

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
POSTGRADO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**FACTORES GENÉTICOS Y AMBIENTALES QUE AFECTAN LA PREÑEZ DE
VACAS BRAHMAN DE PRIMER SERVICIO Y PRIMERA LACTANCIA**

Autor :
Est. Grad. LUIS CAMARIPANO
Tutor:
Dr. Dieter Plasse
Comité Asesor
Ph.D. Omar Verde
M.Sc. Rafael Romero

Maracay, diciembre 2011

**FACTORES GENÉTICOS Y AMBIENTALES QUE AFECTAN LA PREÑEZ DE
VACAS BRAHMAN DE PRIMER SERVICIO Y PRIMERA LACTANCIA**

LUIS LEVIN CAMARIPANO RUIZ

Trabajo de grado sometido a la consideración de las Comisiones de Estudio para
Graduados de las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias como
requisito parcial para optar al grado de:
Magíster Scientiarum

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
POSTGRADO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

Maracay, diciembre de 2011

DEDICATORIA

A la ciencia

A la ganadería

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a Dios principalmente, entre otras cosas, por permitir la intervención de aquellas personas e instituciones que de alguna manera y con buena voluntad me han ayudado a salir adelante con este trabajo. Especialmente al Dr. Dieter Plasse por ser un excelente mentor. A todos, infinitas gracias.

.

RESUMEN

Con el objetivo de establecer los efectos que inciden sobre el carácter preñez en vacas Brahman de primer servicio de dos años de edad y de primera lactancia de tres años de edad se estableció el presente estudio, el cual se llevó a cabo mediante la utilización de datos provenientes del laboratorio de procesamiento de datos de la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV. Los datos han sido recolectados de los diversos proyectos de investigación que se han realizado por más de 40 años en la cátedra, los mismos se han diseñado y ejecutado por personal científico calificado y supervisados por veterinarios y personal profesional en las fincas. El material incluye ocho rebaños, seis provenientes de una cooperativa genética de vacas Brahman, un rebaño de una estación experimental universitaria y el otro rebaño proviene de una empresa ganadera privada la cual ha cooperado con las investigaciones por muchos años. Todos los rebaños han tenido programas de manejo, sanitarios y nutrición y con temporada de servicio limitada de 3 a 4 meses. La base de datos original consistió de 12891 registros. Después de eliminar 6266 registros debido a pérdidas de la identificación de paternidad y toros de servicio, se dispuso de 6625 registros para los análisis de preñez de vacas de primer servicio (Novillas) y 3414 para las vacas de primera lactancia en su segunda temporada de servicio. En la edición de datos la preñez se codificó éxito (100) o fracaso (0). Una vez realizado los análisis preliminares usando el paquete estadístico SAS, el modelo final fue establecido con la metodología de los modelos mixtos, utilizando un modelo animal con el programa de MTDFREML. Los efectos fijos en el análisis de vacas de primer servicio fueron rebaño (RE), año de nacimiento anidado dentro de rebaño AN(rebaño), mes de nacimiento anidado dentro de rebaño MN(rebaño), la covariable lineal peso de entrada a servicio (P24m) y los efectos aleatorios padre de la vaca (PV) y toro en servicio (TV). Para las vacas de primer servicio el modelo animal incluyó los efectos fijos en una variable (RE*AN*MN). Para las vacas de primera lactancia los efectos fijos sobre el carácter de preñez fueron RE, año de parto dentro de rebaño AP(rebaño), estado de lactancia dentro de rebaño EL(rebaño), sexo del becerro (S) y las covariables lineales peso a 24 meses y el peso al destete del becerro ajustado a 205 días y los efectos aleatorios PV y TV. Para el modelo animal el efecto fijo se combinó en una variable (RE*EL*AP). Casi todos los efectos incluidos sobre preñez fueron altamente significativos. Los promedios de preñez no ajustados y ajustados fueron 79.4 y 80.2 % para las vacas de primer servicio y 42.4 y 39.2 % para las de primera lactancia, respectivamente. Los índices de herencia para preñez de vaca de primer servicio y vacas de primera lactancia fueron 0.08 ± 0.02 , y 0.06 ± 0.03 , respectivamente. La variancia genética fue en las vacas de primer servicio 141.4 y de primera lactancia 126.3. Valores genéticos extremos entre los padres fueron de 42 puntos porcentuales para la característica preñez de las vacas Brahman de primer servicio y 29 puntos porcentuales en la misma característica en vacas de tres años de edad de primera lactancia. Aunque en la práctica, la variación entre toros para la selección anual es considerablemente menor, hay una diferencia genética palpable entre aquellos que transmiten alto y bajo potencial genético para la tasa de preñez, la cual debe ser considerada en los programas de selección.

ABSTRACT

With the objective to determine the effects influencing the variation of the binary trait pregnancy of two year old first service and three year old lactating Brahman cows, the data base of the Genetic Section of the Veterinary Faculty of the Central University of Venezuela (UCV) was used. The data had been collected during 40 years within different research programs on private farms or experiment stations, which were in every case designed and executed by scientific personnel and supervised at the farm level by veterinarians and practical personnel. This study included the material of eight herds, six belonging to a genetic cooperative of Brahman cows, one is a university experiment station herd and the other a herd of a private cattle company which cooperated with the research group for many years. All herds had a limited breeding season between 3 to 4 months and there were basic management, sanitary and mineral-nutrition programs. The original base consisted of 12891 data. After eliminating 6266 data because of missing paternity or missing breeding bull identification, 6625 data were available for first service cows (heifers) and 3414 for first lactating cows in their second breeding season. When editing the data, pregnancy was coded to be success (100) or failure (0). After performing several preliminary analysis using the SAS statistical package the final models were constructed with the mixed models methodology using an animal model with the MTDFREML program. Fixed effects of the analysis of first service cows, were: herd (HE), birth year within herd BY(herd), birth month within herd BM(herd), the linear covariate of weight before the breeding season (24W) and the random effects of sire (S) and service bull (B). For first service cows the animal model included a fixed effects variable (HE-BY-BM). For the first lactating cows fixed effects on pregnancy were HE, BY(herd), lactation stage within herd LS(herd), sex of calf (SX) and the linear covariates 24 months weight and 205 day weaning weight and random effects of (S) and (B). Almost all included effects on pregnancy were highly significant. Mean non adjusted and adjusted pregnancy rates were 79.5 and 80.2 for first service cows and 42.4 and 39.2 for first lactation cows, respectively. Heritabilities for pregnancy of first service cows and first lactating cows were 0.08 ± 0.02 and 0.06 ± 0.03 , respectively. Genetic variances were for first service cows and first lactating cows 141.4 and 126.3, respectively. Genetic values of extreme bulls were 42 percentage points for the trait pregnancy of two year old first service and 29 percentage points for the trait pregnancy of three year old lactating Brahman cows. Although the variation among bulls for annual selection would be considerably less, there is a detectible genetic difference between bulls who transmit high and those who transmit low genetic potential for pregnancy rate, which should be considered in the selection program.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1. Preñez	4
a. Definición	4
b. Medida de la eficiencia reproductiva del rebaño	4
c. Importancia de la eficiencia reproductiva en la producción bovina	5
d. Efectos y parámetros genéticos que influyen en la eficiencia reproductiva del rebaño	7
e. Efectos no genéticos que influyen en la eficiencia reproductiva	11
Año	11
Edad y peso de la vaca en la primera temporada de servicio	11
Nivel nutricional	14
Toro en servicio	16
Efecto de la lactancia	17
Sexo del becerro y peso al destete	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
1. Ubicación y descripción de los rebaños	19
2. Descripción de los datos	21
IV. ANÁLISIS Y PRUEBAS ESTADÍSTICAS	26
1. Modelos estadísticos	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
1. Porcentaje de preñez de vacas de primer servicio	33
2. Porcentaje de preñez de vacas de primera lactancia	45
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Promedios de porcentajes de preñez de rebaños <i>Bos indicus</i> completos, vacas de primer servicio (2 años), vacas lactantes y de primera lactancia.....	6
Cuadro 2. Descripción de los rebaños.....	20
Cuadro 3. Descripción de la base de datos original (Archivo A ₁), vacas de 1er servicio.....	24
Cuadro 4. Descripción de la base de datos original (Archivo B), vacas de 1era lactancia.....	25
Cuadro 5. Información utilizada en análisis de vacas de primer servicio.....	27
Cuadro 6. Información del número de padres y toros distintos por ható en archivo A ₁ del análisis de vacas de primer servicio.....	28
Cuadro 7. Información utilizada en análisis de vacas de primera lactancia.....	28
Cuadro 8. ANAVAR por Método de Máxima Verosimilitud Restringida (SAS) del análisis para el carácter preñez de vacas de primer servicio.....	33
Cuadro 9. Porcentaje de preñez (%) no ajustado y ajustado, error típico (ET) y peso promedio de entrada a servicio (24m) en vacas de primer servicio.....	38
Cuadro 10. Rango de pesos, número observaciones en cada clase de pesos y preñez no ajustada de las vacas de primer servicio.....	40
Cuadro 11. Porcentaje de preñez no ajustado, promedio de peso (kg) de entrada a servicio y rangos de peso por rebaño.....	41
Cuadro 12. Estimados de varianza genética aditiva (σ^2_a), varianza ambiental (σ^2_e), varianza fenotípica (σ^2_P), índice de herencia (h^2) y error típico de preñez de vacas de primer servicio.....	41
Cuadro 13. Descripción del material analizado, número de hijas y variación del valor genético entre los diez padres superiores y los diez inferiores de preñez de vacas de 1er servicio.....	44
Cuadro 14. ANAVAR por Método de Máxima Verosimilitud Restringida (SAS) del análisis para el carácter preñez en vacas de primera lactancia...	45

