

**EFFECTO DE LOS DÍAS AL EMPADRE SOBRE EL COMPORTAMIENTO  
PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE VACAS CHAROLAIS CON EMPADRE DE  
CORTA DURACIÓN**

**JOSUÉ ÁVILA ROCHA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO**

**DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**Subdirección de Posgrado  
Programa de Zootecnia**



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Febrero de 2015

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

“EFECTO DE LOS DÍAS AL EMPADRE SOBRE EL COMPORTAMIENTO  
PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE VACAS CHAROLAIS CON  
EMPADRE DE CORTA DURACIÓN”

TESIS

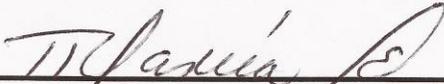
JOSUÉ ÁVILA ROCHA

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y Aprobada  
como requisito parcial para optar al grado de:

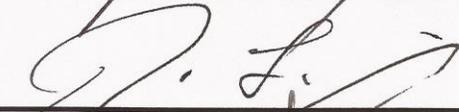
MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA

COMITÉ PARTTICULAR

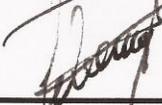
Asesor Principal \_\_\_\_\_

  
Dr. Roberto García Elizondo

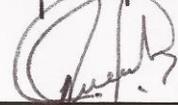
Asesor \_\_\_\_\_

  
Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor \_\_\_\_\_

  
Dr. Fernando Ruiz Zárate

Asesor \_\_\_\_\_

  
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Subdirector de Posgrado

Saltillo, Coahuila, México Febrero de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado la beca, ya que gracias a ella pude realizar mis estudios de posgrado, y así lograr una de las metas en mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme abierto las puertas y ofrecer un ambiente agradable para realizar mis estudios de posgrado.

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

Al Dr. Ramiro López Trujillo por los valiosos comentarios, la revisión del presente trabajo y por su gran interés en la formación de los alumnos de posgrado.

Al Dr. Fernando Ruiz Zárate por su apoyo y asesoría en la realización de este trabajo.

Al Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez por sus comentarios y el tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo.

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por la vida que me regaló y los familiares y amigos que puso en mi camino que gracias a ellos puedo disfrutar cada día de mi vida.

### **A Mi esposa y Mi Hijo:**

Maricruz Shoreque Mora y Raúl Ávila Shoreque

Por la felicidad que han traído a mi vida y estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas, por todo su amor, por los hermosos momentos que hemos pasado juntos, así como su apoyo incondicional y ser una razón para ser mejor cada día.

### **A mis padres**

Pascuala Rocha Villegas y Eusebio Ávila Torres

Por haberme dado la vida y porque gracias a su apoyo, sus consejos y su constante empeño en que sus hijos estudien, tuve la oportunidad de prepararme profesionalmente, lo cual constituye la herencia más valiosa que me dieron.

### **A mis hermanos**

Jonathan, Emmanuel, Virginia, David, Isabel, Águeda, Pablo, Albina, Judith, Aarón y Aurora.

En especial a Judith, por su apoyo en todo momento y por ser un ejemplo a seguir. A Pablo porque además de hermano es un buen amigo. En general a todos por su cariño y aprecio.

### **A mi cuñado y su esposa**

Bernardo Shoreque y Petra Villa

### **A mis amigos**

Por los buenos momentos que pasamos durante este tiempo. Por mencionar algunos: Maximino, Ramón, Humberto, Pedro, Ernesto, David y Enrique.

## **COMPENDIO**

### **EFFECTO DE LOS DÍAS AL EMPADRE SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE VACAS CHAROLAIS CON EMPADRE DE CORTA DURACIÓN**

Por

Josué Ávila Rocha

Maestría en Ciencias en Zootecnia

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

Saltillo, Coahuila, México Febrero de 2015

Dr. Roberto García Elizondo -Asesor-

Palabras clave: Bovino de carne; días al empadre, eficiencia de la vaca;  
índice de productividad, días para el parto.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de los días al empadre (DE) sobre: 1. Características productivas: peso al destete (PD), eficiencia de la vaca al destete (EVD) e índice de productividad de la vaca (IPV) y 2. Características reproductivas postparto: días a la preñez (DPR), días abiertos (DA), días para el parto siguiente (DPP), día del parto siguiente (DPS), intervalo entre parto (IEP) y días al empadre siguiente (DES). Se analizó información de 752 ciclos anuales de producción (parto-parto) correspondientes a 256 vacas Charolais que parieron en los años 1994-2000 en el rancho Los Ángeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

localizado en una región semiárida (25° 04' y 25° 12' N y 100° 58' y 101° 03' O). En el rancho se utiliza un sistema de empadre controlado con una duración de 90 días, el cual es durante los meses de junio, julio y agosto, se maneja una relación de un toro de la misma raza por cada veinte a treinta vacas. Los partos fueron en los meses de marzo abril y mayo (promedio 12 de abril). El destete de las crías se realizó en una sola fecha y fue en otoño con una edad promedio de 7 meses. Para el análisis estadístico las vacas fueron agrupadas en cuatro grupos en función de los DE: G1 (1 a 21 d), G2 (22 a 42 d), G3 (43 a 63 d) y G4 (64-84 d). Para el análisis de varianza se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 7 X 4 (año del parto X grupo de DE) con diferente número de repeticiones. El número de parto (NP), se utilizó como covariable para las variables productivas y reproductivas y las covariables peso al nacer (PN) y sexo de la cría (SX) y el peso de la vaca al parto (PVP) para las variables productivas. Las covariable PN, SX y PVP afectaron ( $P<0.05$ ) todas las variables productivas, mientras que NP tuvo efecto ( $P<0.05$ ) sobre el PD y EVD. Por otra parte la covariable NP sólo tuvo efecto ( $P<0.05$ ) sobre los DES. Los DE tuvieron efecto ( $P<0.05$ ) sobre el PD, las vacas con más DE (G4) destetaron los becerros más pesados siendo superiores 50.5, 28.4 y 11.8 kg que los becerros de las vacas de los grupos 1, 2 y 3, respectivamente. Se puede observar que a medida que aumentan los DE (G1-G4) aumenta también el PD. Las vacas con más DE tuvieron mayor EVD con promedio de 43.3% y fueron más eficientes ( $P<0.05$ ) 8.4, 5.2 y 2.2% que las vacas de los grupos 1, 2 y 3, respectivamente. Las vacas con más DE (G4) tuvieron mejor IPV ( $P<0.05$ ) y

éste fue disminuyendo a medida que disminuían los DE, teniendo las vacas del G1 el menor promedio con 570 g de PD/d de IEP. Los DE tuvieron efecto ( $P < 0.05$ ) sobre todas las variables reproductivas estudiadas (DPR, DA, DPP, DPS, IEP y DES). Las vacas con más DE (G4) tuvieron menos DPR en promedio se preñaron a los 22.9 d de haber iniciado el empadre y se preñaron 37.0, 24.9 y 10.3 d antes que las vacas de los grupos 1, 2 y 3, respectivamente. Las vacas del G4 tuvieron también menos DPP y DPS comparadas con las vacas del resto de los grupos. Las vacas con más DE (G4), aún y cuando se preñaron al inicio del empadre tuvieron más DA y con ello mayor IEP, teniendo menor promedio para estas variables las vacas que tenían menos de 43 DE (G1 y G2). Las vacas que tenían más DE, volvieron a tener más DE al año siguiente, pero el promedio de las vacas de los grupos 3 y 4 disminuyó, mientras que el promedio de las vacas de los grupos 1 y 2 aumentó. Al incrementar los DE, aumentó la proporción de vacas que volvieron a destetar becerro al año siguiente. El 69.5% de vacas con menos de 43 DE volvieron a destetar becerro en comparación con el 90.3% de las vacas con más de 42 DE. Se concluyó que el intervalo del parto al inicio del periodo de empadre también llamado días al empadre tiene efecto ( $P < 0.05$ ) sobre las características productivas y reproductivas postparto. Las vacas que tienen más días al empadre tienen mejor comportamiento productivo y reproductivo.

## **ABSTRACT**

### **EFFECT OF THE DAYS TO BREEDING ON THE PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF CHAROLAIS COWS WITH SHORT BREEDING**

**BY**

**Josué Ávila Rocha**

**Master of Science**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**Saltillo, Coahuila, México Febrero de 2015**

**Dr. Roberto García Elizondo -Adviser-**

Key words: Beef cattle; days to breeding, cow efficiency; productivity index, days for delivery.

The objective of the present study was to evaluate the effect of the days to breeding (DB) on 1. Productive characteristics: weaning weight (WW), cow's efficiency at weaning (CEW) and cow's productivity index (CPI) and 2. Postpartum reproductive characteristics: days to pregnancy (DPR), days open (DO), days to following calving (DFC), day to next calving (DNC), calving interval (CI) and days to the following breeding (DFB). Information on 752 annual cycles of production (calving-calving) corresponding to 256 Charolais cows that calved in the years 1994-2000 at the ranch Los Angeles of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro located in a semi-arid

region (25° 04' y 25° 12' N y 100° 58' y 101° 03' W) was analyzed. The ranch is managed as a system of controlled breeding with a duration of 90 days, during June, July and August, a relationship of a bull, of the same breed, to twenty to thirty cows is used. Calving was during March April and May (average 12 April) each year. The weaning was on a single date during the fall with an age average of 7 months. For the statistical analysis the cows were grouped into four groups depending on the DB: G1 (1 to 21 d), G2 (22 to 42 d), G3 (43 to 63 d) and G4 (64-84 d). The analysis of variance was done with a completely random design using a 7 X 4 factorial treatments design (year of calving X groups of DB) with different number of repetitions. The parity number (PN), was used as a covariate for productive and reproductive analyzed variables and the covariates were birth weight (BW) and sex of calf (SX) and the weight of the cow at calving (WCC) for the productive variables. The BW, SX and WCC covariate affected ( $P < 0.05$ ) all the productive variables, while PN effected ( $P < 0.05$ ) on the WW and CEW. On the other hand the covariate PN only effected ( $P < 0.05$ ) DFB. The DB had effect ( $P < 0.05$ ) on the WW, cows with more DB (G4) weaned calves heavier than 50.5, 28.4 and 11.8 kg of the calves of cows in groups 1, 2 and 3, respectively. It could be observed that measure that increase DB (G1-G4), also increases the WW. Cows with more DB had greater CEW, averaging 43.3% and were more efficient ( $P < 0.05$ ) 8.4, 5.2 and 2.2% than the cows of groups 1, 2 and 3. Cows with more DB (G4) had better CPI ( $P < 0.05$ ) and this was diminishing as they decreased the DB, having the G1 cows lower average with 570 g of WW/d of CI. The DB had effect ( $P < 0.05$ ) on all

reproductive variables studied (DPR, DO, DFC, DNC, CI and DFB). Cows with more DB (G4) had less DPR on average. The pregnancy average (G4) was 22.9 d from the beginning of breeding and got pregnant 37.0, 24.9 and 10.3 d before the cows of groups 1, 2 and 3, respectively. Cows with more DB (G4) had more DO and thus more CI, even when they got pregnant at the beginning of the breeding season. These variables had a minor value for cows that had less than 43 DB (G1 and G2). Cows with more DB returned to have higher DB next year, but average of cows in G3 and G4 decreased, while the corresponding average in G1 and G2 increased. Increasing the DB increased the proportion of cows who returned to wean a calf the following year. 90.3% of cows with more than 42 DB had calf weaning the next year, compared with 69.5% from the cows with less than 43 DB. It was concluded that the interval from calving to the beginning of the period of mating also called days to the mating had effect ( $P < 0.05$ ) on the productive and reproductive postpartum characteristics. Cows with more days to breeding have better productive and reproductive performance.

