

**EFFECTO DE LOS DÍAS AL PARTO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD
DE VACAS PRODUCTORAS DE CARNE CON EMPADRE DE
CORTA DURACIÓN**

JULIO CÉSAR TAPIA ZAVALA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2016

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIRECCIÓN DE LICENCIATURA

EFFECTO DE LOS DÍAS AL PARTO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE VACAS
PRODUCTORAS DE CARNE CON EMPADRE DE CORTA DURACIÓN

TESIS

JULIO CÉSAR TAPIA ZAVALA

Elaborado bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como
requisito parcial para obtener el grado de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal _____
María B

Dr. Roberto García Elizondo

Asesor _____
R. García

Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor _____
R. López

Dr. Fernando Ruiz Zarate

Asesor _____
F. Ruiz

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Dr. José Duñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal COORDINACION DE CIENCIA
ANIMAL



Buenavista, Saltillo, Coahuila. Febrero 2016

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme aceptado y brindarme un ambiente muy agradable para realizar mis estudios de licenciatura.

Al Dr. Roberto García Elizondo por su constante asesoría, sus consejos y por el tiempo dedicado para la realización del presente trabajo.

Al Dr. Ramiro López Trujillo por sus valiosos comentarios y por la revisión del presente trabajo.

Al Dr. Fernando Ruíz Zarate por su apoyo y comentarios en la realización del presente trabajo.

Al Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez por su tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida, salud, sabiduría y fuerzas para seguir hacia adelante día con día.

A Mi Esposa y Mis Hijas:

Karina P. Reyes Hernández, Ximena y Jaqueline

Por el apoyo y comprensión que me has brindado a lo largo de la carrera y a esas princesas que son mi motivo de vida para salir adelante, las amo.

A Mis Padres:

Juan Tapia Reyes y Alicia Zavala Calderón

Por el cariño, confianza y apoyo que he recibido de su parte para poder prepararme profesionalmente y por haberme dado la herencia más valiosa que es el estudio.

A Mis Hermanos:

Juan, María de los Ángeles y Joel Alberto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Objetivo general..... | 3 |
| Objetivo específico..... | 3 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| Comportamiento Reproductivo de Vacas con Empadres de Corta Duración.... | 4 |
| Días al empadre | 5 |
| Días a la preñez..... | 6 |
| Intervalo entre partos..... | 6 |
| Días al parto | 7 |
| Características Productivas de Becerros y Vacas Productores de Carne..... | 7 |
| Peso al destete..... | 7 |
| Índice de productividad de la vaca..... | 8 |
| Fertilidad real de la vaca | 9 |
| Hipótesis..... | 10 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 11 |
| Localización del área de estudio..... | 11 |
| Tipos de vegetación..... | 11 |
| Manejo de animales | 13 |
| Mediciones..... | 14 |
| Análisis estadístico..... | 15 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 18 |
| Características Reproductivas..... | 18 |
| Días al empadre..... | 18 |
| Días a la preñez..... | 19 |
| Intervalo entre partos..... | 20 |
| Características Productivas..... | 20 |
| Peso al destete..... | 20 |
| Índice de productividad de la vaca | 22 |
| Fertilidad real | 23 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 5. CONCLUSIONES..... | 25 |
| 6. RESUMEN..... | 26 |
| 7. LITERATURA CITADA..... | 28 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|--------|---|--------|
| 4.1 | Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar de características reproductivas de vacas con diferente número de días al parto. | 18 |
| 4.2 | Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar de características predestete de becerros y características de productividad de vacas con diferente número de días al parto. | 21 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figuras | | Página |
|---------|--|--------|
| 3.1 | Características de un rancho con vacas sujetas a una época de apareamiento (empadre) controlado de 90 días. | 14 |
| 3.2 | Número de registros de vacas con diferentes días al parto utilizados en el estudio. | 16 |
| 4.1 | Días al empadre y a la preñez promedio estimado por mínimos cuadrados de vacas con diferentes días al parto. | 19 |

1. INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera en México se encuentra ampliamente distribuida en diferentes regiones agroecológicas, en las zonas áridas y semiáridas localizadas en el norte del país, esta actividad se practica muy comúnmente, predominando el ganado bovino donde el principal negocio para los ganaderos de estas regiones es el de la exportación de becerros al destete hacia los Estados Unidos de Norteamérica (Romero *et al.*, 2007)

En los hatos de cría, donde se lleva a cabo este tipo de explotación (sistema de producción vaca – becerro) se busca obtener el mayor porcentaje de becerros destetados por año con el mayor peso al destete posible, por ello algunos productores tienen un control sobre las actividades de manejo que se llevan a cabo, así como también, cuentan con los registros de cada animal reproductor y todo esto sirve para programar cada una de estas actividades basadas a las condiciones climática de la región a fin de obtener los mejores rendimientos tanto productivos como reproductivos de la unidad de producción (Ruiz, 1995).

Magaña y Segura (2006) han comparado algunos indicadores productivo y reproductivo de vacas *Bos taurus* y *Bos indicus*, como son peso al nacer (PN), peso al destete (PD), edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP), donde encontraron un comportamiento tanto reproductivo como productivo pobre en razas *Bos indicus* donde la edad al primer parto es mayor a 36 meses e intervalo entre partos mayores a 18 meses, con pesos al destete de 160 kg ajustados a 240 días.

Para mejorar la producción de becerros, se pretenderá utilizar una medida productiva (PD, peso al destete) en conjunto con una reproductiva (IEP, intervalo entre partos) a través del índice de productividad de la vaca y su fertilidad real (kg de becerro destetado/vaca/año) que nos permitirá identificar aquellas vacas que debemos dejar como reproductoras, sobre aquellas que son menos eficientes en la producción, es decir, poder realizar selección en los hatos.

El índice de productividad de la vaca (IPV) o índice de la vaca (IV), se ha venido utilizando en los últimos años en ganaderías de doble propósito con fin de valorar el efecto combinado de la producción de carne al destete y el intervalo entre partos, presentando como resultado la ganancia de peso por día de intervalo entre partos (García *et al.*, 2003).