Cuadro 15. Porcentaje de preñez ajustado y no ajustado (%), error típico (ET) y peso promedio de entrada a servicio a 24 m de vacas de primera lactancia.....	51
Cuadro 16. Rango de pesos, número de observaciones en cada clase de pesos a 24m y preñez de las vacas de primera lactancia.....	52
Cuadro 17. Porcentaje de preñez no ajustado, promedio de peso (kg) de entrada a servicio y rangos de peso por rebaño de vacas de primera lactancia.....	53
Cuadro 18. Porcentaje de preñez ajustado por estado de lactancia, número de observaciones y error típico en vacas de primera lactancia.....	54
Cuadro 19. Porcentaje de preñez ajustado (%) por estado de lactancia por rebaño y total en vacas de primera lactancia.....	56
Cuadro 20. Porcentaje de preñez (%) no ajustado, ajustado y total por sexo del becerro en vacas de primera lactancia.....	57
Cuadro 21. Estimados de varianza genética aditiva (σ^2_a), varianza ambiental (σ^2_e), varianza fenotípica (σ^2_p), índice de herencia (h^2) y error típico de preñez de vacas de primera lactancia.....	57
Cuadro 22. Descripción del material analizado, número de hijas y variación del valor genético entre los diez padres superiores y los diez inferiores de preñez de vacas de 1 era Lactancia.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Año de nacimiento dentro de rebaño. Porcentaje de preñez en vacas de primer servicio.....	35
Figura 2. Mes de nacimiento dentro de rebaño. Porcentaje de preñez en vacas de primer servicio.....	36
Figura 3. Año de parto dentro de rebaño. Porcentaje de preñez en vacas de primera lactancia.....	47

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería de carne en Venezuela, y en el trópico en general, se caracteriza por ser de baja productividad, debido a la falta de aplicación de tecnologías generadas en las universidades e instituciones estatales, las deficientes políticas oficiales que impulsarían al sector ganadero a invertir en las unidades de producción, la pobre organización del sector y a cambios climáticos que se suceden en el trópico y que solo en parte pueden ser contrarrestados.

La eficiencia reproductiva de los rebaños es uno de los caracteres que más influye sobre la economía de producción, ya que de ella depende gran parte de los ingresos de las fincas. Actualmente es en la eficiencia reproductiva y en las pérdidas en las diferentes etapas del proceso productivo, donde se presentan los niveles de ineficiencia más altos en la ganadería bovina venezolana.

La reproducción es un carácter complejo, en el que, al indagar en las causas que provocan los bajos índices de producción, se consiguen múltiples factores, entre los cuales están los nutricionales, sanitarios, genéticos y de manejo. Ninguno prevalece sobre otro, más, todos interactúan entre sí.

Las vacas de primer servicio (novillas) y las vacas de primera lactancia representan en un rebaño, en el cual la reproducción es adecuada, aproximadamente el 20 y 15 %, respectivamente, del total de vacas del rebaño. Es en estos dos grupos, donde se presenta la mayor cantidad de problemas reproductivos, por ser las clases de hembras de más altos requerimientos nutricionales de todo el rebaño. En el caso de las vacas de primer servicio, hoy día son muchas las explotaciones ganaderas que tienen hembras con 3 años expuestas a toros por primera vez, aun cuando existen varias experiencias de incorporarlas a servicio con dos años y con resultados de aceptables a buenos en la eficiencia reproductiva. El simple hecho de adelantar un año la incorporación de las novillas a servicio incide de modo

acentuado sobre los niveles de producción y rentabilidad del rebaño (Llamozas, 2004).

El grupo de vacas que más influencia tiene sobre los bajos niveles de productividad en la ganadería tropical es el de vacas de primera lactancia, ya que tienen el menor porcentaje de preñez y se ha convertido en un verdadero problema el lograr conseguir niveles satisfactorios de reproducción en esta clase de hembras.

La eficiencia reproductiva es un carácter que puede ser medido de diversas maneras. Para el caso del presente estudio se usará la condición de preñez después de una temporada de servicio restringida entre tres y cuatro meses como indicador de ese carácter, ya que es una manera fácil de medir, a través del tiempo, qué tan eficientes son las vacas en las explotaciones cuando existe una temporada de servicio. Es necesario estudiar, identificar y cuantificar los factores que afectan la condición de preñez de las vacas de primer servicio y de primera lactancia para lograr que estos grupos de hembras alcancen niveles satisfactorios en este importante carácter.

Con el fin de contribuir al conocimiento sobre la eficiencia reproductiva de vacas Brahman de primer servicio a 2 años y de primera lactancia a 3 años de edad, se establecieron los siguientes objetivos para el presente trabajo:

- Determinar el porcentaje de preñez en vacas Brahman de primer servicio y de primera lactancia en rebaños ubicados en distintas zonas ecológicas.
- Identificar y cuantificar los factores que influyen en el porcentaje de preñez en vacas Brahman de primer servicio y de primera lactancia.
- Estimar las variancias genéticas aditivas, no genéticas y otros parámetros genéticos de la preñez en vacas Brahman de primer servicio y de primera lactancia.

- Determinar el efecto del peso de entrada a servicio sobre la condición de preñez en vacas Brahman de primer servicio y de primera lactancia.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Preñez

a. Definición

La preñez o gestación es un proceso complejo que se inicia con la fecundación y culmina exitosamente con el nacimiento de un ser vivo. Durante la fase de gestación se llevan a cabo en la hembra una serie de reacciones físicas y químicas, que a su vez, provocan diversos cambios hormonales (Salisbury *et al.*, 1978). La gestación fue definida por Holy (1985) como un estado fisiológico donde se desarrolla un feto en el útero y culmina con la expulsión del producto maduro. La preñez en bovinos de carne es diagnosticada comúnmente a través de la palpación transrectal alrededor de los 45 a 60 días después de culminada la temporada de servicio. En este diagnóstico se definen normalmente dos condiciones: (1) preñada ó (2) no preñada, por lo cual, este carácter es de orden binomial, también llamado umbral.

b. Medida de la eficiencia reproductiva del rebaño

Para medir la eficiencia reproductiva en rebaños manejados con temporada de servicio, se utiliza el porcentaje de preñez (Romero, 1989). Se calcula al relacionar el número de vacas preñadas con el número de vacas expuestas a toro, multiplicando por 100. También se puede obtener dividiendo el número de vientres preñados entre el número de hembras palpadas, multiplicando por 100. Esta última manera de estimar el porcentaje de preñez es recomendada por Plasse (1988), especialmente para aquellos rebaños donde la mortalidad o pérdida de vientres es alta o existan movimientos significativos del rebaño durante la temporada de servicio. De esta manera, sí el número de vacas expuestas a toro varía

considerablemente, entre el inicio de la temporada y la palpación, es mejor usar el total de vacas palpadas.