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
COMPENDIO .....	v
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCION .....	1
Objetivo general .....	3
Objetivos específicos .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Efecto de los días al empadre sobre características productivas de bovinos de carne. ....	5
Peso al destete .....	5
Eficiencia de la vaca al destete.....	8
Índice de productividad de la vaca.....	9
Efecto de los días al empadre sobre el comportamiento reproductivo de la vaca.....	10
Fecha y día del parto .....	11
Días a la preñez.....	12
Días para el parto .....	13
Días abiertos.....	14
Intervalo entre partos.....	16
Hipótesis .....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
Localización y descripción del área de estudio .....	20
Manejo del ganado.....	21
Mediciones .....	22
Análisis estadístico.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
Efecto de los días al empadre sobre el comportamiento productivo .....	27
Peso al destete .....	28
Eficiencia de la vaca al destete.....	30

Índice de productividad de la vaca.....	31
Efecto de los días al empadre sobre el comportamiento reproductivo postparto .....	32
Días a la preñez.....	33
Días abiertos.....	35
Días para el parto siguiente .....	35
Intervalo entre partos .....	37
Día del parto siguiente .....	38
Días al empadre siguiente .....	39
Porcentaje de vacas que destetaron becerro al año siguiente .....	39
V. CONCLUSIONES .....	41
VI. RESUMEN.....	42
VII. LITERATURA CITADA .....	44

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
4.1	Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar para características productivas de vacas Charolais con empadre de corta duración.	28
4.2	Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar para las características reproductivas de vacas Charolais con empadre de corta duración.	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
3.1	Manejo reproductivo y fecha de destete del rancho bajo estudio.	22
3.2	Número de registros y proporción por grupo de días al empadre utilizados en el estudio.	24
4.1	Relación entre peso y edad al destete de becerros hijos de vacas con diferentes días al empadre.	29
4.2	Relación entre días al empadre (DE) y días a la preñez (DPR) de vacas Charolais con empadre de corta duración.	34
4.3	Efecto de los días al empadre sobre el intervalo entre partos (IEP) y días para el parto siguiente (DPP) de vacas Charolais con empadre de corta duración.	36
4.4	Porcentaje de vacas Charolais con diferentes días al empadre que volvieron a destetar becerro al año siguiente.	40

## I. INTRODUCCION

La actividad ganadera en México se encuentra distribuida en diferentes regiones agroecológicas. El norte del país, se caracteriza por ser una región árida y semiárida, donde sus agostaderos permiten producir becerros al destete, los cuales una parte importante se exportan a los Estados Unidos de América (Romero *et al.*, 2007).

Las condiciones climáticas en la región son adversas, debido a la escasa y mala distribución de las lluvias durante el año, esto dificulta un buen manejo nutricional y afecta tanto el comportamiento productivo como el reproductivo, por esta razón es importante evaluar todas y cada una de las variables que tienen relación con la productividad de un hato de cría.

La rentabilidad de la empresa de producción de carne depende de la eficiencia reproductiva, el índice de crecimiento antes y después del destete y la eficiencia de utilizar el alimento (MacGregor y Casey, 2000). La eficiencia reproductiva es uno de los aspectos más importantes en la producción animal ya que tiene impacto directo en la productividad total del hato, por lo que para obtener una producción rentable en ganado de carne, es necesario tener una reproducción eficiente (BIF, 2010).

En bovino de carne con la finalidad de identificar las vacas con mejor comportamiento productivo y reproductivo, diferentes medidas reproductivas

han sido estudiadas: fecha de parto (Bourdon y Brinks, 1983; Osoro y Wrigth, 1992; Urioste *et al.*, 2007; Pérez, 2009), días abiertos (Guerra *et al.*, 2009), días para el parto (Johnson y Bunter, 1996; Ríos *et al.*, 1996; Gómez *et al.*, 2009). Uno de los períodos que ha sido poco estudiado, es el comprendido entre el parto y el inicio del periodo de empadre también conocido como días al empadre (DE), los DE tienen influencia sobre los días abiertos e intervalo entre partos en vacas sujetas a empadre controlado y de corta duración (Morton, 2005).

La importancia de los DE cuando éste se realiza en una época determinada, radica en que las vacas que paren al inicio de la época de partos por lo cual tienen más DE, a menudo expresan su primer celo postparto antes del inicio de la subsecuente época de empadre, pero no pueden concebir porque aún no han sido expuestas al toro y aunque se preñan al inicio de la época de empadre por lo general tienen más días abiertos e intervalo entre partos más largos (Bourdon y Brinks 1983; Werth *et al.*, 1996). Las ventajas de las vacas con más DE son que se preñan al inicio de la época de apareamiento, tienen más posibilidades de preñarse y generalmente presentan mayor tasa de concepción (Morton, 2010).

Por otra parte, las vacas que tienen su parto al final de la época de pariciones y por lo tanto tienen menos DE pueden concebir en su primer estro el cual ocurre generalmente durante el periodo de empadre, y consecuentemente tendrán menos días abiertos e intervalos entre partos más cortos (Werth *et al.*, 1996). Sin embargo estas vacas a pesar de tener

intervalo entre partos cortos, tienen menos oportunidades de preñarse y corren el riesgo de no concebir en la época de apareamientos (Vargas *et al.*, 1999).

Dada la importancia de los DE y considerando que la información que existe en la actualidad en bovino de carne es limitada, en el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de los días al empadre sobre características productivas y reproductivas postparto de vacas productoras de carne con apareamiento de corta duración en agostadero.

### **Objetivos específicos**

1.- Evaluar el efecto de los días al empadre sobre el comportamiento productivo de becerros y vacas en función de su: peso al destete, eficiencia de la vaca al destete e índice de productividad de la vaca.

2.- Evaluar el efecto de los días al empadre sobre el comportamiento reproductivo postparto en las vacas en función de sus: días a la preñez, días abiertos, días para el parto siguiente, día de parto siguiente, intervalo entre partos y días al empadre siguiente.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

En bovinos productores de carne, cuando se tiene una época de empadre restringida y por lo tanto un periodo de partos en una época determinada, el intervalo del parto al inicio de la siguiente época de empadre también conocido como días al empadre (DE) en bovinos de carne y período de descanso voluntario en bovinos productores de leche, es una medida reproductiva importante debido a su efecto sobre características productivas y reproductivas de las vacas.

El reto para los ganaderos es identificar aquellos animales que logran obtener un máximo desempeño productivo y reproductivo en un determinado ambiente agroecológico (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2006). El manejo de la información marca la diferencia entre los países desarrollados y no desarrollados. En la ganadería la dispersión de la información, la generación de bases de datos confiables y el poco acceso y/o difusión de esta información, contribuye fuertemente al desconocimiento de aspectos fundamentales en los procesos involucrados en la actividad ganadera y con ello al poco desarrollo mostrado por el sector (Colmenares *et al.*, 2007).

## **Efecto de los días al empadre sobre características productivas de bovinos de carne.**

El peso al destete es una variable productiva importante en la toma de decisiones de una explotación ganadera (García *et al.*, 2002; Salamanca *et al.*, 2011). Existen otras variables combinadas como el índice de productividad de la vaca y la eficiencia de la vaca al destete; el primero es utilizado para evaluar aspectos productivos y reproductivos (Gómez *et al.*, 2009; Mejía-Baustista *et al.*, 2010), mientras que el segundo está relacionado con la eficiencia biológica y toma en cuenta el peso al destete del becerro en relación al peso de la madre al momento del destete (MacNeil, 2005).

### **Peso al destete**

Una de las variables importantes en la etapa de crecimiento predestete de los becerros es su peso al destete (PD). El PD es un indicador de la producción de leche de la vaca, su habilidad materna en criar terneros y la capacidad de la cría de crecer del nacimiento al destete (Martínez *et al.*, 1998; Martínez *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2009; BIF, 2010).

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

siete meses de edad, con aproximadamente el 40 % de su peso final (Martínez *et al.*, 1998). Numerosos factores afectan el peso al destete entre los que se encuentran factores de tipo ambientales y de tipo genéticos (BIF, 2010). Entre los ambientales, los más comunes son: año de nacimiento, época o mes de nacimiento, sexo del becerro, edad de la madre (BIF, 2010) y su número de parto, entre otros (Rodríguez *et al.*, 2009; BIF, 2010).

El año de nacimiento (AN) es una fuente de variación importante en el PD, debido a la variabilidad climática que existe a través de los años, situación que día a día se agrava como consecuencia del cambio climático y lo errático de las precipitaciones pluviales (Martínez-González *et al.*, 2011). Diversos trabajos han reportado diferencias significativas en el PD entre AN (Pérez, 2009; Rodríguez *et al.*, 2009; Martínez-González *et al.*, 2011).

El sexo de la cría influye también de manera importante 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 en un rango entre el 6-12% como lo han reportado distintos investigadores (Martínez *et al.*, 1998; Rodríguez, *et al.*, 2009).