Cuando el empadre es todo el año, las vacas con intervalo entre partos (IEP) más prolongados generalmente son menos productivas (García *et al.*, 2002). Sin embargo, cuando el empadre es controlado, las vacas con mayor IEP, son las más productivas.

Las vacas que tienen su parto al final de la época de pariciones (vaca coleras) tienen menos días al empadre y pueden concebir en su primer estro el cual ocurre generalmente durante el periodo de empadre, y consecuentemente tendrán intervalos entre partos más cortos. Sin embargo destetan becerros más livianos que las vacas que paren al inicio de la época de pariciones y que son más productivas por destetar becerros de mayor edad y por lo tanto más pesados al destete, aunque tienen intervalos entre partos más largos debido al tiempo que

transcurre en días, del parto al inicio del empadre, el cual es generalmente mayor de 60 días (Ruiz, 1995). Con base a lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron:

Objetivo general

Evaluar el efecto de los días al parto sobre la productividad de vacas productoras de carne con empadre de corta duración mantenidas en pastoreo extensivo.

Objetivo específico

Evaluar el efecto de los días al parto sobre el peso al destete de los becerros, intervalo entre partos, el índice de productividad y fertilidad real de vacas productoras de carne con empadre de corta duración.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La ganadería bovina de carne en México se desarrolla bajo diversas condiciones de infraestructura, manejo de la alimentación, reproducción, sanidad y genética (Magaña *et al.*, 2006). Esta heterogeneidad, es debida a diferentes tecnologías aplicadas, encontrándose desde explotaciones tradicionales hasta aquellas que utilizan tecnología de vanguardia (Herrera *et al.*, 2008)

En muchos ranchos ganaderos se obtiene y captura información de los animales y se estiman parámetros productivos y reproductivos, los cuales a veces no son procesados ni analizados. Lo anterior implica deficiencia en la toma de decisiones basadas en la información generada, lo que por otro lado debería redundar en una mayor productividad de los hatos. Una acertada decisión tendiente a mejorar la situación de los parámetros técnicos de importancia económica de los hatos ganaderos en general, es la adecuada interpretación y análisis de los registros existentes en las explotaciones. (CONARGEN, 2000)

Comportamiento Reproductivo de Vacas con Empadre de Corta Duración

El uso de empadres controlados y de corta duración (<90 días), es una estrategia de manejo de la reproducción en ganado productor de carne y se implementa con el propósito de facilitar el manejo tanto nutricional como reproductivo de las vacas (Sá Filho *et al.*, 2013).

La reproducción es un carácter complejo con varios componentes que se pueden calcular para describir el comportamiento reproductivo de las vacas o pueden ser

utilizados como herramientas de selección. Algunos indicadores de comportamiento reproductivos de las vacas son: días al parto, días al empadre, días a la preñez, días abiertos e intervalo entre partos (BIF, 2010).

Días al empadre

Los días al empadre (DE) o intervalo del parto al inicio de la época de empadre, es una medida que tiene influencia sobre los días abiertos e intervalo entre partos de las vacas que están sujetas a épocas de apareamiento controlado y de corta duración.

Según Dohoo (1983) la duración del intervalo del parto al inicio del empadre está en función de la fecha preestablecida de apareamientos. Las vacas que paren al inicio de la época de partos tienen mayor número de días al empadre que las que paren al final.

Los días al empadre y los días a la preñez son los dos factores que determina la duración de los días abiertos los cuales a su vez determinan junto con la duración de la gestación el intervalo entre partos (Yagüe *et al.*, 2009).

Cuando el inicio del empadre es establecido a una fecha única, las vacas que paren al inicio de la época de partos, tienen un mayor intervalo del parto a empadre lo cual se refleja en mayores porcentajes de preñez y que las vacas se vuelvan a preñar al inicio de la temporada del empadre siguiente (Van Amburgh *et al.*, 1997; Osterman y Bertilsson, 2003).

Días a la preñez

Esta característica del intervalo en días del inicio del empadre a la preñez, es de importancia ya que las vacas que se preñan al inicio del empadre, tienen mejor desempeño reproductivo que aquellas que se preñan al final del empadre, se ha comprobado que las vacas que paren primero en la temporada de partos, son aquellas que se vuelven a preñar al inicio del siguiente empadre (Osoro y Wright, 1992).

Las vacas que se preñan al inicio del empadre, generalmente destetan becerros más pesados, debido a que en la fecha de destete, estos becerros serán de mayor edad que los de aquellas vacas que parieron a mediados o al final de la temporada de partos (Pérez, 2009).

Intervalo entre partos

Muchos autores sugieren que las principales fuentes de variación sobre el intervalo entre partos (IEP) son el estado nutricional de las vacas al momento del parto, el número de partos y el manejo del amamantamiento del becerro, lo que repercute sobre los días del parto a la concepción y por consiguiente sobre el IEP (Magaña et al., 2002; Segura et al., 1988).

García (2006) evaluó a diferentes grupos raciales *Bos indicus* presentando un valor general promedio de 444 días, notándose los valores más bajos a partir del 3 parto, con mayor valor para el primer intervalo de las vacas.

Días al parto

Esta medida reproductiva es importante cuando se tiene empadre controlado, y se define como los días transcurridos desde el inicio de la temporada de empadre a la fecha del parto de la vaca (Gómez *et al.*, 2009).

Forni (2003), encontró que los días al parto (DAP) pueden servir como herramienta para mejorar el desempeño reproductivo de vacas con épocas de empadre controlado pero con una baja respuesta de selección individual.

Por su parte, Johnston y Bunter (1996), señala que los días al parto ha sido una medida recomendada para evaluar el comportamiento reproductivo en bovinos de carne por ser una característica indicadora de la habilidad de las vacas para concebir al inicio de la época de empadre y consecuentemente parir al inicio de la época de pariciones.

Características Productivas de Becerros y Vacas Productores de Carne.