c. Importancia de la eficiencia reproductiva en la producción bovina

La eficiencia reproductiva es un factor importante de la productividad en el ganado. Valores bajos impiden un incremento de la producción de carne y disminuyen la cantidad de animales disponibles para reemplazo, retrasando el avance genético. En general, una baja eficiencia reproductiva está asociada a condiciones ambientales desfavorables. Plasse (1988) estimó un rango de 35 a 60 % para los promedios de porcentaje de preñez reportados en la literatura de *Bos indicus* en diferentes zonas ecológicas de América Latina. Romero (1989) encontró en la literatura para diferentes rebaños Brahman valores entre 47 y 92 %. No existe evidencia que indique que los niveles de preñez en esta región han aumentado hoy día. Un trabajo reportado por Urbani (1996) indica que Venezuela necesitaba cuarenta animales para producir una tonelada de carne, siendo este el peor valor para el indicador de productividad de los países estudiados. Al observar los amplios rangos de porcentaje de preñez y de la cantidad de animales necesarios para producir una tonelada de carne, resalta la importancia de estudiar los factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra bovina, con especial atención en las vacas Brahman de primer servicio y de primera lactancia, las cuales tienen los más bajos índices reproductivos (Plasse, 1988).

La mayor parte de la literatura consultada coincide en señalar que los animales *Bos indicus* tienden a tener una baja tasa de concepción cuando están lactando, lo cual se acentúa en la vaca de primera lactancia, uno de los efectos que más incide sobre la preñez de las vacas es el nivel nutricional durante el año. En el Cuadro 1 se resumen los porcentajes

Cuadro 1. Promedios de porcentajes de preñez de rebaños *Bos indicus* total, vacas de primer servicio (2 años), vacas lactantes y de primera lactancia

Promedio del rebaño ^a %	Vacas de primer servicio %	Vacas lactantes %	Vacas de primera lactancia %	Autor
64.8		43.6 ^b , 59.1 ^c		Meade <i>et al.</i> (1959)
70.6		63.2 ^c		Temple y Farthing (1963)
33.0		25.0 ^b		Donaldson (1967)
70.9	68.7	57 ^b	49.7	Warnick <i>et al.</i> (1960)
70.0		44.0 ^b , 61.0 ^b		Warnick <i>et al.</i> (1967)
60.3			37.0	Lamond (1967)
63.0		54.3 ^c		Linares <i>et al.</i> (1974)
77.4	64.4	73.9 ^c		Plasse <i>et al.</i> (1975)
76.1		70.6 ^c		Linares <i>et al.</i> (1976)
74.8			60.3	Plasse <i>et al.</i> (1978)
70.5				Bauer <i>et al.</i> (1986)
81.5				Galdo <i>et al.</i> (1986)
46.8	5.2	21.1 ^c		Hoogesteijn <i>et al.</i> (1990 _a)
70.4	29.3	57.3 ^c	48.9	Hoogesteijn <i>et al.</i> (1990 _b)
89.3	79.1	81.3 ^c		Montoni <i>et al.</i> (1992)
70.5		65.4 ^c		Plasse <i>et al.</i> (1993 _a)
86.6		67.1 ^c		Plasse <i>et al.</i> (1993 _b)
72.9	44.0	49.4 ^c		Plasse <i>et al.</i> (1995)
75.2	76.2		58.7	Montoni (1995)
76.2	76.5		59.5	Montoni <i>et al.</i> (1995)
78.5		69.6 ^d		Plasse <i>et al.</i> (1997)
	84.0			Freetly y Cundiff (1997)
54.7	69.4 ^e	44.9 ^c		Plasse <i>et al.</i> (1999)
63.4	68.4	56.6 ^c		Arango <i>et al.</i> (1999)
85.0		80.0 ^c	70.0	Morales y Mejia (1999)
75.0	89.9 ^{de}	73.9 ^c		Romero <i>et al.</i> (2000)
75.9			62.1	Correa <i>et al.</i> (2000)
	57.2			Patiño y Cardenas (2004)
			25.0, 50.0, 56.0 ^f	Vásquez y Bastidas (2005)
70.0	78.0			Plasse <i>et al.</i> (2005)
	80.8			Plasse <i>et al.</i> (2006)
74.2 ^g			63.0	Plasse <i>et al.</i> (2007)
	86.3			Verde (2008)
69.0	72.0		30.2, 24.4 ^h	Gómez <i>et al.</i> (2010)
	83.1 ^h		78.6 ⁱ	SEPROCEBÚ (2011)

^aPromedios ajustados o no ajustado, ^bVacas de 2 a 4 años, ^c Vacas adultas, ^dPromedios de cruces,

^eIncluye vacas no lactantes, ^f Grupo control y dos tratamientos. ^g No incluye vacas de 1 er servicio.

^hDos hatos. ⁱDatos no publicados, promedio de los últimos 5 años.

de preñez promedio de rebaños y de los subgrupos de vacas de primer servicio, vacas lactantes y vacas de primera lactancia publicados en la literatura científica.

En este cuadro están indicados promedios de hembras *Bos indicus* y también de *Bos taurus*, ubicadas en zonas tropicales, subtropicales y templadas. Los porcentajes de preñez para vacas de primer servicio de dos años de edad oscilan entre 5.2 % (Hoogesteijn *et al.*, 1990_a) y 89.9 % (Romero *et al.*, 2000). El de vacas lactantes multíparas incluidas las de primera lactancia está entre 21.1 % (Hoogesteijn *et al.*, 1990_a) y 81.3 % (Montoni *et al.*, 1992), y el rango de doce trabajos donde sólo se incluyen las vacas de primera lactancia está entre 24.4 % (Gómez *et al.*, 2010) y 70 % (Morales y Mejía, 1999), adicional a esto SEPROCEBÚ (2011, datos no publicados) tienen en promedio de los últimos cinco años un valor de 78.6 % en las vacas de primera lactancia en sus siete rebaños en cinco estados del país.

Se aprecia en el Cuadro 1 que en todos los rebaños los promedios de vacas lactantes son inferiores al promedio general y al de vacas de primer servicio, a excepción de cinco valores en vacas de primer servicio, reportados por Plasse *et al.* (1975, 1995), Hoogesteijn *et al.* (1990_a, 1990_b) y Montoni *et al.* (1992), donde las vacas de primer servicio no tuvieron muy buenos pesos de entrada a temporada.

d. Efectos y parámetros genéticos que caracterizan la eficiencia reproductiva del rebaño

Existen dos tipos de efectos genéticos que influyen la eficiencia reproductiva: los aditivos que responden a la selección y los no aditivos que son los responsables de la heterosis en los sistemas de cruzamiento. La estimación de los parámetros genéticos, como el índice de herencia y las correlaciones genéticas, son indispensables para diseñar programas de

selección, medir la respuesta directa y correlacionada en ellos y para la evaluación del valor genético de los animales.