Cuando los partos son en una época definida y el destete se realiza en una sola fecha, las vacas que tienen su parto al inicio de la época de partos, son las que tienen más DE (Pérez, 2009). Estas vacas destetan becerros más pesados (Bourdon y Brinks, 1983; Clement *et al.*, 2003; Grings *et al.*, 2005; Perry *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2011). Lo anterior, puede ser debido a

que se destetan a mayor edad (Grings *et al.*, 2005; Grings *et al.*, 2007; Pérez, 2009) o a que tienen mayores ganancias diarias de peso predestete (Rodríguez *et al.*, 2009; BIF, 2010). Además, estas vacas son biológicamente más eficientes ya que una mayor parte de su ciclo anual de producción están criando un becerro (Marshall *et al.*, 1990).

Marshall *et al.* (1990) con vacas paridas en primavera y divididas en tres periodos de partos (G1= primeros 21 d, G2= 21- 42 d y G3= mayor 42 d) y con fecha de destete fija, reportaron diferencias ( $P < 0.01$ ) entre los grupos de parición. Las vacas de G1 que fueron las que parieron los primeros 21 d, por lo que también son las vacas que tienen más DE, destetaron los becerros con mayor peso al destete  $207 \pm 2.2$  kg, seguidas por las de G2 y G3 con promedios de  $196 \pm 3.1$  y  $175 \pm 4.6$  kg. Estas diferencias fueron atribuidas a la mayor edad de los becerros nacidos los primeros 21 d (G1) con respecto a los grupos 2 y 3.

Resultados similares fueron reportados por Pérez *et al.* (2011) en ganado Charolais con empadre de corta duración (90 días) y partos en primavera, las vacas fueron divididas en cuatro grupos de 21 d consecutivos, donde las vacas que parieron los primeros 21 días (G1), y por lo tanto las que tenían más DE, destetaron los becerros más pesados con promedio de 229 kg, cantidad superior en 9, 19 y 28 kg, comparados con los becerros de los grupos 2, 3 y 4, respectivamente.

## **Eficiencia de la vaca al destete**

La eficiencia de la vaca al destete (EVD), es considerada una forma para medir la eficiencia productiva (MacNeil, 2005). Se determina mediante la relación del PD de becerro y el peso de la vaca al destete y se expresa en porcentaje  $((\text{PD del becerro} / \text{peso de la madre al destete}) \times 100)$ .

La EVD es un indicador importante debido a que no siempre las vacas más grandes destetan becerros más pesados, en especial en regiones en las que el alimento es escaso como en las zonas áridas y semiáridas, esto es debido a que las vacas gastan grandes cantidades de energía para mantenimiento equivalente al 70% de la que proporciona su alimento (Mathis y Sawger, 2000).

La edad de la vaca influye en la EVD, las vacas jóvenes son más eficientes al destete y la eficiencia va disminuyendo conforme aumenta la edad, esto se debe principalmente a que las vacas con mayor edad son más pesadas (Sala *et al.*, 2009). Estos mismos autores reportan variaciones importantes del año de parto sobre la EVD, lo cual es atribuido principalmente a los efectos ambientales.

Marshall *et al.* (1990) mencionan que cuando se tiene una época de empadre limitada, las vacas que paren al inicio de la temporada de partos por lo que son las que tienen mayor intervalo del parto al inicio del empadre, tienden a ser biológica y económicamente más eficientes ya que una mayor parte de su ciclo de producción anual están en estado productivo (lactando),

así se disminuye los costos de mantenimiento como una fracción de todos los costos.

### **Índice de productividad de la vaca**

El índice de productividad de la vaca (IPV) es un indicador importante que combina la fertilidad (medida en intervalo entre partos) y la producción (medida en PD de los becerros) obteniendo como resultado la ganancia de peso al destete por día de intervalo entre partos (g de PD/d de IEP; García *et al.*, 2003).

Esta variable es una buena medida para evaluar las hembras en la ganadería de carne ya que permite estimar la producción de carne/vaca/año, de tal manera que se convierte en un buen indicador predictivo del potencial productivo del hato (García, *et al.*, 2003).

El IPV ha sido estudiado principalmente en el trópico con empadre todo el año (Magaña y Segura 1998; García *et al.*, 2002; García *et al.*, 2003; Mejía-Baustista *et al.*, 2010). Por las condiciones de manejo y las razas de ganado de estas regiones generalmente el IPV es bajo. García *et al.* (2002) reportó una media poblacional de 380 g de PD/d de IEP, mientras que Mejía-Baustista *et al.* (2010) reportó  $401 \pm 159$  g de PD/d de IEP. Estos mismos investigadores reportaron que el año y número de parto de la vaca, así como el sexo de la cría tienen efecto significativo ( $P < 0.01$ ) sobre el IPV.

## **Efecto de los días al empadre sobre el comportamiento reproductivo de la vaca**

La reproducción es una de las principales características en la economía de los hatos bovinos, debido a que una mayor eficiencia reproductiva conlleva a un mayor número de becerros destetados y una mayor disponibilidad de animales para la selección de reemplazos y venta (Castillo *et al.*, 2012).

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. Algunas medias utilizadas son: fecha o día del parto, días a la preñez, días para el parto siguiente, días abiertos e intervalo entre partos (BIF, 2010). Estas índices permiten identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas realísticas, monitorear los progresos e identificar los problemas que afectan la reproducción (Wattiaux, 2001).

El uso de una época de empadre definida, es una estrategia de manejo reproductivo utilizada en los sistemas de cría de bovinos productores de carne (Sá Filho *et al.*, 2013). Esta estrategia, es implementada con el propósito de facilitar el manejo principalmente nutricional y reproductivo de vacas y crías para programar los partos y el empadre cuando las condiciones climáticas y disponibilidad de forraje sean las adecuadas. Por otra parte, el que la duración del empadre sea corta (máximo 90 d al año) permite lograr un intervalo entre partos promedio de 12 meses. Sin embargo, un retardo en

la reiniciación de los ciclos estruales de las vacas después del parto, se refleja en prolongados intervalos del parto a la concepción, lo cual ocasiona bajas tasas de preñez, pérdidas económicas y limita el obtener un intervalo entre partos de 365 días (Cammack *et al.*, 2009).

### **Fecha y día del parto**

La fecha del parto de una vaca, se define como el día juliano del año en que la vaca pario, dentro de la época de partos (Bourdon y Brinks, 1983; Gutiérrez *et al.*, 2002). El día del parto, se define como la diferencia en días entre el día del inicio del periodo de partos y el día del parto de una vaca dentro de la época de pariciones (Urioste *et al.*, 2007). Como características de la vaca, la fecha del parto puede ser utilizada para calcular, los días al empadre, días abiertos y el intervalo entre partos (BIF, 2010).

La fecha del parto dentro de una época de empadre definida en los hatos de cría, es una medida reproductiva apropiada cuando los partos son en la misma fecha cada año en el mismo hato o cuando se comparan hatos diferentes. Por su parte el día del parto de una vaca se utiliza cuando las fechas de parto son diferentes dentro de un hato o en diferentes hatos. Son medidas fáciles de obtener, no se requiere saber el día de la concepción y se pueden registrar todos los años (Urioste *et al.*, 2007).

Cuando se tienen una época de empadre restringida, la fecha de parto es una medida reproductiva importante, las vacas que paren al inicio de la temporada de partos y por lo tanto tienen más DE tienen más posibilidad de

llegar ciclando al empadre, más oportunidades de preñarse y se pueden preñar más pronto (Bourdon y Brinks, 1983). En cambio cuando las vacas tienen su parto al final de la época de pariciones y en consecuencia menos DE, tienen menos oportunidad de preñarse (Vargas *et al.*, 1999) y corren el riesgo de no concebir en el periodo de empadre y serán eliminadas del hato (Bourdon y Brinks, 1983; Vargas *et al.*, 1999).

Pérez (2009) al estudiar ganado Charolais con empadre de corta duración (90 d) y partos en primavera, encontró que la fecha de parto tiene efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre las características productivas: peso al destete y ganancia diaria de peso predestete; reportando también que las vacas que parieron al inicio (primeros 21 d) son también las vacas que tienen más DE, tienen mejor comportamiento reproductivo postparto debido a que se preñan más pronto, paren al inicio en el año siguiente y tienen menos días para el parto siguiente.

### **Días a la preñez**

Cuando se tiene una época de empadre restringida, los días a la preñez o intervalo en días del inicio del empadre a la preñez, es una característica reproductiva importante, ya que las vacas que se preñan primero en la temporada de empadre, son más productivas y tienen mejor desempeño reproductivo que las que se preñan al final (BIF, 2010).

Se ha comprobado que las vacas que paren primero en la temporada de partos y por lo tanto las que tienen más DE son las que se vuelven a

preñar al inicio una vez iniciada la siguiente temporada de empadre (Osoro y Wrigth, 1992)

Morton (2010) menciona que en hatos con época de empadre restringida, donde el comportamiento reproductivo es evaluado midiendo la tasa en que las vacas quedan preñadas después del inicio del período de apareamiento, las vacas con mayor intervalo del parto al inicio del empadre tienen mejor comportamiento reproductivo debido a que se preñan primero una vez iniciado el empadre.

En un sistema de producción con época de apareamientos de 75 d y partos en octubre y febrero, Gómez *et al.* (2009) reportaron un promedio de 36 d del inicio del empadre a la preñez en vacas Brahman. En otra investigación (Osoro y Wrigt, 1992) en un sistema de empadre restringido (63 d), reportaron en promedio 17 d del inicio del empadre a la preñez y un intervalo entre partos de 364 d en vacas Blue Grey, siendo significativamente ( $P<0.01$ ) más corto que en vacas Hereford con promedios de 27 y 374 d, del inicio del empadre a la preñez e intervalo entre partos.

### **Días para el parto**

Otra medida reproductiva importante cuando se tienen empadre restringido son los días para el parto siguiente (DPP), los cuales se definen como los días transcurridos desde el inicio de la temporada de empadre a la fecha del parto siguiente (Johnson y Bunter, 1996; Gómez *et al.*, 2009).

Johnson y Bunter (1996) comprobaron que los DPP es una medida muy adecuada para indicar comportamiento reproductivo en hatos con empadre de corta duración. Estos mismos autores mencionan que cuando se utilizan los DPP y la fecha de parto tienen resultados similares desde el punto de vista genético. Las vacas con más DE, generalmente, tienen menor DPP siguiente, lo cual indica que las vacas tienen la habilidad de concebir al inicio del empadre (Morton, 2005).

En un experimento con diferentes grupos raciales y dos periodos de empadre restringidos (63 d cada uno), Ríos *et al.* (1996) reportaron un intervalo de DPP de 304-317 d encontrando diferencias ( $P < 0.05$ ) entre raza, siendo las vacas cruzadas Angus x Cebú las que tuvieron el menor intervalo y las vacas de raza Brahman el mayor.