Peso al destete

El PD es una característica de selección en bovinos de carne, especialmente porque constituye una importante medida para evaluar la habilidad materna de la vaca productora de carne y además, es de gran importancia económica, ya que el becerro alcanza el destete alrededor de los 7 meses de edad con aproximadamente el 40% de su peso final (Martínez - González *et al.*, 2011).

Diversos factores tanto genéticos como ambientales afectan el PD, dentro de los ambientales se encuentran: año de nacimiento y época o mes de nacimiento,

dentro de los genéticos; sexo del becerro, edad de la madre y su número de parto (Rodríguez *et al.*, 2009; BIF, 2010).

El sexo de la cría influye en el PD, ya que a esta edad los machos muestran los caracteres sexuales secundarios, debido a que están entrando a la pubertad y su organismo recibe la influencia de las hormonas androgénicas mostrando una mayor masa muscular (Martínez-González *et al.*, 2011). Los machos son más pesados que las hembras como lo han reportado distintos investigadores (Martínez *et al.*, 1998; Rodríguez *et al.*, 2009).

Índice de productividad de la vaca

Este indicador toma en cuenta características combinadas de producción (peso al destete del becerro) y reproducción (intervalo entre partos de la vaca) por lo que permite seleccionar a vacas con base en estas características. Lo anterior permite darle un valor relativo a cada vaca (kg de becerro destetado/vaca/día de intervalo entre partos). Las mejores vacas deberán usarse como madres de becerros y las inferiores nos dará la oportunidad de tomar una decisión con respecto a ellas (García *et al.*, 2003).

El índice de productividad de la vaca (IPV) ha sido estudiado principalmente en el trópico con empadre todo el año (Magaña y Segura 1998; Mejía-Bautista *et al.*, 2010). Por las condiciones de manejo y las razas de ganado de estas regiones, encontraron un IPV promedio de 483 g (n= 3025).

Fertilidad real de la vaca

Para evaluar bovinos de carne, Lôbo (1996) propuso el índice de fertilidad real (FR), que expresa los kilogramos de becerro destetado/vaca/año de intervalo entre partos e incluye su fertilidad y habilidad materna. Esta última representa un factor de suma importancia, ya que involucra una serie de atributos que la vaca debe poseer para favorecer el adecuado desarrollo de su cría, entre los que se encuentran inmunidad pasiva, atención, protección y capacidad genética de adaptación. El índice además toma en cuenta la supervivencia y el potencial de crecimiento del becerro antes del destete, y se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$FR = \frac{PD * 365}{IEP}$$

Dónde:

FR = Fertilidad Real (kg de becerro destetado/vaca/año de intervalo entre partos).

PD = Peso al Destete (kg de becerro).

IEP = Intervalo Entre Partos (días).

365 = Constante (producción anual).

La productividad de las vacas debe ser constantemente evaluada y para ello la FR constituye una valiosa herramienta, además de ser un indicador útil en la selección de animales superiores genéticamente.

Hipótesis

Con empadre restringido, las vacas que tienen menos días al parto tienen un mayor índice de productividad (kg de becerro destetado / vaca / día de intervalo entre partos) y fertilidad real (kg de becerro destetado / vaca / año de intervalo entre partos).

3. MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

El presente estudio se realizó en el Rancho Demostrativo “Los Ángeles” propiedad de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, el cual se encuentra ubicado a 48 km al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, por la carretera a Concepción del Oro Zacatecas.

El rancho se localiza entre los 25° 04' y 25° 12' N y entre 100° 58' y 101° 03' O, en la región conocida como el Desierto Chihuahuense. Tiene una altitud sobre el nivel del mar en los valles de 2,100 hasta 2,400 m en la parte alta de los lomeríos (Vázquez *et al.*, 1989), con una temperatura media anual de 13.4°C y un promedio de precipitación pluvial de 335 mm anuales, con mayor ocurrencia (70%) entre los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre (CONAGUA, 2006).

Tipos de vegetación

Existen siete tipos de vegetación en el rancho “Los Ángeles” según Vázquez *et al.*, (1989):

Pastizal mediano abierto. Se localiza en los valles, caracterizado por una alta retención de humedad evitando así la erosión. Es el tipo que presenta el mayor potencial forrajero, las especies vegetales presentes son: *Bouteloua gracilis* (zacate navajita), *Bouteloua curtipendula* (zacate banderita), *Bouteloua dactiloides* (zacate búfalo) y *Lycurus phleoides* (zacate lobo).

Pastizal amacollado. Situado en las zonas marginales dentro del pastizal mediano abierto en las faldas de la sierra, las especies importantes son: *Bouteloua curtipendula* (zacate banderita), *Bouteloua hirsuta* (navajita velludo), *Aristida spp.*, *Muhlebergia rigida* (linderilla morada), *Muhlebergia repens* (zacate aparejo) y *Stipa leucotricha* (agujilla blanca).

Matorral desértico rosetófolio. Se sitúa en las laderas con exposición sur, la composición vegetal de este tipo es: *Agave posegeri* (lechuguilla), *Agave falcata* (guapilla), *Nolina microcarpa* (cortadillo), *Yucca carnerosana* (palma samandoca) y *Dasyilirion cedrosanum* (sotol).

Izotal. Situado en las laderas con pendientes moderadas, este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia de las plantas del género *Yucca* y algunas especies de ramoneo como: *Ephedra aspera* (pitamo real), *Dalea tuberculata* (ramoncillo), *Opuntia spp.*; y algunas gramíneas como: *Bouteloua gracilis* (zacate navajita) y *Bouteloua curtipendula* (zacate banderilla).

Matorral esclerófilo. Se sitúa sobre las laderas de las sierras altas con considerables pendientes y con exposición norte, este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia de especies arbustivas del género *Quercus*.

Bosque de pino piñonero (aciculifolio). Situado en las laderas y cimas de los cerros altos con exposición norte y algunos en el noroeste y las especies que predominan en este tipo de vegetación son: *Pinus cembroides* (piñonero), *Quercus intricata* (encino), *Yucca carnerosana* (palma samandoca), *Juniperus monosperma* (enebro) y escasas gramíneas.