La importancia de las correlaciones genéticas radica en que ellas expresan el grado con que dos caracteres están relacionados, debido a que son determinados en parte por los mismos genes o grupos de genes. La variación genética aditiva es la fracción de la diferencia fenotípica entre individuos que se transmiten de generación en generación. Esta variación se estima a través del índice de herencia, el cual expresa la proporción de la varianza total que es debida a la variancia genética aditiva

Son pocos los trabajos en los que se han estimado los índices de herencia para el porcentaje de preñez. En hembras Brahman, Deese y Koger (1967) señalan un índice de herencia de 0.14 ± 0.13 . Franke *et al.* (1973) reportan un valor de 0.25 ± 0.17 . Trabajando con la misma raza que los autores anteriores en vacas de primer servicio Cruz *et al.* (1976) obtuvieron un índice de herencia de 0.25 ± 0.17 y en vacas de primera lactancia 0.09 ± 0.14 . En una población de vacas de primer parto F_1 Nelore x Brahman, Bastidas y Verde (1981) reportaron un índice de herencia de 0.14 ± 0.19 para preñez. Romero (1989) encontró para vacas de primer servicio valores de 0.25 ± 0.26 y de 0.09 ± 0.04 para todos los grupos etarios de vacas Brahman, Guzerá y Nelore y sus cruces. Patiño y Cárdenas (2004) con datos provenientes de tres hatos estimaron un valor de índice de herencia de 0.15 para preñez de novillas, y en vacas de primer servicio, Plasse *et al.* (2005), en un rebaño con más de 40 años de selección obtuvieron un índice de herencia de 0.14, con una tendencia genética anual de 0.06 % ($P < 0.05$). Verde (2008) estimó con seis modelos diferentes en una estación experimental de la Universidad Central de Venezuela con ganado Brahman, índices de herencia para preñez de novillas que oscilaron entre 0.01 y 0.07 y errores típicos entre 0.01 y 0.04. Sementales Probados Cebú (SEPROCEBÚ, 2011) que es una cooperativa genética de ganado de la raza Brahman, la

cual ha trabajado durante 23 años, obtienen un valor de 0.08 para el índice de herencia en preñez de vacas de primer servicio. A excepción de los cuatro últimos trabajos, donde se utiliza modelo animal, todos los demás valores de índice de herencia se estimaron bajo el método de cuadrados mínimos, donde se observa que los errores típicos son más altos que los encontrados con modelo animal.

Plasse (1988) resumió 18 estimaciones de índices de herencia de diferentes caracteres reproductivos, donde están algunas de las publicaciones citadas anteriormente, y provienen de trabajos realizados en Brasil, Costa Rica, Florida y Texas y obtuvo valores con un promedio no ponderado de 0.27 y un rango entre 0.08 a 0.63.

En Brasil, con ganado Nelore, Lobo (1998) indica un índice de herencia de 0.29 ± 0.09 para edad al primer parto y de 0.14 ± 0.01 para intervalo entre partos. Para porcentaje de parto en vacas de primer servicio, Splan *et al.* (1998) obtuvieron un índice de herencia de 0.09 ± 0.04 utilizando diversas razas paternas, incluyendo al Brahman. El índice de herencia para preñez reportado por Doyle *et al.* (2000) trabajando con vacas de primer servicio Angus fue de 0.27 ± 0.17 . En un trabajo realizado con modelos mixtos por Buddenberg *et al.* (1989) se señala para las razas Angus, Hereford y Polled Hereford índices de herencia de 0.17, 0.04 y 0.05 respectivamente, con procedimientos de máxima verosimilitud restringida (REML por su siglas en Ingles). Morris y Cullen (1994) en diferentes razas *Bos taurus* obtuvieron un valor de índice de herencia para porcentaje de preñez en vacas de primer servicio de 0.04 ± 0.04 y Burrow (2001) con modelo animal en razas compuestas tropicalizadas obtuvo un índice de herencia de 0.04 para porcentaje de preñez.

Roman *et al.* (2010), reportan en un trabajo con vacas de primer servicio doble propósito y dos modalidades de estimación de índice de

herencia para preñez, valores de 0.03 ± 0.02 bajo el procedimiento de máxima verosimilitud restringida (REML) y 0.07 con un modelo Bayesiano.

En un estudio amplio de literatura realizado por Koots *et al.* (1994), en el cual se resumen diversos estimados de heredabilidad para varias características incluyendo las reproductivas, y donde se utilizó la metodología del modelo animal, se obtuvo en promedio de 19 trabajos con varias razas de ganado de carne, incluyendo a la Brahman y sus cruces, un índice de herencia para tasa de preñez en vacas multíparas de 0.28 y en siete trabajos con vacas de primer servicio un promedio de 0.05.

Un efecto genético que influye en la preñez es el padre de la vaca, hecho reportado por Romero (1989). Esto puede ser debido a que el padre transmite buenos genes para el crecimiento, lo que influye en un mejor desarrollo de las novillas al primer servicio y ésto, a su vez, tiene un efecto marcado sobre la preñez de la segunda temporada (Plasse *et al.*, 1978; Montoni, 1995), pero también es posible que esté involucrado un efecto genético aditivo que influya en la eficiencia reproductiva independiente del peso. Existe muy poca información sobre el efecto padre en los caracteres reproductivos. Sin embargo, en vacas de primer servicio Franke *et al.* (1973) y Cruz *et al.* (1976) encontraron significancia estadística del efecto del padre sobre la preñez ($P < 0.05$) bajo condiciones de subtrópico, no así Bastidas y Verde (1981), con vacas de primer servicio cruzadas F_1 Nelore x Brahman. Romero (1989), aunque observó diferencias importantes en el porcentaje de preñez entre los rebaños de su estudio, no encontró diferencias desde el punto de vista estadístico en novillas *Bos indicus*, con relación a este carácter. Este mismo autor si encontró efecto significativo ($P < 0.05$) del padre en vacas Brahman adultas. Esta diferencia de significancia entre vacas adultas y de primer servicio, tal vez se deba a un muy superior desarrollo corporal de estas últimas, lo que garantizó un peso óptimo de entrada a su primer servicio, minimizando el efecto de padre. En dos trabajos Plasse *et al.*

(2005, 2007) indicaron para el porcentaje de preñez grandes diferencias de DEPs (diferencias esperada entre progenies) entre padres de vacas de primer servicio hasta 28 puntos porcentuales en el primer trabajo y 12 puntos porcentuales en el segundo. Dejando de manifiesto la amplia variación entre padres del mismo rebaño.

e. Efectos no genéticos que influyen en la eficiencia reproductiva

Año. Si se incluye en el modelo de análisis el año, éste constituye un efecto estadístico que refleja los cambios climáticos, sanitarios, nutricionales y de manejo que influyen la eficiencia reproductiva. Está determinado principalmente por la disponibilidad de nutrientes (pastos), que a su vez está influenciado por los cambios de clima. Un factor de gran importancia y que explica en parte las variaciones existentes entre años, debido a los cambios ambientales, lo constituye la salud del rebaño. Otros factores que contribuyen con las variaciones interanuales son las mejoras nutricionales (pastos), sanitarias, genéticas, y de manejo. Diversos autores señalan el efecto significativo del año sobre la preñez tanto en *Bos indicus* como en *Bos taurus* y sus cruces (Meade *et al.*, 1959; Schilling y England, 1968; Linares *et al.*, 1974, 1976, 1981; Plasse *et al.*, 1975, 1978, 1993a, 1995, 2007; Cruz *et al.*, 1976; Velarde *et al.*, 1976; Duarte *et al.*, 1986; Romero, 1989; Montoni *et al.*, 1992; Arango y Plasse, 1995; Montoni, 1995; Mejia y Morales, 1996; Arango *et al.*, 1999; Morales y Mejia, 1999; Patiño y Cárdenas, 2004; Verde, 2008 y Gómez *et al.*, 2010). Contrario a esto, Warnick *et al.* (1967) en un estudio llevado a cabo en una estación experimental de Florida, no obtuvieron efecto del año sobre el porcentaje de preñez en vacas Brahman; tampoco Romero *et al.* (2000) en un rebaño en una zona de mejores condiciones ambientales del estado Carabobo en Venezuela.