Gómez *et al.* (2009) en un estudio realizado con ganado *Bos indicus* encontraron en promedio 327 d desde el inicio de la temporada de servicio hasta el parto siguiente. Johnson y Bunter (1996) reportaron de 313 a 318 d en vacas Angus de diferentes edades.

### **Días abiertos**

Los días abiertos (DA) son los días comprendidos entre el parto y la concepción, el valor ideal máximo de este período es de 85 d, lo que daría un intervalo entre partos promedio en el hato de un año (La Torre, 2001; Salgado *et al.*, 2003; Guerra *et al.*, 2009). En vacas lecheras con IA y empadre todo el año, los DA es uno de los períodos de mayor importancia en

el ciclo reproductivo de la vaca y se considera el factor más limitante en la eficiencia reproductiva (Vergara *et al.*, 2009). Un largo periodo de DA en vacas de leche afecta también la producción debido a que al final de la lactancia ocurre una caída importante en la producción de leche, y el consumo de alimento se reduce en menor proporción, además esto puede ocasionar problemas metabólicos (Pinedo y De Vries, 2010)

En bovino de carne, que se manejan en forma extensiva es difícil medir este intervalo por la dificultad de obtener el día exacto de la preñez debido al poco uso de inseminación artificial (La Torre, 2001).

El intervalo del parto a la concepción se trata de un rasgo que se mide con anterioridad al intervalo entre partos y dado que se registra repetidamente en la vida del animal, es importante conocer las relaciones genéticas de este carácter entre los diferentes partos. Se ha planteado que el comportamiento reproductivo del parto previo como fecha de parto, días a la preñez y días para el parto puede afectar el parto actual y que este comportamiento en las vacas puede cambiar de un parto a otro (Guerra *et al.*, 2009).

El desempeño reproductivo post-parto, está determinado entre otros factores por el ambiente nutricional, amamantamiento, raza, edad y manejo (Salgado *et al.*, 2003). Se sabe que la nutrición y el amamantamiento son los principales factores asociados con el anestro post-parto prolongado, los cuales alteran la producción o liberación de hormonas necesarias para el restablecimiento de los ciclos estrales, prolongando el intervalo parto-concepción (La Torre, 2001; Salgado *et al.*, 2003).

Cuando se tiene una época de empadre definida el intervalo parto-concepción (DA) no es una buena medida reproductiva ya que las vacas que paren al inicio de la época de partos y por lo cual tienen más DE, son las que tienen más DA debido que pueden expresar el primer celo antes de la subsecuente época de empadre y como no han sido expuestas al toro no pueden concebir (Werth *et al.*, 1996).

En vacas lecheras, Osterman y Bertilsson (2003) mencionan que cuando se utiliza empadre todo el año y por lo tanto pariciones a través del año, el comportamiento reproductivo es evaluado midiendo la tasa en que las vacas quedan preñadas después del parto. Incrementado el intervalo en días del parto al inicio del empadre equivalente al intervalo parto primera inseminación o días al primer servicio (período de descanso voluntario), aumenta el comportamiento reproductivo sustancialmente (Pinedo y De Vries, 2010) y se incrementa la producción de leche por lactancia (Osterman y Bertilsson, 2003).

### **Intervalo entre partos**

El intervalo entre partos (IEP) se define como el número en días que transcurren entre dos partos consecutivos y es una de las variables productivas más comúnmente utilizada como indicador de la eficiencia reproductiva en vacas de leche (Gutiérrez *et al.*, 2002) y en ganado de doble propósito con empadre todo el año (Arellano *et al.*, 2006; Sánchez, 2010).

En la ganadería de doble propósito se considera que el IEP es el indicador de mayor impacto económico, pues representa la eficiencia con la cual se generan los productos que representan los ingresos y por tanto determinan el desempeño económico de la empresa (Sánchez, 2010). Sin embargo, cuando se utiliza una época de empadre restringida el IEP, es una medida sesgada de evaluación de la eficiencia reproductiva en ganado de carne, debido al efecto negativo de la fecha de parto previa (Bourdon y Brinks, 1983; Gutiérrez *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2011). Cuando las vacas paren al inicio de la temporada de partos, tienen más DE y tendrán IEP más prolongados que las que paren al final o que tienen menos días al empadre, debido a que las que paren al inicio pueden presentar celo antes de la subsecuente época de empadre y no pueden concebir porque aún no han sido expuestas al toro (Werth *et al.*, 1996).

En una investigación (Osoro y Wright, 1992) con empadre restringido y partos en primavera, se encontró que las vacas que paren tarde en la temporada de partos, por lo cual tienen pocos DE son las que tienen IEP más cortos reportando un coeficiente de regresión de la fecha de parto en IEP de -0.75. Este se debe a que las vacas con menos DE tienen la oportunidad de quedar preñadas en su primer celo (Werth *et al.*, 1996). Por el contrario el IEP podría verse afectado en las vacas con fecha de parto temprano debido a que tienen más DE (Osoro y Wright, 1992).

Cuando se tiene empadre todo el año los IEP prolongados son consecuencia de la interacción de múltiples factores entre ellos: la edad al primer parto, grupo racial, nutrición, peso al servicio, año y época de parto

(condiciones ambientales) y condiciones sanitarias (Sánchez, 2010). Cuando se tiene un empadre todo el años el IEP prolongado, es uno de las variables que más afecta el desempeño reproductivo de las hembras bovinas (Vergara *et al.*, 2009). Por otra parte cuando se tiene época de empadre restringida, las vacas con IEP constantemente largos pueden no quedar preñadas en la temporada de empadre (BIF, 2010).

Con empadre todo el año, el valor de IEP considerado como ideal es 365 d, el óptimo va de 380 a 395 d y se considera problema cuando este intervalo es mayor de 456 d (15 meses, equivalentes a 80% de natalidad, Gavarrete *et al.*, 2009). El IEP promedio de por vida se calcula como el número de días entre el primer parto y el último dividido entre el número de partos, este es un indicador útil del comportamiento reproductivo del hato (BIF, 2010).

Los valores antes mencionados son difíciles de alcanzar cuando se tienen empadre todo el año. Magaña *et al.* (2002) al estudiar el IEP en ganado cebú en el trópico reportaron que las vacas primerizas presentaron IEP más prolongados (518 d), éste mejoró paulatinamente hasta el cuarto parto (436.5 d). Por su parte Mejía-Baustista *et al.* (2010) reportaron un IEP para la raza Nelore de 410 d y para la Brahman 441 d, lo que indica que para esta variable reproductiva la raza Nelore es superior para sistemas vaca: becerro con manejo similar.

## **Hipótesis**

Cuando se tienen épocas de empadre restringidas, las vacas con más días del parto al inicio del empadre destetan becerros más pesados, tienen mayor eficiencia al destete y mejor índice de productividad.

Con empadre restringido, las vacas que tienen más días del parto al inicio del empadre, tienen mejor desempeño reproductivo postparto debido a que se pueden preñar primero en la época de empadre, tienen menos días para el parto siguiente, menor día de parto siguiente, mas días abiertos, mayor intervalo entre partos y más días al empadre siguiente.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Localización y descripción del área de estudio

En el presente trabajo se utilizaron registros de producción de vacas Charolais del Rancho Demostrativo Los Ángeles, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra ubicado al suroeste del Estado de Coahuila, a 48 Km al sur de la ciudad de Saltillo (entre los 25° 04' y 25° 12' N y 100° 58' y 101° 03' O).

La altitud varía de 2100 a 2400 m. La temperatura media anual es de 13.4°C y una precipitación media de 335 mm anuales, la cual se presenta principalmente durante los meses de julio, agosto y septiembre (CONAGUA, 2006). La superficie del rancho es de 6,704 ha divididas en 20 potreros con superficies de 223 a 535 ha cada uno, constituidas por 35% de sierra, 10% de lomerío y 55% de valles (García y López, 1997).

La gramíneas más importantes desde el punto de vista ganadero son: *Bouteloua gracilis* (zacate navajita azul), *Bouteloua curtipendula* (zacate banderita) *Buchoe dactyloides* (zacate búfalo), *Leptochia dubia* (zacate gigante), *Mhulenbergia ssp*, *Stipa ssp.*, *Eragrostis sp.* y *Aristida ssp.* Las herbáceas más numerosas son: *Sphaeralcea angustifolia* (hierba del negro),

*Solanum eleagnifolium* (trompillo), *Parthenium incanum* (mariola) y *Ceratoides lanata* (cola de borrego). Las principales especies arbustivas de ramoneo son: *Atriplex canescens* (costilla de vaca) y *Flourenzia cernua* (hojasen) (Vázquez *et al.*, 1989).

### **Manejo del ganado**

Se utilizaron registros de producción de vacas de raza Charolais, manejadas en condiciones extensivas con pastoreo anual en agostadero. En el rancho se maneja una época de empadre restringida con una duración de 90 d al año, se utiliza un toro de la misma raza por cada 20 a 30 vacas. 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). Los partos ocurren en primavera (marzo, abril y mayo) y el destete se realiza en otoño, a una edad promedio de 7 meses (Figura 3.1).

El apacentamiento de los animales fue bajo condición 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. Durante el año los animales fueron rotando de un potrero a otro, con una carga animal de 15 a 20 ha/UA/año. El ganado tuvo acceso durante todo el año a un suplemento mineral en base de sal, fosforo y minerales traza; además, a las vacas se les administraban vitaminas (A, D y E) al inicio de la primavera. El manejo de los animales durante los diferentes años fue muy similar.



Figura 3.1. Manejo reproductivo y fecha de destete del rancho bajo estudio.

### Mediciones

Se utilizó información de 752 ciclos anuales de producción (parto a parto) de 256 vacas Charolais lactantes que destetaron becerro y con una edad de 3 a 12 años (promedio  $5.5 \pm 2.1$  años). Los partos fueron en primavera (marzo, abril y mayo, promedio 12 de abril) en los años 1994 a 2000. Las vacas estaban debidamente identificadas y los registros tomados por vaca fueron: año del parto, edad al parto, número de parto, fechas del parto, inicio y final del empadre y destete y peso al parto y destete. Con los datos anteriores se calcularon para cada vaca: los días al empadre (DE, intervalo (en 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 preñó nuevamente), días abiertos (DA, días transcurridos desde el parto hasta que la vaca se preña nuevamente) días para el parto siguiente (DPP, días desde el inicio del empadre hasta el día del siguiente parto de la vaca), día de parto

siguiente (DPS, día en que la vaca pario dentro de la temporada de partos), intervalo entre partos (IEP, días transcurridos entre dos partos consecutivos) y días al empadre siguiente (DES).