Matorral de *Dasyllirion* con pastos amacollados. Se encuentran en el lado sur del predio, cubriendo cerros y lomeríos de escasa altura, las especies dominantes son: *Dasyllirion cedrosanum* (sotol), *Quercus intricata* (encino) y *Nolina microcarpa* (cortadillo) y en el estrato inferior especies del genero *Bouteloua*, *Muhlebergia*, *Stipa* y *Aristida*.

Manejo de animales

Se utilizaron registros de ganado Charolais, manejado en condiciones extensivas con pastoreo anual en agostadero, localizado en una región considerada como semiárida con una baja precipitación pluvial anual característica del norte del país. En el rancho se maneja una época de empadre restringida con una duración de 90 días al año, utilizando toros de la misma raza con una proporción de vacas: toro de hasta 30: 1. El empadre se realiza en los meses de junio, julio y agosto, meses que se encuentran dentro de la época de lluvias en la región (CONAGUA 2006).

La época de pariciones ocurre en primavera (marzo, abril y mayo) y el destete se realiza en otoño, a una edad promedio de las crías de 7 meses (Figura 3.1).

La producción del rancho es para la venta de ganado pie de cría de la raza Charolais. El apacentamiento de los animales fue bajo condiciones de pastoreo extensivo con vegetación nativa durante todo el año en una superficie de 6,704 ha. Se empleó el sistema de pastoreo rotacional diferido con 20 potreros, donde los animales se fueron rotando durante el año de un potrero a otro, con una carga

animal de 15 a 20 ha por unidad animal/año. El manejo de los animales durante los diferentes años fue similar.

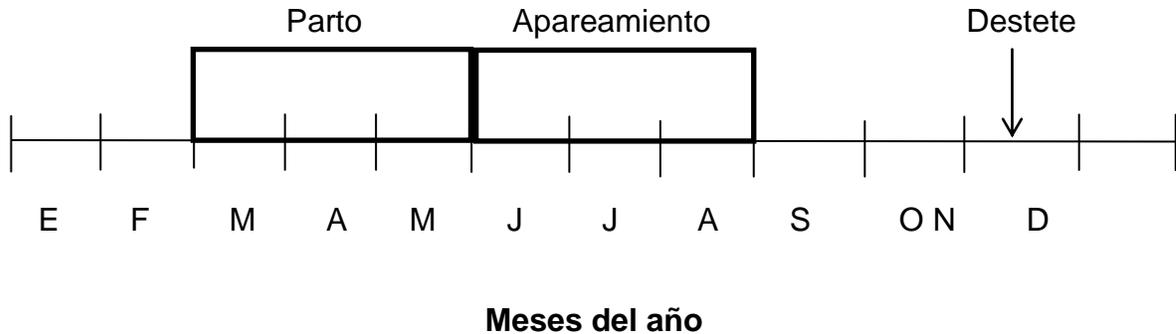


Figura 3.1 Características de un rancho con vacas sujetas a una época de apareamiento (empadre) controlado de 90 días.

Los becerros machos no fueron castrados ni suplementados antes del destete. Las vacas que no estaban preñadas o que no destetaron becerros fueron eliminadas del hato de manera sistemática. Los animales tuvieron acceso durante todo el año, a suplemento mineral a base de sal, fósforo y minerales traza; además, a las vacas se les suministró, vitaminas (A, D y E) vía IM, en invierno.

Mediciones

Se analizaron 1209 registros de 351 vacas Charolais que destetaron becerro y con una edad de 3 a 12 años (promedio 5.6 ± 2.2 años). Los partos fueron en primavera (marzo, abril y mayo, promedio 12 de abril) en los años 1990 a 1999. Las vacas estaban debidamente identificadas y los registros obtenidos por vaca fueron: año de parto, edad al parto (años), fecha del parto (día juliano al parto), inicio y final del empadre. Con la información anterior se calcularon para cada vaca: los días al empadre (DE, intervalo (días) del parto al día de inicio del

empadre en el hato), días a la preñez (DPr, días del inicio del empadre al día en que la vaca se preño), intervalo entre partos (IEP, los días transcurridos entre dos partos consecutivos de la vaca), días al parto (DAP, el intervalo de días del inicio del empadre al día que pario la vaca), índice de productividad de la vaca (IPV o IV, PD becerro/ IEP de cada vaca) y la fertilidad real de la vaca (FR, (PD del becerro * 365 días)/ IEP de cada vaca).

Para propósitos de análisis, los registros de las vacas con diferentes días al parto fueron asignados a cuatro grupos: G1 vacas con menos de 300 días al parto; G2 vacas con 300 a 320 días al parto; G3 vacas con 321 y 340 días al parto; G4 vacas con más de 340 días al parto. El número de registros analizados de cada grupo de días al parto, se muestra en la Figura 3.2

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos los cuales tuvieron diferentes números de unidades experimentales. Se utilizó el procedimiento general de modelos lineales (SAS, 1989). Dos modelos estadísticos fueron empleados para explicar las variaciones en las características estudiadas. El modelo 1 se utilizó para evaluar el comportamiento reproductivo de las vacas, en el análisis de varianza se incluyeron los efectos fijos del año del parto, días al parto y su interacción sobre los días al empadre, días a la preñez, días abiertos e intervalo entre partos. El número de parto de la vaca y el sexo de la cría se utilizaron como covariables.