Edad y peso de la vaca en la primera temporada de servicio. La edad en que las vacas obtendrán su primera cría está determinada, entre otros factores, por el momento en que alcancen la pubertad y la madurez sexual. Pero la edad también influye en períodos posteriores porque la eficiencia fisiológica cambia a través de la vida. Por todo esto, Plasse (1988) señala que la edad determina la eficiencia reproductiva de las vacas. Este autor considera que la razón principal por la tardía concepción de las hembras en primer servicio es la alta edad a pubertad provocada por la baja tasa de crecimiento en condiciones de restricción nutricional. Salisbury *et al.* (1978) señalan que la raza, el nivel nutricional, la época y otros factores afectan la edad a pubertad. En este sentido Plasse *et al.* (1968) y Randel (1984,1990_a), indican que en ambientes subtropicales las novillas Brahman alcanzan la pubertad a mayor edad que novillas de razas europeas. Linares *et al.* (1974), obtuvieron una menor edad en las novillas cruzadas, 9.3 % inferior al de las novillas Brahman, cuya edad promedio fue de 741 días a la pubertad. En fincas donde no existe una temporada de servicio y la preñez ocurre en hembras jóvenes, éstas producen crías muy débiles y el intervalo entre el primero y segundo parto es prolongado y, por el contrario, cuando se permite que las novillas conciban con una edad muy avanzada, probablemente se termina ocultando un problema de subfertilidad. La parte avanzada de la ganadería venezolana aspira que el primer parto de la vaca ocurra alrededor de los 3 años de edad. Esto es posible lograrlo con una temporada de servicio y con buenas condiciones nutricionales, sanitarias y de manejo. Lo importante en este caso es que la vaca de primer servicio alcance un peso adecuado. El peso es un reflejo de su tamaño y del estado nutricional. A las vacas de primer servicio se les debe proveer de condiciones que les garanticen alcanzar a los dos años, antes del inicio de la primera temporada de servicio, por lo menos 65 a 70 % de su peso adulto, lo cual es el factor decisivo en la mejora de la eficiencia reproductiva del rebaño.

Plasse *et al.* (1989) determinaron que el peso es, dentro de un rango determinado de edades, el factor más importante que influye en la probabilidad de concepción de la hembra bovina de primer servicio y de 2 años de edad. En este mismo trabajo los autores observaron en cinco rebaños que a medida que el peso promedio de entrada a servicio era menor, los porcentajes de preñez también disminuían, concluyendo que las vacas de primer servicio *Bos indicus* por debajo de 270 kg no garantizan un adecuado porcentaje de preñez y que para obtener tasa de preñez satisfactorias, estos pesos deben estar por encima de los 300 kg. El efecto positivo del peso de la vaca de primer servicio sobre el comportamiento reproductivo de ella como vaca de primera lactancia ha sido reportado en uno de los pocos y primeros trabajos que se realizaron en hembras *Bos indicus* por Plasse *et al.* (1978) y en hembras *Bos taurus* por Marshall *et al.* (1990); Sawyer *et al.* (1993) y De Rouen *et al.* (1994). Es tan importante el peso de entrada a servicio que Montoni (1995) reportó que uno de los efectos que más influyó en la preñez en las vacas de primera lactancia, fue el peso al inicio de su primera temporada de servicio; la regresión lineal de la preñez en la primera temporada de servicio sobre el peso fue 0.27, que significa que por cada 10 kg de peso adicional al inicio de la primera temporada de servicio el porcentaje de preñez en primera lactancia aumentaba en 2.7 puntos porcentuales. Más evidencia de la influencia del peso a inicio de la temporada de servicio fue señalada por Plasse *et al.* (1989) quienes obtuvieron, en cinco rebaños, un rango entre 0.6 y 6.1 puntos porcentuales mayor de preñez por cada 10 kg de peso adicional, lo cual fue ratificado por Plasse *et al.* (1995) donde el resultado fue de 0.6 puntos de porcentaje de aumento de preñez por cada 10 kg de peso y Montoni *et al.* (1992), el cual obtuvo 3 puntos porcentuales más de preñez por cada 10 kg de aumento de peso. En tres fincas del suroeste andino, Patiño y Cárdenas (2004) destacaron la importancia del peso de la vaca al primer servicio, al

encontrar que por cada decena de kilogramos se aumentaba la preñez en 1.7 puntos porcentuales, indicando que fue el factor más importante sobre la preñez en la primera temporada de servicio.

Es de primordial importancia establecer que el peso de entrada a servicio, en general se toma alrededor de 2 semanas antes del inicio de la temporada de servicio. No es un peso corregido por edad, ya que lo que se quiere es alcanzar un requisito mínimo que garantice una buena preñez en la temporada. Se conoce por experiencia práctica, como se documentó anteriormente, que mientras mayor sea el peso vivo de la hembra bovina a la entrada a servicio, alrededor de los 2 años, mejores resultados de preñez se pudieran esperar. Existen algunas excepciones donde pesos altos extremos producen un efecto contrario y disminuyen los valores de preñez.

Bauer *et al.* (1986) incluyeron en su modelo de análisis la edad en meses, con un promedio de 21.4 meses, como efecto sobre el porcentaje de preñez en la primera temporada de servicio, siendo significativo estadísticamente. En otros trabajos con vacas de todas las edades, la edad al parto en años también se ha estudiado, con resultados estadísticamente significativos, entre ellos Linares *et al.* (1974,1976), Plasse *et al.* (1993_a, 1993_b, 1995, 2005, 2007), Arango *et al.* (1999), Patiño y Cárdenas (2004) y Gómez *et al.* (2010), pero no así en el trabajo reportado por Montoni (1995).

Nivel nutricional. La eficiencia reproductiva es un carácter sumamente complejo influido por muchas funciones fisiológicas y endocrinas. Es por esto que son elevadas las exigencias que tiene una alta eficiencia reproductiva sobre los programas nutricionales y sanitarios. En este sentido se deben atender con mucho cuidado los futuros reemplazos desde el destete hasta su madurez sexual. Plasse (1988) y Chicco y Godoy (2005) señalan que una de las principales razones para la baja eficiencia reproductiva de los bovinos tropicales en el subcontinente son las

deficiencias nutricionales de toda clase. El desarrollo adecuado de las novillas después del destete influye en su tasa de concepción en la primera y segunda temporada de servicio (Koger y Warnick, 1967; Wiltbank, 1983) y probablemente durante toda su vida productiva.

Montoni y Riggs (1978) y Plasse (1988) expresan que las vacas lactantes necesitan un incremento en el nivel nutricional durante la temporada de servicio para que puedan concebir. En general, se ha establecido que en el caso de las vacas de primera lactancia en el subtropical y trópico la situación se hace sumamente crítica debido a que los nutrientes disponibles son utilizados, con preferencia, para las funciones de mantenimiento, lactación y el propio crecimiento a expensas de la reproducción (De Rouen *et al.*, 1994). También se ha determinado que el amamantamiento tiene un efecto negativo (Randel, 1981; Alvarado, 1990; McSweeney *et al.*, 1993; Randel, 2001; Vásquez y Bastidas 2005). Además, Ordoñez (1982), Dziuk y Bellows (1983) y Selk *et al.* (1988) determinaron que una adecuada nutrición es esencial antes y después del parto para garantizar un rápido inicio de la actividad ovárica. Un adecuado suministro de proteína, energía y nitrógeno no proteico para estimular la flora ruminal, son factores determinantes para una buena reproducción (Hansen *et al.*, 1982; Galina y Arthur, 1989; Chicco y Godoy, 2005; Vásquez y Bastidas, 2005).

Existen experiencias prácticas donde se justifica la suplementación estratégica, cuando la oferta forrajera está constituida por gramíneas de mediano a bajo valor nutritivo, cuya finalidad es suministrar una fuente nitrogenada en la que se combine nitrógeno fermentescible y proteínas preformadas de baja solubilidad o de las de mediana solubilidad como la harina de algodón, para optimizar el funcionamiento del rumen (Arriaga *et al.*, 2001 y Vásquez y Bastidas, 2005). Arriaga *et al.* (2001) señalan que con la implementación de la suplementación a razón de 500 g/hembra/día, de una mezcla de harina de arroz y semilla de algodón y/o harina de algodón, el

promedio de peso de entrada a servicio aumentó 30 kg, así como el peso mínimo de entrada a servicio, lo que se tradujo en una menor variación entre el peso mínimo y el máximo, además de una mejora sustancial en el promedio de preñez de las vacas de primer servicio que pasó de 59 % cuando no se suplementaban, a un valor de 87 % en el último año de suplementación. Las vacas de primera lactancia suplementadas también tuvieron una mejora de la preñez, alcanzando un promedio de 63 %, comparado con 22 %, cuando no se suplementaban. Otra evidencia del efecto de una suplementación adecuada y a tiempo lo establecen Vásquez y Bastidas (2005) al indicar en su experimento 56 y 50 % de preñez en dos niveles de suplementación contra el grupo control que alcanzó 25 %, siendo la superioridad de 124 y 100 % respectivamente.