En los becerros, en cada año se registró: identificación, sexo, fecha de nacimiento, peso al nacer (PN, tomado dentro de las primeras 24 hrs de vida), fecha y peso al destete (PD). Posteriormente con esos datos se calcularon: edad al destete, eficiencia de la vaca al destete (EVD,  $(\text{peso al destete del becerro} / \text{peso al destete de la vaca}) \times 100$ ) y el índice de productividad de la vaca (IPV,  $\text{PD del becerro} / \text{IEP}$ ).

Para el análisis estadístico las vacas se agruparon en función de los DE en cuatro grupos: G1 vacas de 1 a 21 d (promedio 14.0); G2, vacas de 22 a 42 d (promedio 32.2); G3 vacas de 43 a 63 d (promedio 53.8) y G4 vacas con 64-94 d (promedio 72.4). El número de registros analizados por grupos de DE, 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 diferente número de unidades experimentales. Se utilizó el procedimiento general de modelos lineales (SAS, 1989). Dos modelos estadísticos fueron desarrollados para explicar las variaciones en las características estudiadas. En el modelo 1 se analizaron los efectos fijos de año del parto, DE y su interacción sobre el peso al destete, eficiencia de la

vaca al destete e índice de productividad de la vaca. El modelo incluyó el número de parto de la vaca, sexo de la cría, peso al nacer y el peso de la vaca al parto como covariables.

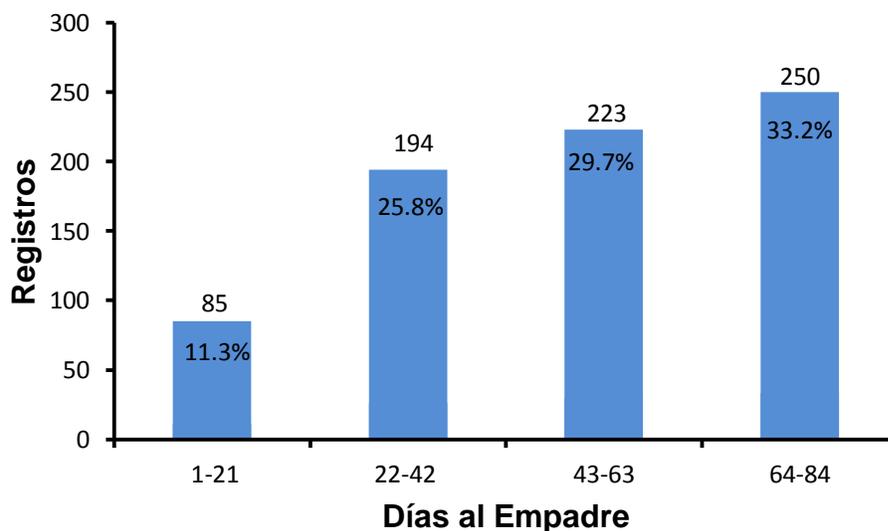


Figura 3.2. Número de registros y proporción de vacas por grupo de días al empadre utilizados en el estudio.

El modelo 2 se utilizó para evaluar el comportamiento reproductivo de las vacas, en el análisis de varianza se incluyeron los efectos fijos de año del parto, DE y su interacción sobre los días a la preñez, días abiertos, días para el parto siguiente, día de parto siguiente, intervalo entre partos y días al empadre siguiente. El número de parto de la vaca se utilizó como covariable. 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 DE fue significativo ( $P < 0.05$ ), las diferencias entre los valores promedio estimados por cuadrados

mínimos fueron analizados por la 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 respuesta (PD, EVD e IPV) fue:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + D_j + A_i * D_j + E_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  = Variables dependientes (DP, EVD e IPV).

$\mu$  = Media general.

$A_i$  = Efecto fijo del  $i$ -ésimo año de parto (1994 - 2000).

$D_j$  = Efecto fijo del  $j$ -ésimo días al empadre (G1 - G4).

$A_i * D_j$  = Interacción del  $i$ -ésimo año de parto \*  $j$ -ésimo días al empadre

$E_{ijk}$  = Error aleatorio asociado a la observación  $y_{ijk}$

Como covariables se incluyeron: NP, PN, SX y PVP

El modelo lineal final que describió las variables de respuesta (DPR, DA, DPP, IEP, DPS, DES) fue:

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

Donde:

$y_{ijk}$  = Variables dependientes (DPR, DA, DPP, IEP, DPS, DES).

$\mu$  = Media general.

$A_i$  = Efecto fijo del  $i$ -ésimo año de parto (1994 - 2000).

$D_j$  = Efecto fijo del j-ésimo día al empadre (G1 - G4).

$A_i * D_j$  = Interacción del i-ésimo año de parto\* j-ésimo días al empadre

$E_{ijk}$  = Error aleatorio asociado a la observación  $y_{ijkl}$ .

Como covariable NP.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este apartado, primero se presentarán y discutirán los resultados de las características productivas y posteriormente de las características reproductivas.

Se encontró un efecto significativo ( $P < 0.01$ ) del año de parto (AP) de la vaca sobre todas las variables analizadas. Su inclusión en el modelo fue con el propósito de disminuir la magnitud del error experimental, por lo que los resultados y discusión se omiten ya que está influenciado por un gran número de factores ambientales y de manejo que participan en su manifestación.

##### **Efecto de los días al empadre sobre el comportamiento productivo**

Las medias aritméticas y desviaciones estándar para las variables productivas fueron:  $232.9 \pm 34.0$  kg,  $40.4 \pm 6.3\%$  y  $634.6 \pm 9.3$  g de PD/d de IEP para PD, EVD e IPV, respectivamente.

Se encontró un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de los DE sobre el PD de los becerros, EVD y el IPV. Las covariables número de parto (NP), sexo de la cría (SX), peso al nacer (PN) y peso de la vaca al parto (PVP) fueron utilizadas para disminuir el error experimental. El SX, PN y PVP afectaron

( $P < 0.05$ ) todas las variables productivas, mientras que NP sólo tuvo efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre el PD y EVD.

En el Cuadro 4.1 se muestran los resultados del efecto de los DE sobre las características productivas: PD, EVD e IPV, ajustados por las covariables NP, SX, PN y PVP.

Cuadro 4.1. Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar para características productivas de vacas Charolais con empadre de corta duración.

Característica	Días al Empadre				EE <sup>1</sup>
	G1 (1-21) n=85	G2 (22-42) n=194	G3 (43-63) n= 223	G4 (64-84) n= 250	
Peso al destete (kg)	198.9 <sup>a</sup>	221.0 <sup>b</sup>	237.7 <sup>c</sup>	249.4 <sup>d</sup>	1.75
Eficiencia de la vaca al destete (%)	34.8 <sup>a</sup>	38.2 <sup>b</sup>	41.0 <sup>c</sup>	43.5 <sup>d</sup>	0.35
Índice productividad de la vaca (g de PD/ d de IEP)	570.0 <sup>a</sup>	613.0 <sup>b</sup>	645.0 <sup>c</sup>	664.0 <sup>d</sup>	6.00

<sup>1</sup> Error estándar promedio; IEP= intervalo entre partos.

<sup>abcd</sup> Promedios con literales diferentes en una misma hilera son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

### Peso al destete

Se encontró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de los DE sobre el peso al destete (PD). Las vacas con más de 63 DE (G4) destetaron becerros más pesados (249.4 kg) y fueron superiores 50.5, 28.4 y 11.8 kg que los becerros de las vacas de los grupos 1, 2 y 3, respectivamente. En el Cuadro 4.1 se

puede observar que al incrementar los DE (G1 a G4) aumenta el peso al destete de los becerros. Sin embargo, como el PD es en una fecha preestablecida, los mayores pesos al destete de crías de vacas con más DE, pueden ser debido a una mayor edad de los becerros al destete como se observa en la Figura 4.1.

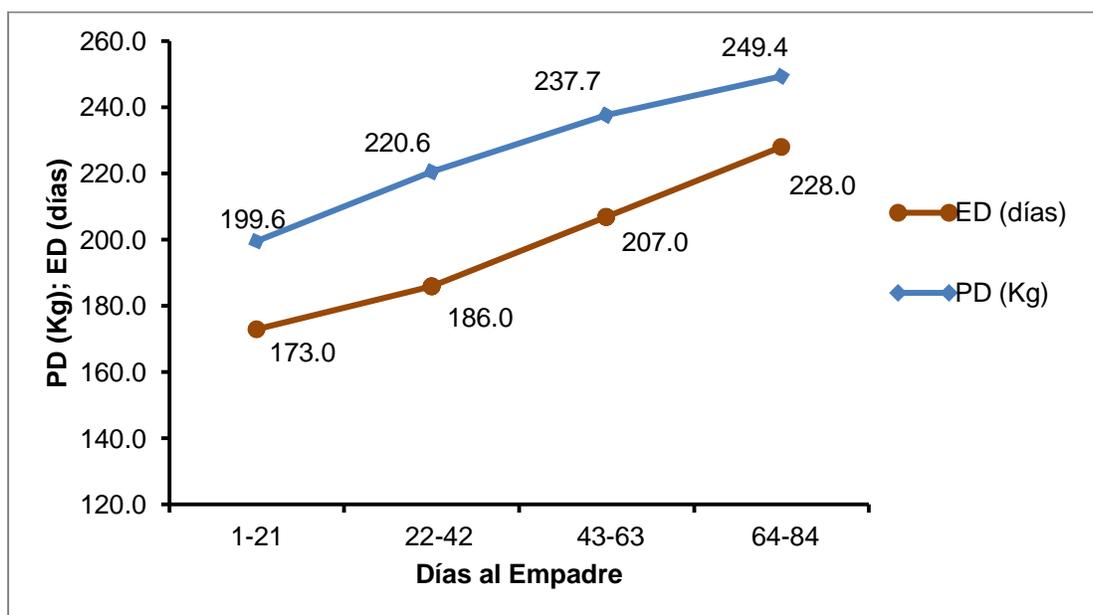


Figura 4.1. Relación entre peso al destete (PD) y edad al destete (ED) de becerros de vacas Charolais con diferentes días al empadre.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por otros autores (Marshall *et al.*, 1990; Clement *et al.*, 2003; Perry *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2011) quienes reportaron que con una época de empadre definida y una fecha única de destete, las vacas que paren al inicio de la temporada de cría y por lo tanto las que tienen más DE son las que destetan becerros con más PD, ya que uno de los factores más importantes que afecta el peso del becerro es la edad al destete (Grings *et al.*, 2003; Perry *et al.*, 2009). En este

mismo contexto Grings *et al.* (2003) reportaron un efecto lineal ( $P < 0.01$ ) de la edad al destete sobre el 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 d consecutivos, encontraron que las vacas que parieron los primeros 21 d 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 siendo los becerros de los últimos 21 días los más livianos.