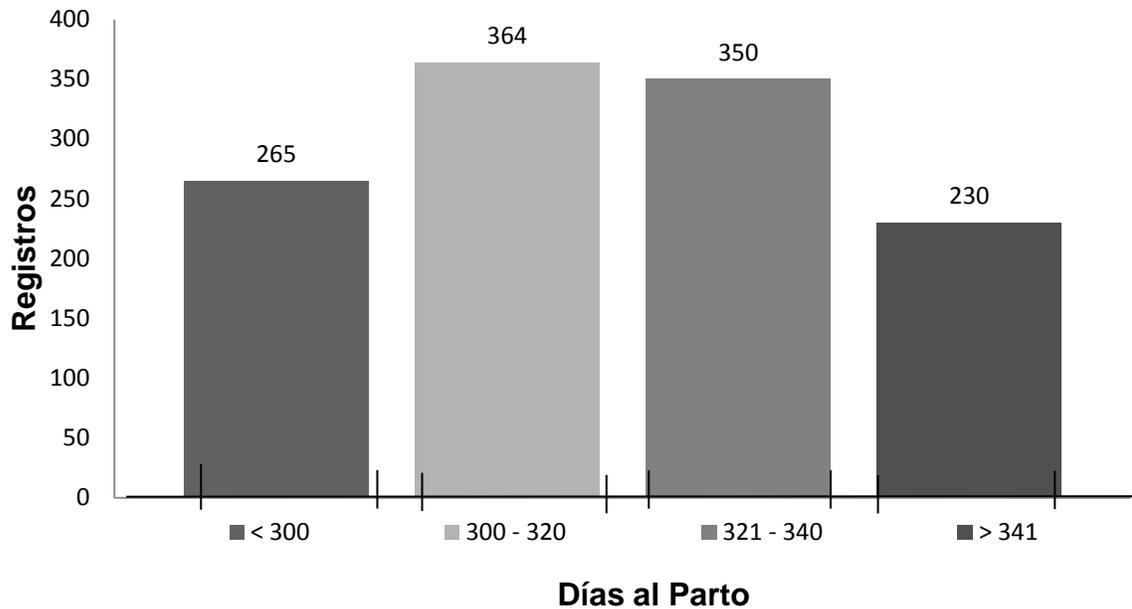


Figura 3.2 Número de registros de vacas con diferentes días al parto utilizados en el estudio.

Con el modelo 2 se analizaron los efectos fijos de año del parto, días al parto y su interacción sobre el peso al destete de los becerros, índice de productividad y fertilidad real de las vacas. El modelo incluyó edad de la vaca, el número de parto y sexo de la cría como covariables.

Cada vaca fue considerada como una unidad experimental. Los modelos fueron reducidos omitiendo las interacciones no significativas ($P > 0.05$) realizadas en análisis previos. Si el efecto principal de días al parto fue significativo ($P < 0.05$), las diferencias entre los valores promedios estimados por cuadrados mínimos fueron analizados por una prueba de t utilizando la opción PDIFF en el procedimiento de modelos lineales del paquete estadístico SAS (1989).

El modelo lineal final que describió las variables de respuesta (DE, DPr, IEP, PD, IPV y FR) fue:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + D_i + E_{ijk}$$

Dónde:

y_{ijk} = Variables dependientes (DE, DPr, IEP, PD, IPV y FR).

μ = Media general.

A_i = efecto fijo del i-ésimo año del parto (1990 – 1999).

D_i = efecto fijo del i-ésimo días al parto (G1 – G4).

E_{ijk} = Error aleatorio asociado a la observación

Como covariables edad de la vaca, el número de parto de la vaca y sexo de la cría.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presenta los resultados obtenidos en la evaluación del efecto de los días al parto, sobre las características reproductivas y productivas postparto de vacas Charolais con empadre controlado de 90 días en verano y partos en primavera.

Características Reproductivas

Días al empadre

Se encontró un efecto significativo ($P < 0.05$) de los días al parto (grupos de días al parto) y la covariable edad de la vaca y número de parto. Los valores promedios ajustados por la covariable se muestran en el Cuadro 4.1; las vacas que tienen menos días al parto (G1) tuvieron 16, 38 y 58 días más del parto al inicio del empadre que las vacas del grupo 2,3 y 4.

Cuadro 4.1 Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar de características reproductivas de vacas con diferente número de días al parto.

| Característica | Días al parto | | | | EE* |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|------|
| | G1 (<300) (n=265) | G2 (300 - 320) (n=364) | G3 (321 - 340) (n=350) | G4 (> 341) (n=230) | |
| Días al empadre | 72 ^a | 56 ^b | 35 ^c | 14 ^d | 0.40 |
| Días a la preñez | 22 ^a | 33 ^b | 48 ^c | 62 ^d | 0.80 |
| Intervalo entre partos (d) | 381 ^a | 376 ^b | 370 ^c | 364 ^d | 0.80 |

*Error estándar promedio.

^{abcd} Promedios con literales diferentes en una misma hilera son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Días a la preñez

Se encontró efecto de los días al parto y la covariables edad de la vaca y número de parto ($P < 0.05$) sobre los días a la preñez (Cuadro 4.1). Los DPr fueron menores en las vacas que tienen menos días al parto (G1) que las que tiene más días al parto (G2, G3 y G4). Se observó una relación inversa entre los DPr y los DE (Figura 4.3). Las vacas del G1, se preñaron más pronto (menos DPr), mayor DE. Los DPr es una característica reproductiva de importancia para los hatos, ya que las vacas que se preñan al inicio de la época de empadre (G1), paren al inicio de la época de partos, por lo cual se preñarán nuevamente al inicio del siguiente empadre.