Es de primordial importancia que las hembras se desarrollen desde el levante sin fases de pérdidas de peso, con la finalidad de que lleguen a la temporada de servicio con buena condición corporal.

Toro en servicio. El porcentaje de preñez está influenciado por la variación en la habilidad de preñar de los toros utilizados en la temporada de servicio. Romero (1989) y Plasse *et al.* (1993a, 1995) estudiaron como afecta el toro en servicio el porcentaje de preñez, encontrando un efecto significativo ($P < 0.01$). El segundo autor en su trabajo obtuvo grandes diferencias entre los padrotes en cuanto a la condición de preñez de las vacas asignadas a cada toro con pruebas andrológicas positivas. Se han encontrado diferencias en el porcentaje de vacas preñadas entre el mejor y peor toro de 140 y 192 % (Plasse *et al.*, 1993b; 1995). Estas evidencias la han corroborado más recientemente Patiño y Cárdenas (2004), Plasse *et al.* (2005, 2007) y Verde (2008). Al contrario, Montoni *et al.* (1992) no encontraron diferencias estadísticas significativas, a pesar que obtuvieron una superioridad de 47 % entre el rebaño del mejor toro y el de inferior

desempeño. Las variaciones son grandes en todos estos trabajos, a pesar que el diseño establecía que cada toro estuviera apareado en los mismos años, con un mismo número de vacas en el mismo estado de lactancia, de la misma edad y peso. En todos los trabajos, los toros tuvieron un examen andrológico previo a la temporada de servicio con resultados positivos.

Se puede concluir que el toro en servicio tiene un efecto marcado sobre la preñez de las vacas en rebaños unitario.

Efecto de la lactancia. El efecto del estado de lactancia de la vaca sobre la preñez ha sido demostrado tanto en condiciones subtropicales como tropicales. Esta situación fue reportada por Warnick *et al.* (1960), los cuales encontraron un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) del estado de la lactancia sobre la preñez con diversas razas y sus cruces. Cuando el parto ocurre cerca del inicio o dentro de la temporada de servicio, la situación se hace crítica debido a que la vaca requiere de tiempo y gasto nutricional para la involución uterina y la reactivación de la función cíclica del ovario. En la mayoría de los trabajos realizados en Latinoamérica, las vacas que parieron con más de un mes de antelación al inicio de la temporada de servicio tuvieron los mejores valores de preñez, seguidas de aquellas que lo hicieron el mes previo. Las de peor desempeño fueron las que tuvieron su becerro dentro de la temporada (Linares *et al.*, 1974, 1976, 1981; Plasse *et al.*, 1975, 1978, 1995; Romero, 1989; Hoogesteijn *et al.*, 1991; Arango y Plasse, 1995; Montoni, 1995).

Sexo del becerro y peso al destete. Estos dos efectos inherentes al becerro han sido poco documentados, lo que hace inferir que no son tomados en cuenta o son menos estudiados.

Ha existido la incertidumbre si las vacas lactantes y en especial las de primera lactancia se afectan de igual manera si tienen un becerro hembra o

macho, debido a que existe diferencia entre los sexos en cuanto al tiempo y veces que maman al día. En un amplio resumen realizado por Galina y Arthur (1989) establecen informaciones contradictorias en cuanto al efecto de la lactación sobre la reproducción. En los escasos trabajos que reportan efectos del sexo del becerro sobre la preñez o cualquier otro carácter de evaluación de la reproducción se establece que los machos tienden a aumentar el intervalo entre partos de las vacas (Montoni y Riggs., 1978; Montoni *et al.*, 1981) y Cabral *et al.* (1999) señalaron que los becerros machos pesaron más que las hembras, afectando la preñez de sus madres.

En cuanto al peso de los becerros al destete tampoco existe información reportada, algunos trabajos en los cuales se indican investigaciones con amamantamientos restringidos o parciales, como también destetes tempranos, los pesos son mayores en aquellos grupos donde las vacas y sus becerros pasan más tiempos juntos, siendo estas vacas las que presentan menor porcentaje de preñez, de la misma manera presentan intervalos parto-primer celo más largos, así como también intervalos parto concepción más amplios. (Montoni y Riggs, 1978; Montoni *et al.*, 1981; Dias *et al.*, 1985 Galina y Arthur, 1989).

Efecto del hato o rebaño. Sólo dos trabajos de los revisados en la literatura tiene como efecto a rebaño Patiño y Cárdenas, (2004) y Gómez *et al.*, (2010) en ambos trabajos fue significativo este efecto. Siendo su accionar debido a las condiciones nutricionales, de manejo, sanitarios los que afectan la eficiencia reproductiva.

III. MATERIALES y METODOS

1. Ubicación y descripción de los rebaños

Los ocho rebaños de los cuales provienen los datos a analizar tienen como finalidad la producción de toros reproductores y toros para matadero. Sólo cuatro de ellos tienen todos sus animales inscritos en el libro de registro genealógico de la Asociación de Criadores de Ganado Cebú (ASOCEBÚ), y el resto de las vacas no registradas eran de alta absorción a *Bos indicus*. En el Cuadro 2 se presentan algunas de las características más resaltantes de los rebaños. Se observa que están ubicados en seis estados y en zonas ecológicas diferentes con dos temporadas de servicio que se inician cada una de ellas en distintas épocas (período de sequía o lluvioso), pero de similar duración.

Los rebaños A hasta F forman una cooperativa genética cuya finalidad es la de producir toros de alto valor genético. Cuentan con un programa central de apareamiento y selección, diseñado, supervisado y evaluado por personal científico y técnico calificado. El rebaño G es propiedad de una sola empresa ganadera del país y estuvo asignado a un programa de investigación de la Cátedra de Genética de la FCV-UCV y el rebaño H es una estación experimental propiedad de una institución universitaria, cuyo principal objetivo es producir toros reproductores.

Todos los rebaños de donde provienen los datos utilizados en la elaboración de este trabajo, han formado parte de programas de investigación y asistencia técnica de la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela.

Cuadro 2. Descripción, ubicación y condiciones ambientales de los Rebaños

Rebaño	Ubicación	Altura media msnm	Temp. media anual °C	Humedad relativa promedio %	Precipitación media por año mm	Época TS ^a	Duración meses TS	Tipo de pastos ^b
A	Guárico	430	27.2	73	1241	Lluvia	4	C
B	Portuguesa	400	29.0	70	2239	Lluvia	4	C
C	Apure	120	25.5	76	1450	Seco	4	C y S
D	Apure	120	27.0	76	1579	Seco	4	C y S
E	Barinas	250	26.5	74	1730	Seco	4	C y S
F	Cojedes	420	26.5	73	1420	Lluvia	4	C
G	Apure	120	26.0	76	1350	Seco	4	C y S
H	Yaracuy	280	27.0	65	1350	Lluvia	4	C

^a Ubicación de temporada de servicio. ^b C = Cultivado, S = Sabana

2. Descripción de los datos

La información se ha obtenido de la base de datos computarizada que se encuentra en el Laboratorio de Procesamiento de Datos de la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela. Esta información es producto de 29 años de investigación en diferentes programas coordinados y realizados por el Dr. Dieter Plasse y sus colaboradores, y abarca los años 1967 a 1996. En cada caso los trabajos estaban enmarcados dentro de programas diseñados y supervisados en genética, manejo, reproducción, sanidad y en la mayoría de ellos existía asesoría para pastos, forrajes y nutrición, bajo la dirección de especialistas en el área respectiva. La supervisión y recolección de los datos se realizó por parte del personal adscrito a los proyectos de investigación respectivos, lo que garantiza la confiabilidad que se tiene sobre ellos y, a su vez, permite que sean utilizados en la elaboración de este trabajo. Los registros se procesaron anualmente con un programa computarizado en el Laboratorio de Procesamiento de Datos (apoyado por el CDCH-UCV) y en los hatos donde se encuentran los rebaños respectivos. La base de datos necesaria para elaborar los archivos fue generada a través del manejador de base de datos D-BASE, el que permitió la corrección y depuración de los mismos.