Perry *et al.* (2009) aseveran que con una época de empadre definida entre más becerros nazcan al inicio de la temporada de partos, mayor serán los kilogramos de becerros destetados al año.

### **Eficiencia de la vaca al destete**

Las vacas con más de 63 DE (G4) fueron más eficientes al destete con un promedio de 43.3% y fueron superiores ( $P < 0.05$ ) en 8.7, 5.3 y 2.5% que las vacas de los grupos 1, 2 y 3. La EVD es una de las medidas más importante para evaluar la eficiencia productiva en términos biológicos y económicos, ya que no siempre las vaca más pesadas destetan los becerros más pesados (Mathis y Sawger, 2000).

La mayor EVD de vacas con más DE es atribuida principalmente, a que estas vacas destetaron becerros de mayor peso (Figura 4.1) y a medida que fue aumentado el PD aumento de manera similar la EVD (Cuadro 4.1).

Estos resultados coinciden con lo reportado por algunos investigadores (Marshall *et al.*, 1990; Aello, 2014) quienes reportaron que cuando se tiene una temporada de empadre restringida y por tanto una época de partos, las vacas que paren al inicio de la temporada de partos, por lo que son las que tienen más DE, son biológica y económicamente más eficientes ya que una mayor parte de su ciclo de producción anual está en estado productivo (lactando).

### **Índice de productividad de la vaca**

Los DE tuvieron efecto ( $P < 0.05$ ) sobre el índice de productividad de la vaca (IPV). Las vacas con más de 63 DE (G4) tuvieron el mejor IPV con un promedio de 661 g de PD/d de IEP, mientras que las vacas con menos de 22 DE (G1) tuvieron el menor IPV con un promedio de 570 g de PD/d de IEP. A pesar de que las vacas del G4 tuvieron 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-Baustista *et al.*, 2010) donde García *et al.* (2002) reportaron una media general 380 g de PD/d de IEP y Mejía-Baustista *et al.* (2010) una media de  $401 \pm 159$ . G de

PD/d de IEP, lo cual está muy por debajo del promedio general ( $634.6 \pm 9.3$  g de PD/d de IEP) encontrado en este estudio. La razón de lo anterior es que en estos estudios el IEP promedio fue mayor ( $439.85$  y  $432 \pm 96.9$  d) y el PD menor ( $164.3 \pm 25.5$  y  $168.5$  kg)

Los resultados obtenidos son contrarios a lo reportados en algunos estudios realizados en el trópico con empadre todo el año (García *et al.*, 2002; García *et al.*, 2003; Mejía-Baustista *et al.*, 2010) donde las vacas que tienen menor IEP son las que tienen mejor IPV. En este estudio con empadre de corta duración las vacas que tienen mayor IEP fueron también las que tuvieron el IPV mayor.

### **Efecto de los días al empadre sobre el comportamiento reproductivo postparto**

Las medias aritméticas y desviaciones estándar para DPR, DA, DPP, IEP, DPS y DES fueron  $36.9 \pm 18.8$ ,  $86.8 \pm 16.7$ ,  $321.9 \pm 18.8$ ,  $370.8 \pm 16.7$ ,  $37.3 \pm 19.8$ , y  $46.2 \pm 19.7$  d, respectivamente.

En el Cuadro 4.2 se muestran los resultados del efecto de los DE sobre el comportamiento reproductivo siguiente de la vaca: días a la preñez, días abiertos, días para el parto siguiente, intervalo entre partos, día del parto siguiente y días al empadre siguiente. La covariable NP sólo tuvo efecto ( $P < 0.05$ ) sobre los días al empadre siguiente y los valores promedio fueron ajustados.

Cuadro 4.2. Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar para las características reproductivas de vacas Charolais con empadre de corta duración.

Características	Días al Empadre				EE <sup>1</sup>
	G1 (1-21) n=85	G2 (22-42) n=194	G3 (43-63) n=223	G4 (64-84) n=250	
Días a la preñez	59.9 <sup>a</sup>	47.8 <sup>b</sup>	33.2 <sup>c</sup>	24.0 <sup>d</sup>	1.35
Días abiertos	75.5 <sup>a</sup>	80.4 <sup>a</sup>	86.8 <sup>b</sup>	95.7 <sup>c</sup>	1.35
Días para el parto siguiente	344.9 <sup>a</sup>	332.8 <sup>b</sup>	318.2 <sup>c</sup>	309.0 <sup>d</sup>	1.35
Intervalo entre partos	359.5 <sup>a</sup>	364.4 <sup>a</sup>	370.8 <sup>b</sup>	379.7 <sup>c</sup>	1.35
Día del parto siguiente	61.4 <sup>a</sup>	49.2 <sup>b</sup>	34.0 <sup>c</sup>	22.8 <sup>d</sup>	1.36
Días al empadre siguiente	20.7 <sup>a</sup>	34.8 <sup>b</sup>	50.0 <sup>c</sup>	60.4 <sup>d</sup>	1.38

<sup>1</sup> Error estándar promedio.

<sup>abcd</sup> Promedios con literales diferentes en una misma hilera son estadísticamente diferentes (P<0.05).

### Días a la preñez

Se encontró un efecto significativo (P<0.05) de los DE sobre los días a la preñez (DPR). En la Figura 4.2 se observa una relación inversa de los DE y DPR. Al incrementar los DE disminuyeron los DPR.

Los DPR es una medida reproductiva importante por que determina la habilidad o capacidad que tuvieron las vacas para preñarse una vez iniciada la temporada de empadre y entre más pronto se preñen más temprano paren

las vacas en la siguiente temporada de partos y por lo tanto más días al empadres siguiente y se vuelven a preñar más pronto durante el siguiente empadre (Cuadro 4.2). Morton (2010) menciona que los DPR sirven para evaluar el comportamiento reproductivo en hatos con empadre controlado, en donde las vacas que se preñan al inicio tienen mejor comportamiento productivo y reproductivo.

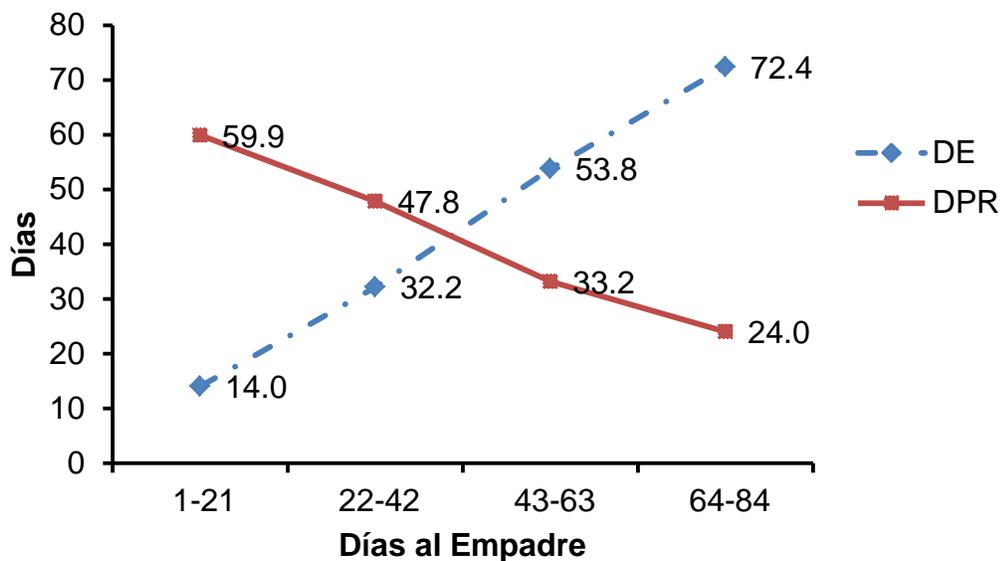


Figura 4.2. Relación entre días al empadre (DE) y días a la preñez (DPR) de vacas Charolais con empadre de corta duración.

Cuando se maneja empadre de corta duración las vacas con más DE, tienen más oportunidad de preñarse al inicio de la temporada de empadre (Osoro y Wrigth, 1992; Morton, 2010). Lo anterior debido a que tienen tiempo para reiniciar la actividad reproductiva y pueden llegar ciclando al empadre.

Los resultados encontrados coinciden con lo reportado por Cammack *et al.* (2009) y Pérez *et al.* (2011) cuando se tienen época de empadre controlado y por tanto una época de partos definida, las vacas que paren al

inicio y por lo tanto tienen más días del parto al inicio del empadre, son reproductiva y productivamente más eficientes, ya que se preñan más pronto durante la temporada de empadre.

### **Días abiertos**

Los DE tuvieron efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre los días abiertos (DA, Cuadro 4.2). Las vacas con más DE (G4) tuvieron más DA que las vacas con menos DE. A pesar de que las vacas del G4 se preñaron primero (a los 24 d) tuvieron más DA, debido a que ya tenían 72.4 d del parto al inicio del empadre. En cambio las vacas de los grupos 1 y 2, tenían en promedio 26.5 d menos al empadre y se preñaron en promedio a los 51.5 d después de iniciado el empadre por lo que sus DA fueron menores.

Los DA tienen una relación directa con el IEP (Luna de la Peña *et al.*, 2008), debido a que DA más gestación es igual al IEP.

### **Días para el parto siguiente**

Los DE tuvieron efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre el intervalo del inicio del empadre al siguiente parto (DPP). Las vacas con más DE (G4) tuvieron menos DPP que las vacas de los grupos G3, G2 y G1 (Cuadro 4.2). Ésta variable está directamente relacionada con los DPR y DPS puesto que las vacas que se preñan primero en la temporada de empadre, tendrán menor intervalo del inicio del empadre al parto. Por otra parte existe una relación

inversa de los DPP con las DA e IEP, ya que al disminuir los DPP aumentan los DA y el IEP (Figura 4.3).