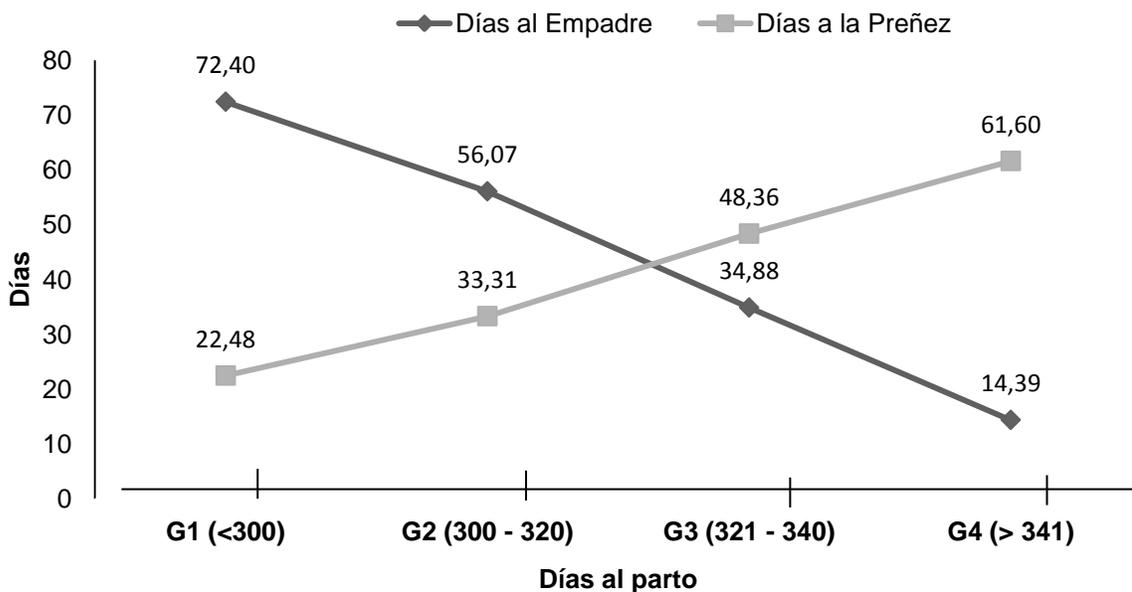


Figura 4.1 Días al empadre y a la preñez promedio estimado por mínimos cuadrados de vacas con diferente número de días al parto.

Intervalo entre partos

Se encontró efecto significativo ($P < 0.05$) de los días al parto y las covariables edad de la vaca y número de partos (Cuadro 4.1). Se observó una relación inversa del IEP con los DAP. Las vacas con menor días al parto (G1) tuvieron mayor intervalo entre partos (5, 11 y 17 días) que las vacas que parieron posteriormente (G2, G3 y G4). Es importante hacer notar que las vacas que parieron al final de la época de partos, tuvieron mejor comportamiento reproductivo por tener un corto IEP.

El IEP más largo es de las vacas que tienen menos días al parto (G1) es parcialmente atribuido a la mayor duración del intervalo del parto, al inicio del empadre (DE, 72 días promedio). Lo anterior nos indica la inconveniencia de utilizar el IEP como una medida reproductiva en los hatos de cría con épocas de apareamiento y partos preestablecidos.

Características Productivas

Peso al destete

Se encontró un efecto significativo ($P < 0.05$) de los días al parto sobre el peso al destete (PD) de los becerros. Las covariables número de parto de la vaca y sexo de la cría utilizadas para reducir el error experimental, tuvieron efecto significativo sobre el PD ($P < 0.05$) de los becerros. Las vacas con menos de 300 días al parto (G1) destetaron becerros más pesados (245 kg) y fueron superiores 13,27 y 47 kg que los becerros de las vacas de los grupos 2, 3 y 4. Lo anterior es debido a la

edad al destete de los becerros, la cual es mayor en el tratamiento uno y va disminuyendo en los demás grupos (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar de características predestete de becerros y de productividad de vacas con diferente número de días al parto.

| Característica | Días al parto | | | | EE* |
|--|-------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------|
| | G1 (<300) (n=265) | G2 (300 - 320) (n=364) | G3 (321 - 340) (n=350) | G4 (> 341) (n=230) | |
| Peso al destete (kg) | 244 ^a | 231 ^b | 217 ^c | 197 ^d | 1.05 |
| Edad al destete (d) | 231 ^a | 213 ^b | 192 ^c | 171 ^d | 0.42 |
| Índice de productividad (g/ d IEP) | 644 ^a | 619 ^b | 592 ^c | 558 ^d | 0.003 |
| Fertilidad real (kg/año de IEP) | 235 ^a | 226 ^b | 216 ^c | 204 ^d | 1.22 |

*Error estándar promedio.

^{abcd} Promedios con literales diferentes en una misma hilera son estadísticamente diferentes (P<00.05).

Los resultados anteriores concuerdan con lo reportado por otros autores (Marshall *et al.*, 1990; Clement *et al.*, 2003; Perry *et al.*, 2009) quienes reportan que con una época de empadre definida y una fecha única de destete, las vacas que paren al inicio de la temporada de cría son las que destetan becerros con mayor PD.

En un estudio (Pérez *et al.*, 2011) con ganado Charolais y época de empadre definida, las vacas fueron divididas por fecha de parto en cuatro periodos de 21 días consecutivos, encontraron que las vacas que parieron los primeros 21 días y por lo tanto las que tenían más DE, fueron las que destetaron los becerros más pesados y el PD fue disminuyendo a medida que aumentaba la fecha de parto (vacas con más días al parto) siendo los becerros de los últimos 21 días los más livianos.

Índice de productividad

Los días al parto tuvieron efecto significativo ($P < 0.05$) sobre el índice de productividad de la vaca (IPV). Las vacas con menos de 300 días al parto (G1) tuvieron el mejor IPV con un promedio de 644 g de PD/d de IEP, mientras que las vacas con más de 341 días al parto (G4) tuvieron el peor IPV con un promedio de 558 g de PD/d de IEP. A pesar de que las vacas del G1 tuvieron el mayor IEP, tuvieron el mejor IPV debido a la notable superioridad del PD de sus crías.

El IPV ha sido propuesto para evaluar el efecto combinado de una medida productiva en este caso el peso al destete del becerro y una reproductiva, el intervalo entre partos, obteniendo como resultado la producción (PD) en gramos por día de intervalo entre partos (García *et al.*, 2003). Esta medida es utilizada principalmente en el trópico con empadre todo el año (Magaña y Segura, 1998; García *et al.*, 2002; Mejía-Bautista *et al.*, 2010) donde García *et al.* (2002) reportaron una media general de 380 g de PD/d de IEP y Mejía-Bautista *et al.* (2010) una media de 401 ± 159 g de PD/d de IEP, lo cual está muy por debajo del

promedio general (612 g de PD/d de IEP) encontrado en este estudio. La razón de lo anterior es que en los estudios referenciados el IEP promedio fue mayor (439.85 y 432+96.9 d) y el PD menor (164.3 ± 25.5 y 168.5 kg). En este estudio con empadme de corta duración las vacas que tienen mayor IEP fueron también las que tienen mayor IPV.