En los archivos obtenidos se calculó la edad de las vacas, en días, al entrar a servicio, restando a la fecha de inicio de temporada la fecha de nacimiento de cada vaca. Con la nueva variable edad se procedió a establecer la categoría para cada uno de los vientres en los ocho rebaños (vaca de primer servicio, de primera lactancia, vaca adulta), de la siguiente manera : (1) Se eliminaron todos aquellos registros con edad al inicio de la temporada de servicio diferente de 2 y 3 años. (2) A todas las hembras de 2 años se les asignó la categoría 1 (vaca de primer servicio). (3) Los vientres con 3 años de edad, si tenían un registro anual o parto anterior, fueron

asignados a la categoría 2 (vaca de primera lactancia), sino poseían registro en el año anterior se eliminaron de la base de datos.

Una vez identificadas las vacas de primer servicio, para efectos del estudio de la preñez en este grupo de vacas se escogieron todos aquellos vientres categoría 1 (vacas de primer servicio), que fueron asignados a servicio a los 2 años de edad. Estas vacas conforman la base de datos denominada Archivo A.

Las vacas de primera lactancia (categoría 2) fueron todas aquellas que estuvieron preñadas a los 2 años de edad y tuvieron un parto a los 3. A estas vacas se le anexó la información de sexo del becerro, peso al destete ajustado a 205 días, fecha de parto, fecha de inicio de la temporada siguiente y se estableció un código de lactancia, los cuales son: (1) vacas paridas 30 o más días antes del inicio de la temporada de servicio, (2) vacas paridas entre 1 y 29 días antes del inicio de la temporada de servicio y (3) vacas paridas dentro de la temporada de servicio, conformando una nueva base de datos equivalente al Archivo B.

Es importante mencionar que en los primeros años de trabajo en los rebaños, la gran mayoría de las novillas entraban con 3 años de edad a su primer servicio, aunque también algunas con 2 años, pero en menor proporción. A medida que se implementaron los programas tecnológicos, la cantidad de hembras con 2 años se incrementó hasta que ya no hubo vacas de primer servicio de otra edad. Las vacas de primer servicio se pesaron alrededor de 2 semanas antes del inicio de la temporada de servicio y para este trabajo este peso se denominará “peso a servicio” (P24m). De un total de 19941 novillas disponibles a 18 meses, en los ocho rebaños mencionados, 4494 (23 %) fueron eliminadas, por los ganaderos, del proceso de reproducción por bajo peso o poco desarrollo al inicio de la temporada de servicio, ovarios lisos, tracto reproductivo con reducido tamaño, animales que no calificaban para el registro de ASOCEBU en rebaños que aspiran registrar

todas las hembras. De las 15447 restantes que fueron asignadas a su primer servicio, 2556 (17 %) eran de 3 años y 12891 (83 %) de 2 años de edad. Siendo este estudio restringido a vacas de primer servicio de 2 años, y con registros de paternidad conocida, la base original para este estudio fue de 12891 hembras, Archivo A (Cuadro 3). De esta base de datos fueron eliminados registros con problemas en la calidad de la información a utilizar, así se relata en el Cuadro 3 donde se describe la depuración realizada a la base de datos. Se eliminaron 6266 registros (49 %) cuyas causas de eliminación se detalla a continuación: 15 duplicados, 572 sin fecha de nacimiento, 144 novillas que quedaron preñadas fuera de la temporada de servicio; 28 eliminadas por causas propias del usuario (venta, experimento, etc.), 106 con peso a 24 meses menor a 260 kg y 31 con padres con una sola información y 273 registros de 81 toros en servicio con menos de tres observaciones y todos aquellos registros cuya paternidad no se conocían, 5097 registros, destacando que tampoco se consideraron los registros que no tenían información en algunos de los efectos y no se analizaron. Así quedó en definitiva un archivo con 6625 registros (51 %) para trabajar y hacer los estudios correspondientes a vacas de primer servicio que entraron con 2 años a su primera temporada de servicio, (Archivo A₁). Con este Archivo A₁ se realizaron varios análisis previos para determinar los efectos fijos y aleatorios que estarían en el modelo definitivo. Estos análisis se realizaron con el programa estadístico SAS (1999).

Del Archivo A₁ que estaba conformado por 6625 registros se identificaron aquellas vacas que parieron y que entraron a la temporada siguiente como vacas de primera lactancia.

Del número original de vacas de primer servicio, 6625, se preñaron 5260 (79.4%), de este total se identificaron 4208 registros (80 %) como vacas de primera lactancia con 3 años de edad (Archivo B).

Cuadro 3. Descripción de la base de datos original (Archivo A1), para análisis del carácter preñez de vacas de primer servicio

Destino y/o descripción de los vientres	Cantidad (n)
Asignadas a los 2 años edad (Archivo A)	12891
Eliminación de registros	
Duplicados	15
Sin fecha de nacimiento	572
Preñadas fuera de temporada	144
Propias del usuario (ventas, experimento, etc.)	28
Registros con peso a 24 meses <260 kg	106
Registros de padres con una sola información	31
Registros de toros en servicio con menos de tres observaciones	273
Registros sin paternidad conocida	5097
Total de eliminados	6266
Total de registros de vacas de primer servicio a utilizar en los análisis (Archivo A ₁)	6625

Los 1052 (20%) registros faltantes de las vacas preñadas en primer servicio y que no están en el Archivo B, se murieron o se habían eliminado entre el diagnóstico de preñez de su primera temporada y el inicio de la segunda época de servicio por diversas razones; entre las principales están: abortos, mala habilidad materna y problemas postparto. De los 4208 registros que conformaron el Archivo B para análisis de preñez de primera lactancia se eliminaron 35 registros pertenecientes a padres con una sola información y 218 registros de vacas que no destetaron becerro o no tenían peso ajustado a 205 días del hijo y 541 registros de toros asignado o en servicio con menos de tres observaciones extremas, es decir, o todas preñadas o todas vacías, quedando un total de 3414 observaciones (Cuadro 4) a las cuales se les agregó la información referida anteriormente.

Cuadro 4. Descripción de la base de datos original (Archivo B), para análisis del carácter preñez de vacas de primera lactancia

Destino y/o descripción de los vientres	Cantidad (n)
Asignadas a los 2 años edad (Archivo A ₁)	6625
Eliminación de registros	
Vacas vacías en su primera temporada de servicio	1365
Vacas eliminadas por aborto, habilidad materna y muertas	1052
Vacas que no destetaron becerros	218
Padres con una sola información	35
Toros en servicio con menos de tres observaciones	541
Total de eliminados	3211
Total de registros de vacas de primer lactancia a utilizar en los análisis (Archivo B)	3414

IV. ANÁLISIS Y PRUEBAS ESTADÍSTICAS

1. Modelos estadísticos

Las variables estudiadas fueron la preñez en vacas de primer servicio y vacas de primera lactancia, la cual fue diagnosticada por palpación transrectal entre los 45 a 60 días después de la temporada de servicio. Es una variable discreta binomial, ya que en este carácter existen sólo dos alternativas posibles para la vaca: que se encuentre preñada o no. En los trabajos de edición de la base de datos se codificó el resultado de preñez como 100 para preñada y 0 para vacía. Las hembras que tenían un código de aborto se recodificaron como preñadas. Se prefirió hacer dicha codificación, en lugar de la tradicional 1 y 0, para disminuir el efecto de redondeo decimal, el cual se produce sobre los resultados al utilizar el método de estimación de componentes de variancia, con procedimientos libres de derivadas, como el usado en este trabajo, ya que puede haber un efecto de redondeo que sería mayor usando la codificación 0 y 1 debido al número de dígitos decimales de precisión requeridos en la fracción de componentes de variancia.

En el Cuadro 5 se señala para cada rebaño y el total, el número de observaciones utilizadas, además de número de observaciones, padre, toro en servicio, peso a servicio de las vacas de primer servicio, el cual es el de entrada a servicio y los años de nacimientos representados (Archivo A₁). Existen 6625 registros (100 %) con paternidad conocida, 5280 (80 %) tienen un toro en servicio conocido, el restante 20 % provienen de vacas apareadas en grupos multitoro que se codificaron dentro de cada rebaño en cada año como un individuo distinto.