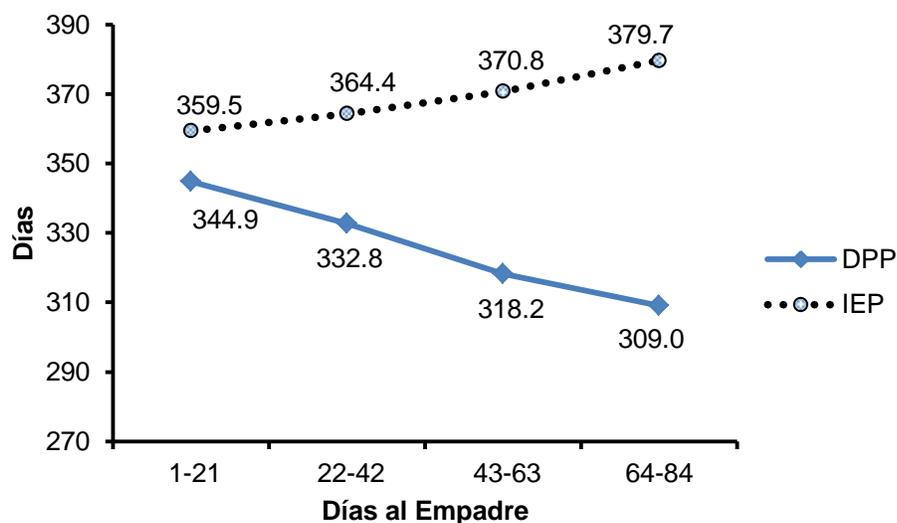


Figura 4.3. Efecto de los días al empadre sobre el intervalo entre partos (IEP) y días para el parto siguiente (DPP) de vacas Charolais con empadre de corta duración.

Los DPP indican la habilidad que tienen las vacas para preñarse al inicio de la época de empadre y son una característica más adecuada que DA e IEP para medir el comportamiento reproductivo en hatos con empadre restringido, además es fácil de medir (Meyer *et al.*, 1990; Johnson y Bunter 1996).

Resultados similares fueron obtenidos por Pérez *et al.* (2011) en bovinos de la misma raza y con empadre restringido, las vacas que parieron los primeros 21 d en la temporada de partos por lo cual estas vacas tenían más DE tuvieron menos DPP con promedio de 314 d.

## Intervalo entre partos

Existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) de los DE sobre el IEP (Cuadro 4.2). Las vacas con más DE (G4) tuvieron el IEP más largo, y la duración del IEP disminuyó a medida que disminuyeron los DE. Existe una relación directa con los DA y una relación inversa con, DPR, DPP y DPS. Los grupos que tenía menos de 43 DE (G1 y G2) fueron las que tuvieron el menor IEP, en ambos grupos fue menor de 1 año.

Werth *et al.* (1996) mencionan que con empadre restringido, las vacas que paren al inicio en la época de partos (más DE) pueden presentar celo antes de que inicie la subsecuente época de empadre y como no han sido expuestas al toro no pueden concebir por lo que tendrán IEP mayores. Por el contrario, las que paren al final en la época de partos tiene oportunidad de concebir en un primer celo por lo que tendrán IEP más cortos.

Con empadre todo el año el IEP es considerado uno de los mejores indicadores de la eficiencia reproductiva (Arellano *et al.*, 2006); Sin embargo, con empadre restringido el IEP es una medida sesgada (Bourdon y Brinks, 1983; Marshall *et al.*, 1990). Se ha demostrado que con empadre restringido las vacas que tienen mejor desempeño reproductivo (menos días a la preñez, menos días para el parto y menor día de parto) y productivo (mayor peso al destete) son las que tienen generalmente IEP más prolongados (Pérez *et al.*, 2011).

Los resultados obtenidos para IEP, concuerdan con lo reportado por diversos autores, cuando se tiene empadre controlado y de corta duración

las vacas que paren primero en la época de partos y por lo tanto tienen más DE son las que tienen IEP más largos (Bourdon y Brinks, 1983; Osoro y Wright, 1992; Werth *et al.*, 1996; Pérez *et al.*, 2011). Sin embargo, estas vacas a pesar de tener IEP más largos son más eficientes en términos productivos (mayor PD, mejor EVD e IPV) y reproductivos (DPR, DPP, DPS y DES), por lo anterior cuando se tiene empadre restringido el IEP no es una buena medida productiva ni reproductiva del hato, lo cual concuerda con lo reportado por otros investigadores (Bourdon y Brinks, 1983; Osoro y Wright, 1992; Werth *et al.*, 1996; Gutiérrez *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2011).

#### **Día del parto siguiente**

Se encontró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de los DE sobre el día del parto siguiente (DPS), las vacas con más DE fueron las que tuvieron menor día del parto (Cuadro 4.2). El DPS está directamente relacionada con los DPR y DPP, mientras más pronto se preñe una vaca, menor DPP y DPS tendrá; sin embargo, cuando se tienen una época de empadre restringida, se presenta una relación inversa con los DA y el IEP. Las vacas con menor DPS (G4), son las que tienen más DA y por lo tanto IEP prolongados.

Cuando se tiene una época de empadre restringida el DP o la fecha del parto, son medidas reproductivas apropiadas (Bourdon y Brinks, 1983; Urioste *et al.*, 2007; Pérez, 2009; Pérez *et al.*, 2011), ya que las vacas con menor DP tendrán oportunidad de llegar ciclando al empadre y se pueden

preñar más pronto una vez iniciado el empadre (Bourdon y Brinks, 1983; Pérez *et al.*, 2011).

### **Días al empadre siguiente**

Se encontró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de los DE sobre los días al empadre siguiente (DES) (Cuadro 4.2). Las vacas que tenían más DE siguieron teniendo más al año siguiente. Sin embargo en los grupos G3 y G4 el promedio disminuyó 3.8 y 12.4 d; mientras que los promedios de las G1 y G2 aumentaron 6.7 y 2.6 d.

Al comparar el número de vacas por grupos en los días al empadre actual y siguiente, se observa que existe una tendencia de las vacas con más DE (G3 y G4) a recorrerse a los grupos con menos DE (G1 y G2) y viceversa.

### **Porcentaje de vacas que destetaron becerro al año siguiente**

El porcentaje de vacas volvió a destetar becerro al año siguiente se muestran en la Figura 4.4. De las vacas que tenían menos de 43 DE (G1 y G2), solo el 69.5% volvieron a destetar becerro al año siguiente, la proporción fue incrementando gradualmente conforme aumentaron los días al empadre. En las vacas que tenían más de 42 DE (G3 y G4) el 90.3 % destetaron un becerro al año siguiente.

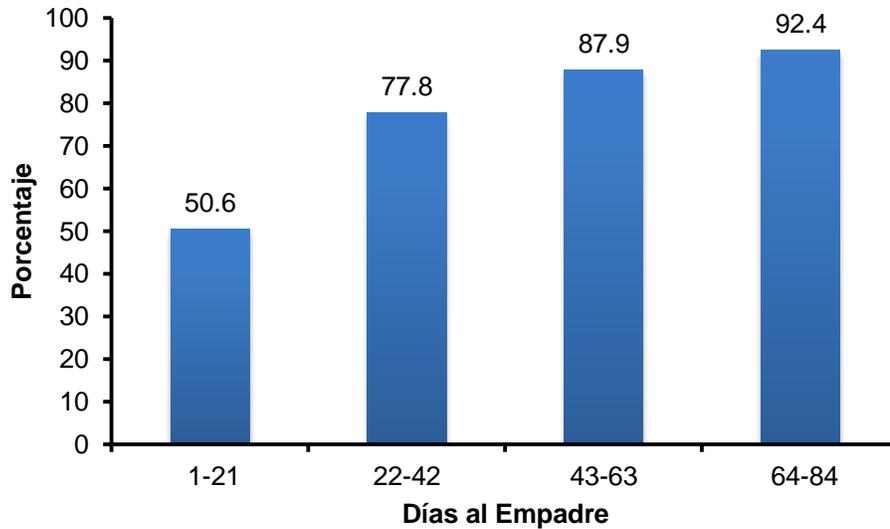


Figura 4.4. Porcentaje de vacas Charolais con diferentes días al empadre que volvieron a destetar becerro al año siguiente.

Esta diferencia se debe a que las vacas que tenían menos de 43 DE (G1 y G2) tuvieron menos oportunidades de preñarse durante el empadre (Bourdon y. Brinks, 1983; Vargas *et al.*, 1999) e incluso algunas, no alcanzaron a presentar celo durante el empadre por lo que fueron eliminadas del hato. Por otra parte las vacas del G3 y G4 tenían más de 42 DE por lo que la mayoría de ellas pudo haber llegado ciclando y así tener al menos tres oportunidades de preñarse durante el empadre. Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Robinson (2007) quien menciona que si una vaca tienen menos de 60 d del parto al inicio de la época de empadre o inseminación artificial su fertilidad se verá reducida.

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se llevó el presente estudio se puede concluir lo siguiente:

- Los resultados de este estudio, enfatizan la importancia de los días al empadre sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas productoras de carne en agostadero con empadre de corta duración.
- Al incrementar los días del parto al empadre, las vacas destetan becerros más pesados, son más eficientes al destete, se preñan al inicio de la época de empadre, tienen menos días para el parto siguiente, más días abiertos, mayor intervalo entre partos, mejor índice de productividad, menor día del parto siguiente, y vuelven a tener más días al empadre siguiente.
- Se confirma que los días abiertos y el intervalo entre partos no son medidas adecuadas de fertilidad cuando se utiliza una época de empadre controlada.