Fertilidad real

Se encontró efecto significativo ($P < 0.05$) de los días al parto sobre la fertilidad real de las vacas (FR). Las vacas con menos de 300 días al parto (G1) tuvieron la mejor FR con un promedio de 235 kg de peso al destete / año de intervalo entre partos, mientras que las vacas de más de 341 días al parto (G4) tuvieron el peor FR con un promedio de 204 kg de peso al destete / año de intervalo entre partos. A pesar de que las vacas del G1 tuvieron un mayor IEP, tuvieron la mejor FR debido a la notable superioridad del PD de sus crías.

La FR, se ha utilizado para evaluar el efecto de una medida productiva (peso al destete del becerro) multiplicada por el número de días del año (365 d), en combinación con una medida reproductiva (IEP), obteniendo como resultado la producción (PD) en kilogramos de becerro destetado/vaca/año de IEP (Lôbo *et al.*, 1996).

Campello (1999) ha utilizado la fórmula de FR propuesta por Lôbo (1996) en estudios realizados en el trópico con empadme todo el año, ha encontrado valores más bajos (promedio 182.5 kg de PD/vaca/año) que los reportados en este estudio, esto se debe a que en el trópico, las vacas tienen un IEP mayor que en

zonas áridas, así como también, el PD es inferior en esas zonas aún y a pesar de que los becerros son destetados a mayor edad.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio (época de apareamiento de 90 días en verano) se puede concluir lo siguiente:

- Al incrementar los días al parto, disminuye el peso al destete de los becerros, el intervalo entre partos, índice de productividad y fertilidad real de las vacas.
- Las vacas con menos días al parto, son más productivas.

6. RESUMEN

Con la finalidad de estudiar el efecto de los días al parto (periodo del inicio de la época del empadre al parto) sobre la productividad (índice de productividad y fertilidad real) de vacas Charolais, con empadre de corta duración y pastoreo anual en agostadero, se utilizó información de 1990 a 1999 de 1209 ciclos anuales de producción (parto - parto) correspondientes a 351 vacas. Los registros se agruparon en función de los días al parto (DAP) de las vacas en cuatro grupos: G1 (<300), G2 (300 – 320), G3 (321 – 341) y G4 (>341). Las variables estudiadas fueron: peso al destete (PD), índice de productividad de las vacas (IPV) y fertilidad real de la vaca (FR), días al empadre (DE), días a la preñez (DPr) y el intervalo entre partos (IEP). Los datos fueron analizados con un modelo lineal de efectos fijos (año del parto y grupos de días al parto) con diferente número de repeticiones y tres covariables (edad al parto, número de parto de las vacas y el sexo de la cría). Se encontró efecto significativo ($P < 0.05$) de los días al parto sobre las variables de productividad estudiadas. Las vacas con menos días al parto (G1) destetaron becerros más pesados y fueron superiores 13, 27 y 47kg que los becerros de las vacas de los grupos 2, 3 y 4. El IPV y la FR tuvieron una tendencia similar a la del PD, donde las vacas con menos días al parto (G1) fueron las que tuvieron el mejor IPV e FR y fueron disminuyendo a medida que aumentaban los días al parto. Los DE y el IEP disminuyeron al incrementar los DAP. Las vacas con menos días al parto (G1) tuvieron menos DPr, se preñaron en promedio 11, 26 y 39 d antes que las vacas de los grupos 2,3 y 4. Las vacas con más días a la parto (G4) tuvieron menos DE e IEP con promedios de 14 y

364 d. Se concluyó que con empadre de corta duración, al incrementar los días al parto disminuye el índice de productividad y la fertilidad real de las vacas.

Palabras clave: Bovino de carne, días de parto, índice de productividad de la vaca, fertilidad real, empadre de corta duración.

Correo electrónico; Julio Cesar Tapia Zavala, juliocesartz@hotmail.com

7. LITERATURA CITADA

- BIF. 2010. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs. 9th edn. L.V. Cundiff, L.D. Van Vleck y W.D. Hohenboken (eds.). North Carolina State University, Raleigh, NC
- Clement, J.C., W.W. Poland, and Ringwall. 2003. Effects of calving season on cow/calf production In the Northern Plains-calf performance. Dickinson Research Ext. Center. Annual Report. North Dakota State University. pp 258-262.
- CONAGUA. 2006. Comisión Nacional del Agua, Saltillo, Coahuila, México.
- CONARGEN. 2000. Comité Nacional de los Recursos Genéticos Pecuario. Plan de Acción. México, DF. P 156.
- Dohoo, I.R. 1983. The effects of calving to first service interval and reproductive performance in normal cows and cows with postpartal disease. Can. Vet. 69:3453-34060.
- Forni, S.L. Talarico y L.G. de Albuquerque. 2003. Análise genética da característica días para o parto em Bovinos da Raca Nelore. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 11:143-148.
- García, A.G., C.A. Cárdenas, V. Monterrosa, L.C. Valencia C. y J.G. Maldonado. 2002 Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. I. Haciendas la Leyenda y la Candelaria. Rev. Col. Cienc. Pec. 15:293-301.
- García, G.A., S.J.G. Maldonado-Estrada y J.G. López. 2003. Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. II. Comportamiento de cuatro grupos raciales *Bos indicus* en un sistema de bosque seco tropical (bs-T). Rev. Col. Cienc. Pec. 16:117-125.

