90 a

DIM1= Duración de la primera lactación en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística altamente significativa Valor (P>0.05)

En el cuadro 12 se presentan los valores de la duración de la segunda lactación de acuerdo al año de parto. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.03$), la duración más larga corresponde a las que parieron en el año 2003, luego a las que parieron en el año 2004, le siguen las paridas en el año 2001 y 2002 y por último las que parieron en el año 1999.

Cuadro 12. Valores para la duración de la segunda lactación (días) según año de parto. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007

AÑO	DIM2 LSM	Std Err LSM
1999	284.77	24.85 d
2000	301.06	20.88 c
2001	311.25	21.50 c
2002	293.51	18.36 d
2003	355.34	31.27 a
2004	325.91	35.39 b

DIM2= Duración de la segunda lactación, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P < 0.0383$)

En el cuadro 13 se presentan los valores de duración de la segunda lactación de acuerdo al grupo racial. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.03$) siendo las lactaciones más prolongadas para la raza 7, luego las razas 3 y 5, le siguen las razas 2, 4 y 9, y por debajo de los 300 días las razas 1, 6, 11, 12 y 21.

Cuadro 13. Valores para la duración de la segunda lactación (días) según la raza. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.

RAZA	DIM2 LSM	Std Err LSM
1	285.90	19.66 d
2	316.88	14.99 c
3	338.29	26.17 b
4	319.08	13.77 c
5	346.86	15.61 b
6	289.14	21.69 d
7	373.06	30.54 a
9	302.40	54.14 cd
11	294.98	29.21 d
12	289.06	74.37 d
21	276.07	74.37 d

DIM2= Duración de la segunda lactación, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P<0.0383$)

En el cuadro 14 se presentan los valores de la duración de la tercera lactancia de acuerdo al año de parto. Las lactaciones de las vacas que parieron a partir del año 2000, superaron los 300 días de lactación. Se encontró efecto estadístico significativo del año de nacimiento ($P < 0.08$).

Cuadro 14. Valores para la duración de la tercera lactación (días) según la raza. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.

AÑO	DIM3 LSM	Std Err LSM
1999	289.63	15.14 c
2000	316.75	10.32 a
2001	307.66	12.14 b
2002	315.91	7.63 a

DIM3= Duración de la tercera lactación en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P < 0.08$)

En el cuadro 15 se presentan los valores de de la tercera lactación de los animales bajo estudio. La mayor duración de lactación corresponde a la raza 7, el otro grupo de razas, 1, 2,4 y 5 tuvieron valores de entre 301 y 326 días de lactación y las razas 3, 6 y 11, tuvieron lactancias inferiores a 300 días. Se encontró efecto estadístico significativo de la raza ($P < 0.05$), siendo mejor el grupo genético 7.

Cuadro 15. Valores para la duración de la tercera lactación (días) según la raza. Evaluación de los parámetros reproductivos de cuatro grupos genéticos (*Bos taurus*) utilizados en lechería especializada en la bocacosta de Guatemala, Octubre 2007.

RAZA	DIM3 LSM	Std Err LSM
1	301.83	13.63 c
2	326.08	8.63 b
3	297.32	20.92 c
4	311.90	7.92 c
5	306.36	12.17 c
6	291.58	23.69 d
7	358.38	23.69 a
11	266.33	26.14 e

DIM3= Duración de la tercera lactación, en días

Std Err = Error Estándar

LSM = Medias de Mínimos Cuadrados

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

VII. CONCLUSIONES

Para el presente estudio y bajo las condiciones de la finca evaluada se pudo concluir:

El valor del parámetro de edad a primer parto se considera adecuado para los años en estudio. El valor promedio fue de 24 meses. Se observó que las hembras cruzadas presentaron menor edad a primer parto, comparadas con las hembras puras, debido al vigor híbrido resultante.

Para la variable intervalo entre partos 1 y 2 los valores se situaron entre 11 y 13 meses, considerándose un parámetro adecuado. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.3$) con respecto al año de nacimiento, pero sí se detectó un efecto estadístico significativo del grupo genético ($P<0.05$). La tendencia fue que las hembras producto del cruce tuvieron un intervalo menor.

Para la variable duración de la primera lactación de acuerdo al año de nacimiento, no se detectaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.23$), siendo los valores adecuados para una lechería especializada. Como parámetro normal para hembras de primer parto se pudo determinar que la longitud de la lactancia fue mayor para las hembras puras que para las cruzadas.

Para la variable intervalo entre partos 2 y 3, se encontraron diferencias estadísticas significativas de acuerdo al año de parto, atribuible al manejo de la finca no al efecto de la genética. Se considera que el intervalo es adecuado (11 y 13 meses).

Para la variable intervalo entre partos 2 y 3, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.1$). Las razas con los intervalos entre partos más prolongados fueron la *Jersey* y el cruce *Brown x Jersey x Jersey* (grupos 2 y 7) respectivamente.

Para la variable duración de la segunda lactación se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.03$).

Para la variable duración de la segunda lactación se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.03$), siendo las lactaciones más prolongadas las de la raza *Brown x Jersey x Jersey* (grupo 7), que también presentó intervalo entre partos dos y tres, más prolongado.