## VI. RESUMEN

Con la finalidad de estudiar el efecto de los días al empadre sobre el comportamiento productivo y reproductivo postparto de vacas productoras de carne, con empadre de corta duración y pastoreo anual en agostadero, se utilizó información de 752 ciclos de producción (parto-parto) correspondientes a 256 vacas Charolais. El empadre se realizó en los meses de junio, julio y agosto. Los registros se agruparon en función de los días del parto al inicio del empadre (DE) de las vacas en cuatro grupos: G1 (1 a 21 d), G2 (22 a 42 d), G3 (43 a 63 d) y G4 (64 a 84 d). Las variables productivas estudiadas fueron: peso al destete (PD), eficiencia de la vaca al destete (EVD) e índice de productividad de la vaca (IPV) y las reproductivas: días a la preñez (DPR), días abiertos (DA), días para el parto siguiente (DPP), día del parto siguiente (DP) siguiente, intervalo entre parto (IEP) y días al empadre siguiente (DES). Los datos fueron analizados con un modelo lineal de efectos fijos (año del parto y grupo de DE) con diferente número de repeticiones y covariables. Se encontró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de los DE sobre todas las variables productivas y reproductivas estudiadas. Las vacas del G4 destetaron becerros más pesados y fueron superiores 50.5, 28.8 y 11.8 kg que los becerros de las vacas de los grupos 1, 2 y 3, respectivamente. La EVD e IPV tuvieron una tendencia similar a la del PD, donde las vacas con

más DE (G4) fueron las que tuvieron mejor EVD e IPV y el promedio de ambas variables fuero disminuyendo a medida que disminuían los DE. Las vacas con más DE (G4) tuvieron menos DPR, se preñaron en promedio 35.9, 23.8 y 9.2 d antes que las vacas de los grupos 1, 2 y 3, respectivamente. Los DPP y DPS tuvieron una tendencia similar a los DPR. En cambio las vacas que tenían menos de 43 DE (G1 y G2) tuvieron menor DA e IEP con promedios similares ( $P>0.05$ ). El mayor promedio de estas variables lo tuvieron las vacas del G4, aún y cuando se preñaron primero en la temporada de empadre. Las vacas que tenía más DE, volvieron a tener más DES, pero el promedio en las grupos G3 y G4 disminuyó; mientras que los grupos G1 y G2 aumentó. De las vacas que tenían menos de 43 DE, solo el 60.5% volvió a destetar becerro al siguiente ciclo de producción esta proporción aumentó a 90.3% en las vacas con más de 42 DE. Se concluyó que con empadre restringido las vacas que tienen más días del parto al inicio del empadre tienen mejor comportamiento productivo y reproductivo postparto.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aello, S.M. 2014. Índice de conversión alimenticia en la cría vacuna: factores que la afectan. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 34:107-119.
- Arellano, S., J. Martínez, E. Romero, F. Briones, M. Domínguez y F. de la Garza. 2006. Factores genético-ambientales que afectan el intervalo entre partos y días a primer parto en ganado de doble propósito en el norte de Veracruz. *AIA.* 10:43-53.
- BIF. 2010. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs. 9<sup>th</sup> edn. L.V. Cundiff, L.D. Van Vleck y W.D. Hohenboken (eds.). North Carolina State University, Raleigh, NC.
- Bourdon, R.M. and J.S. Brinks. 1983. Calvin date versus calving Interval as a reproductive measure in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 57:1412-1417.
- Cammack, K.M., M.G. Thomas, and R.M. Enns. 2009. Review: reproductive traits and their heritabilities in beef cattle. *Proff. Anim. Sci.* 25:517-528.
- Castillo, S.P., J.F. Gutiérrez, F.A. Lucero, F. Briones y J.C. Martínez. 2012. Comportamiento reproductivo de un hato Angus en el Bajío mexicano. *AIA.* 16:63-73.
- Cienfuegos-Rivas, E.G., M.A.R. Orúe-Ríos, M. Briones-Luengo y J.C. Martínez-González. 2006. Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne (*Bos taurus*) y sus cruzas, VIII Región, Chile. *Arch. Med. Vet.* 38:69-75.
- 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.

- Colmenares, O., N. Martínez, C. Domínguez, B. Birbe y P. Herrera. 2007. Indicadores productivos y reproductivos en fincas ganaderas en los llanos centrales. I Simposio: Tecnologías Apropriadas para la Ganadería de los Llanos de Venezuela. 18 y 19 de Abril de 2007. IUT los Llanos, Valle de la Pascua, Estado Guárico, Venezuela.
- CONAGUA. 2006. Comisión Nacional del Agua. Saltillo, Coahuila, México.
- García E, R y R López T. 1997. Programa de manejo en el rancho “Los Ángeles”. Monografía histórica (1930-1995). UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 38 p.
- 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.
- Gavarrete, M.D., B.P. Delgado y R.B. Botero. 2009. Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical. Universidad Earth, Costa Rica. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/196174759/Parametros-productivos-y-reproductivos-de-importancia-economica-en-ganaderia-bovina-tropical#scribd>. Consultado. 10 de enero de 2015.
- 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
- Grigns, E.E., R.E. Short, R.K. Heitschmidt. 2003. Effects of calving date of weaning age on cow and calf production in the North Great Plain. J. Anim. Sci. 81(Suppl. 1):169-171.

- Grings, E.E., R.E. Short, K. Klement, M.D. MacNeil, M.R. Haferkamp, T.W. Geary, and R.K. Heitschmidt. 2005. Calving system and weaning age effects on cow and preweaning calf performance in the Northern Great Plains. *J. Anim. Sci.* 83:2671-2683.
- Grings, E.E., T.W. Geary, R.E. Short, and M.D. MacNeil. 2007. Beef heifer development within three calving systems. *J. Anim. Sci.* 85:2048-2058.
- Guerra, I.D., J.V. Espinoza, A.E. Palacios, D.P. Gonzales, F.A. Rodríguez y A.T. Guillen. 2009. Comportamiento de (co)varianza de los días abiertos en bovinos Santa Gertrudis. *Téc. Pecu. Méx.* 47:145-155.
- Gutiérrez., J.P., I. Alvarez, I. Fernández, L.J. Royo, J. Díez, and F. Goyache. 2002. Genetic relationships between calving date, calving interval, age at first calving and type traits in beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 78:215–222.
- 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.
- La Torre, W. 2001. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Rev Inv Vet Perú.* 12:179-184.
- Luna de la Peña, R., D.G. Iglesias, D.G. Peña, J.L.E. Villavicencio, A.P. Espinosa, and R.N. Domínguez. 2008. Componentes de (co)varianza de caracteres reproductivos y su relación genética con el peso al destete en el ganado Cebú de Cuba. *Téc. Pecu. Méx.* 46:225-234.
- MacGregor R.G. and N.H. Casey. 2000. The effects of maternal calving date and calving interval on growth performance beef calves. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 30:70-76.
- MacNeil, M.D. 2005. Genetic evaluation of the ratio of calf weaning weight to cow weight. *J. Anim. Sci.* 83:794-802.

- 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.
- Magaña, J.G., R. Delgado y J.C. 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, 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.
- Martínez, V.G., M.B. Montañó y J.P. Franqueza. 2008. Productividad hasta el destete de vacas Criollo, Guzerat y sus cruces recíprocas F1. Téc. Pecu. Méx. 46:1-12.
- 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.
- Mathis, C.P. and J.E. Sawger. 2000. Beef Cow Production Efficiency in the Southwest. NMSU Cooperative Extension Service Report, Las Cruces, NM. Guide B-217.
- 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.

- Meyer, K., K.Hammond, M.J. Mackinnon, and S. Sivarajasingam. 1990. Estimates of heritability and repeatability for reproductive traits in Australian beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 25:15-30.
- 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.
- Morton, J.M. 2010. Interrelationship between herd-level reproductive performance measures based on intervals from initiation of the breeding program in year-round and seasonal calving dairy herds. *J. Dairy Sci.* 93:901-910.
- 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. Colleague of Agriculture y Biological Sciences. South Dakota State University, SD, Usa pp 1-5.
- Pinedo, P.J. and A. De Vries. 2010 Effect of days to conception in the previous lactation on the risk of death and live culling around calving. *J. Dairy Sci.* 93:968–977.

- Ríos, U.A., M.V.E. Vega, B.M. Montaña, L.J. Lagunes y F.J.V. Rosete. 1996. Comportamiento reproductivo de vacas Brahman, Indobrasil y cruzas F<sub>1</sub>, Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo x Cebu y peso al destete de sus crías. *Téc. Pecu. Méx.* 34:20-28.
- Robinson, D.L. 2007. Days to calving in artificially inseminated beef cows: comparison of potential traits. *Livest. Sci.*169110:174–180.
- 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.
- Sá Filho, 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.
- Sala, V.E., L.G de Albuquerque, M.E.Z. Mercadante, A. Boligon y S. F.M Bonilha. 2009. Eficiência Produtiva de Vacas da Raça Nelore. *N. Odessa.* 66:107-113.
- Salamanca, C.A., V.R. Quintero y J.M. Bentez. 2011. Características de crecimiento predestete en becerros del Sistema Doble Propósito en el municipio de Arauca. *Zoot. Trop.* 29:455-465.
- Salgado, R., J. Álvarez., M. Bertel, M. González, L. Meza. y L. Terregaza.2003. Efecto de la época de parto y del sistema de amamantamiento sobre la eficiencia reproductiva de vacas del sistema doble propósito. *MVZ-Córdoba.* 8:323-328.
- Sánchez, T. A. 2010. Análisis técnico económico del intervalo entre partos de bovinos. U. Nal. AFAGRO LTDA . Medellín, Colombia.

- SAS, 1989. SAS/Stat. User's Guide (Release 6.12). SAS Inst. Inc. Cary, NC. U.S.A.
- Urioste, J.I, I. Misztal, and J.K. Bertrand. 2007. Fertility traits in spring-calving Aberdeen Angus cattle. 2. Model comparison. J. Anim. Sci. 85:2861-2865.
- Vargas, C.A., T.A. Olson, C.C. Chase, A.C. Hammond, and M.A. Elzo. 1999. Influence of frame cattle size and body condition score on performance of Brahman cattle. J. Anim. Sci. 77:3140-3149.
- Vázquez, A.R., J.A. Villarreal y J. Valdés R. 1989. Las plantas de pastizal del Rancho Experimental Ganadero "Los Ángeles" municipio de Saltillo, Coahuila. Folleto de divulgación. 11 (18). Buenavista, Saltillo, Coahuila. 20 p.
- Vergara, G.O., L.A. Botero y C.B. Martínez. 2009. Factores ambientales que afectan la edad al primer parto y el primer intervalo entre partos en vacas del sistema de doble propósito. MVZ Córdoba 14:1594-1601.
- Wattiaux, A.M. 2001. Manejo de la eficiencia reproductivo. En Esenciales lecheras. Insstituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional para la industria lechera. Universidad de Wisconsin-madison. Disponible en: [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de\\_13.es.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_13.es.pdf). Consultado 16 de diciembre de 2014
- Werth, L.A., S.M. Azzam, and J.E. Kinder.1996. Calving intervals in beef cows at 2, 3, and 4 years of age when breeding is not restricted after calving. J. Anim. Sci. 74:593-596.