- García E., R. 2006. Factores nutricionales y de manejo que afectan la eficiencia productiva y reproductiva de vacas Charolasi y Herford en agostadero. Tesis Doctorado en Ciencias. UAAAN. Saltillo, Coahuila., México. Pp. 74-80.
- Gómez, G.M., Q.G. Pérez, S.P. Vásquez, K.A. Cortés y F.T. Villanova. 2009. Días al parto de Vacas brahman en dos rebaños ubicados en los Llanos de Venezuela. Gaceta de Ciencias Veterinarias. 14:5-11
- Herrera, J., Magaña JG., Segura Delgado, R., Silva, C., Kú, JC., Valencia E., Estrada, R. 2008. Caracterización tecnológica del sistema vaca:cría en el estado de Yucatán. Memorias de la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Monterrey, Nuevo León, México, 1 al 3 de Diciembre. P 179.
- Johnson, D.J. and K.L. Bunter. 1996. Days to calving. In Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with others traits. Livest. Prod. Sci. 45:13-22.
- Lôbo B., R. 1996. Programa de melhoramento genético da raça Nelore. 3a. ed. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Brasil. 88 p.
- Magaña, J.G. y J. C. Segura. 1998. Factores ambientales y genéticos que afectan el comportamiento predestete y el intervalo entre partos del ganado *Bos indicus* en el sureste de México. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 32:337-342.
- Martínez, G.G., J.C. Petrocinio y P.D. Herrera. 1998. Factores que afectan el peso al destete en un rebaño de bovinos de carne. Rev. Fac. Agron. 15:266-277.
- Magaña, J.G., Segura, J.C. 2006. Body weights at weaning and 18 months of Zebu, Brown Swiss, Charolais, and crossbred heifers in south east México. Journal of Animal Breeding and Genetics. 123:37 – 43.
- Magaña, J.G., Delgado, R., Segura, J.C. 2002. Factores ambientales y genéticos que influyen en el intervalo entre partos y el peso al nacer del ganado Cebú en el sureste de México. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 36:317 – 322.
- Marshall, D.M., W. Minqiang, and B.A. Freking. 1990. Relative calving date of first-calf heifers as related to production efficiency and subsequent reproductive performance. J. Anim. Sci. 68:1812-1817.

- Martínez-González, J.C., J.F. Gutiérrez-Michel, F. Briones-Encinia, F.A. Lucero-Magaña y S.P. Castillo-Rodríguez. 2011. Factores no genéticos que afectan el peso al nacer y destete de terneros Angus. *Zootecnia Trop.* 29:11-18.
- Mejía-Baustista, G.T., J.G. Magaña, J.C. Segura-Correa, R. Delgado y R.J. Estrada-León. 2010. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca:cría en Yucatan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 12:289-301
- Morton, J.M. 2005. Voluntary waiting period. Dairy Australia. Disponible en: <http://www.dairyaustralia.com.au/Animal-management/Fertility/InCalf-resources-and-other-tools/InCalf-WebTECH/Voluntary-waiting-period.aspx>. Consultado 2 de diciembre de 2014.
- Osoro, K. y I.A. Wriqth. 1992. The effect the body condition, live weight, breed, age, calf performance, and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows. *J. Anim. Sci.* 70:1661-1666.
- Osterman, S. and J. Bertilsson. 2003. Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: effects on milk productions and milk composition. *Livest. Prod. Sci.* 82:221-227.
- Pérez, T.D. 2009. Efecto de la fecha de parto sobre características productivas y reproductivas de vacas Charolais. Tesis M. C. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 58 p.
- Pérez, T.D., R. García E., R. López T., J. M. Fuentes R. y F. Ruiz Z. 2011. Efecto de la fecha de parto sobre características productivas y reproductivas de vacas Charolais. *Revista Agraria.* 8:36-43.
- Perry, G., R. Daly and T. Melroe. 2009. Increasing your calf crop by management, pregnancy testing, and breeding soundness examination of bulls. Bull Ex2068. College of Agriculture y Bioblogical Sciences. South Dakota State University, SD, Usa pp 1-5.
- Rodríguez, Y., G.G. Martínez y R.G. Galíndez. 2009. Factores no genéticos que afectan el peso al destete en vacunos Brahmán registrados. *Zoot. Trop.* 27:383-391.
- Romero, M.E., E. Gutiérrez, H. Bernal, H. Morales, J. Colin, E. Olivares, O. Gutiérrez, V. Torres y H. Dennis. 2007. Estacionalidad en la concentración de metabolitos sanguíneos de vacas Charolais y Beefmaster en pastoreo de zacate Buffel en el noreste de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 41:237-242.
- Ruiz, R. 1995 Caracterización del crecimiento predestete de crías Charolais nacidas entre 1984 y 1994 en el rancho "Los Angeles" Municipio de Saltillo,

Coahuila. Tesis de Lic. UAAAN. Saltillo, Coah., México. 45p.

- SáFilhao, M.F., L. Penteado, E.L. Reis, T.A.N. Reis, K.N. Galvao, and P.S.Baruselli. 2013. Timed artificial insemination early in the breeding season improves the reproductive performance of suckled beef cows. *Theriogenology*. 79:625-632.
- Segura, J.C., Velásquez, P.A., Medina, G. 1988. Comportamiento hasta el destete de dos hatos de Cebú comercial en el oriente de Yucatán. *Técnica Pecuaria en México*. 26:16-23.
- SAS, 1989. SAS/Stat. User's Guide (Release 6.12). SAS Inst. Cary, NC. U.S.A.
- Van Amburgh, M.E., D.M. Galton, D.E. B auman y R.W. Everett. 1997. Management and economics of extended calving intervals with use of bovine somatotropin. *Livest. Prod. Sci*. 50:1528.
- Vázquez, A.R., J.A. Villarreal y J. Valdés, R. 1989. Las plantas de pastizales del Rancho Experimental Ganadero "Los Ángeles" de Saltillo Coahuila. Folleto de Divulgación. Vol. LI (8). UAAAN. Saltillo, Coahuila., México. P.20.
- Yague, G., F. Goyache, J. Becerra, C. Moreno, L. Sanchez y J. Altarriba. 2009. Bayesian estimates of genetic parameter for pre-conception traits, gestation length and calving intervals in beef attle. *Animal. Reprod. Sci*. 114:72-80.