Para el intervalo entre tercer y cuarto parto no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.31$). Al igual que en el intervalo anterior el grupo 7 tuvo el valor más largo.

En cuanto a los valores de la duración de la tercera lactación los animales en estudio, que presentaron la mayor duración de la misma fueron los del grupo genético 7 (*Brown x Jersey x Jersey*), situación ya evidenciada en las conclusiones anteriores

El presente estudio es una aproximación a la investigación del comportamiento reproductivo de esta estrategia de manejo genético. La tendencia es que los cruces entre dos razas (4 al 6, 17 y 18), y tres razas (7 al 16 y 19 y 21), tienen un mejor comportamiento reproductivo y productivo bajo las condiciones de la explotación lechera tropical.

Los valores de los parámetros evaluados bajo el presente trabajo se pueden considerar como adecuados, para una explotación lechera del trópico.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda darle continuación a este tipo de evaluación para que en el futuro se tengan más elementos para la selección y manejo genético de los cruces utilizados para lecherías especializadas, bajo condiciones de trópico.

Al utilizarse el sistema de cruzamiento de razas lecheras *Bos taurus* para lechería especializada, deben tenerse claros los objetivos de producción y reproducción así como debe llevarse un control riguroso de los resultados que se obtengan.

La utilización del cruzamiento de razas *Bos taurus*, constituye una buena herramienta para combinar las ventajas genéticas que cada raza posee.

IX. RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el comportamiento reproductivo de varios grupos genéticos *Bos taurus* utilizados como estrategia de manejo en una lechería especializada de la bocacosta de Guatemala. El período evaluado fue del año 1999 al 2006. Los parámetros que se evaluaron fueron: Edad a primer parto, intervalo entre partos y duración de la lactancia. Los valores de los parámetros evaluados se pueden considerar como adecuados, para una explotación lechera del trópico.

Se pudo determinar que tanto el cruce de dos y tres razas, tuvo un mejor desempeño que las razas puras. La utilización del cruzamiento de razas *Bos taurus*, constituye una buena herramienta para combinar las ventajas genéticas que cada raza posee.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Erb, HN. 1987. How to conduct and interpreted field trials. The Bovine Proceedings. 19th. Annual Convention. AABP. (US) 19: 67-69.
2. Ferry, JW. 2000. Reproductive Herd Health: Going beyond Rectal Examination. Comp. Cont. Educ. (US) 192(3):97-110.
3. Fetrow, J. 1989. Calculating Reproductive Indices- Recommendations off the American Association Of Bovine Practitioner."The Bovine Proceedings 21ath. Annual Convention AABP. 21:198-203.
4. González, G; FR. 2004. Conceptos de Eficiencia Reproductiva. Folleto de apoyo a la docencia. Guatemala.
5. Houghton, P. 2000. Making Cows out of Heifers. The Bovine Proceedings. American Association of Bovine Practitioner. 33:94-97.
6. Hughes, G. 2000. How Much is that Heifer Worth? The Bovine Proceedings. American Association of Bovine Practitioner. 33:85-93.
7. Larson, RL. 1998. Replacement Heifer Development: Puberty Inducement and Estrus Synchronization. Compendium of Continuing Education. 20(10):1-10.
8. _____. 2000. Heifer Development: Nutrition, Health and Reproduction. The Bovine Proceedings. American Association of Bovine Practitioner. 33:98-111.
9. Larson, RL, Herring, WO. 1998. (a) Cattle Breeding. Part I Expected Progeny Differences. Compendium of Continuing Education. 20(2):1-5.

10. _____. 1998. (b) Cattle Breeding. Part II. Crossbreeding Systems. Compendium of Continuing Education. 20(4):1-5.
11. _____. Moser, DW. 1998. Replacement Heifer Development: Selection. Compendium of Continuing Education. 20(5):1-8.
12. Rupp, GP, Hamilton, ED. 2000. Management of Spayed Heifers. The Bovine Proceedings. American Association of Bovine Practitioner. 33:112-119.
13. Studer, E. 1986. Medical Management of Dairy Heifers from Birth to Breeding. The Bovine Practitioner. 21:14-18
14. Upham, GI. 1991. Measuring Dairy Herd Reproductive Performance. The Bovine Practitioner. 26:49-56.
15. Wattiaux, MA. 2005. (a) Crianza de novillas del destete al parto (35) midiendo el crecimiento. (en línea). Wisconsin, USA. Instituto Babcock. Consultado 16 sep. 2005. Disponible en <http://babcock.Cals.wisc.edu>.
16. _____. 2005. (b) Crianza de novillas-del destete al parto (34) tasa de crecimiento. (en línea). Wisconsin, USA. Instituto Babcock. Consultado 16 sep. 2005. Disponible en <http://babcock.Cals.wisc.edu>.

Ligia Esperanza Hernández Carias
Perito en Administración

MV. MSc Fredy Rolando González Guerrero
Asesor Principal

MV. Ligia Anaité González Quiñónez
Asesor

MV. Sergio Fernando Véliz Lemus
Asesor

Lic. Marco Vinicio De La Rosa
Decano