En el Cuadro 6 se observa para el Archivo A₁ el número de observaciones por rebaño y el total de padres diferentes y toros en servicio distintos. Existen 380 padres diferentes y 249 toros en servicio distintos. El

Cuadro 5. Información utilizada en análisis de vacas de primer servicio

Rebaño	Vacas n	Año Nacimiento	Vacas	Vacas	Peso a
			con padre conocido n	con toro en servicio conocido n	servicio 24m n
A	1511	1986 -1996 (11)	1511	1249	1511
B	1837	1968 -1996 (29)	1837	1835	1837
C	1195	1984 -1996 (13)	1195	782	1195
D	653	1988 -1996 (9)	653	205	653
E	191	1988 -1996 (9)	191	62	191
F	430	1989 -1996 (8)	430	339	430
G	425	1977 -1983 (7)	425	425	425
H	383	1967 -1974 (8)	383	383	383
Total	6625	94 Rebaños/años	6625 (100%)	5280 (80%)	6625 (100%)

total de padres y toros no suma porque existen padres o toros que se repiten entre rebaños.

En el Cuadro 7 está la información por rebaño y total de los registros a utilizar para los análisis de preñez de vacas de primera lactancia. En el se aprecia que existe un total de 3414 vacas hijas de 322 padres distintos, el mismo número de observaciones con peso de servicio en su primera temporada (P24m) y con información del peso del becerro corregido a 205 días. En la base de datos se codificó el sexo del becerro con “1” para los machos y “5” para las hembras.

Para los análisis del Archivo A₁, contentivo de los datos de vacas de primer servicio, con fines de obtener las soluciones de ellos y realizar comparaciones de estas soluciones a través de pruebas de t ajustadas, se incluyó en el modelo como efectos fijos el rebaño, año y mes de nacimiento anidado dentro de rebaño, además de la covariable peso a servicio (P24m) lineal para el análisis de preñez de la vaca de primer servicio, ni el efecto cuadrático de este peso, ni la edad en días o en meses fueron significativos

en los análisis previos realizados y por lo tanto no se consideraron. Los efectos aleatorios fueron el toro en servicio y el padre de las vacas a través de su efecto genético aditivo directo.

Cuadro 6. Información del número de padres y toros distintos por hato en Archivo A1 del análisis de vacas de primer servicio

Rebaño	Vacas n	Año Nacimiento	Padre de vaca conocido n	Toro en servicio conocido n
A	1511	1986 -1996 (11)	77	75
B	1837	1968 -1996 (29)	180	82
C	1195	1984 -1996 (13)	71	69
D	653	1988 -1996 (9)	43	37
E	191	1988 -1996 (9)	17	17
F	430	1989 -1996 (8)	32	34
G	425	1977 -1983 (7)	31	35
H	383	1967 -1974 (8)	32	12
Total	6625	94 Rebaños/años	380 ^a	249 ^a

a. Cifras no suman porque algunos toros se repiten entre rebaños

Cuadro 7. Información utilizada en análisis de vacas de primera lactancia

Rebaño	n	Año Nacimiento	Padre de vaca conocido n	Peso a Servicio(P24m) ^a n	Peso a 205 días del becerro n
A	708	1985 -1995	61	708	708
B	1043	1969 -1995	155	1043	1043
C	599	1983 -1995	61	599	599
D	353	1988 -1996	41	353	353
E	122	1991 -1996	15	122	122
F	286	1989 -1996	31	286	286
G	108	1977 -1982	20	108	108
H	195	1967 -1973	24	195	195
Total	3414		322 ^b	3414	3414

^a. Es el peso de entrada a la 1era temporada de servicio. ^b Cifras no suman porque algunos toros se repiten entre rebaños

Se editaron los datos para evitar la ocurrencia de casos con incidencia extrema, los cuales producen sesgo en la estimación de componentes de variancia, como también en las soluciones de los efectos fijos y aleatorios, para característica con distribución binomial. Para ello, en el Archivo A se eliminaron todos aquellos registros con tres o menos observaciones por toro en servicio, ya que existían casos donde todas las vacas de un toro estaban preñadas y en otros casos todas estaban vacías.

Los análisis para la estimación de los componentes de variancia, índice de herencia y los valores genéticos fueron realizados con la metodología de los Modelos Mixtos bajo un Modelo Animal (Boldman *et al.*, 1995), metodología que permite obtener una predicción del valor genético para un carácter de un reproductor, con propiedades estadísticas definidas como Mejor Predictor Lineal Insesgado (BLUP por sus siglas en inglés). Al utilizar el Modelo Animal, se procedió a la obtención de una evaluación genética para todos los animales que forman parte del archivo, calculando o prediciendo una DEP (Diferencia Esperada entre Progenies) a cada uno para ese carácter. Para estimar los componentes de variancia de la preñez en vacas de primer servicio se incluyó como efectos fijos a las variables rebaño y el grupo de contemporáneos: rebaño-año de nacimiento-mes de nacimiento. Como covariable fue incluido el peso de entrada a servicio (P24m). Los efectos aleatorios fueron el toro en servicio, y el efecto genético aditivo directo. Para la estimación del promedio ajustado, se utilizó el paquete estadístico SAS (1999) con el modelo lineal que a continuación se describe: rebaño, año de nacimiento anidado dentro de rebaño, mes de nacimiento anidado dentro de rebaño, peso a servicio (P24m) lineal como covariable y los efectos aleatorios, efecto genético aditivo directo y el toro en servicio.

Para los análisis de preñez de las vacas de primera lactancia se realizaron también análisis previos considerando los efectos que lógica y

biológicamente tuvieran incidencia sobre este carácter. Para la estimación de los promedios ajustados, se utilizó el paquete estadístico SAS (1999) con el siguiente modelo lineal: efectos fijos, rebaño, año de parto anidado dentro de rebaño, estado de lactancia anidado dentro de rebaño, sexo del becerro; y como efectos aleatorios, el padre de la vaca de primera lactancia y el toro en servicio; las covariables fueron el peso de entrada a servicio (P24m) lineal y el peso al destete del becerro ajustado a 205 días lineal.

Para la estimación de los componentes de variancia, valores genéticos e índice de herencia para la preñez de primera lactancia, los efectos fijos fueron el grupo de contemporáneos: rebaño-año de parto-estado de lactancia y sexo del becerro y como efectos aleatorios el toro en servicio y efecto genético aditivo directo. Como covariables fueron incluidas en el modelo el peso de entrada a servicio (P24m) y el peso al destete del becerro corregido a 205 días.

El Modelo I. Descrito en forma lineal y aditivo con todos sus componentes quedo de la siguiente manera :

$$Y_{ijklmno} = \mu + a_i(h) + m_j(h) + p_k + t_l + k_m + h_n + e_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$ = Diagnóstico de preñez respectivo de una vaca de primer servicio “o”, en el año de nacimiento “ a_i ”(dentro de rebaño), nacida en el mes “ m_j ”(de cada rebaño), hija del padre “ p_k ”, apareada con el toro “ t_l ”, con un peso a servicio “ k_m ”, perteneciente al rebaño “ h_n ”

μ = media teórica de la población (cuando $Y_{ijklmno} = 0$)

a_i = efecto del año “i” de temporada de nacimiento dentro de rebaño (i = 1,2,...94)

m_j = efecto del mes “j” del año de nacimiento dentro de rebaño (j = 1,2...40)

p_k = efecto del padre “k” de la vaca (k= 1,2,...380)

t_l = efecto del toro “l” en la temporada respectiva (l = 1,2,...288)

k_m = efecto del peso de entrada a servicio “m” (m = 260,261...470)

h_n = efecto del rebaño “n” (n = 1,2,...8)

$e_{ijklmno}$ = residual

El Modelo II. En forma matricial es :

$$Y = X\beta + Zd + e$$

Donde :

Y = vector de preñez

X, Z = matrices de incidencia conocida

β = vector de efectos fijos

d = vector de efectos aleatorios genéticos aditivos directos

e = vector del efecto aleatorio del residual

El Modelo III. Descrito en forma lineal y aditivo con todos sus componentes quedo de la siguiente manera :

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + a_i(h) + m_j(h) + s_k + p_l + t_m + k_n + w_o + h_p + e_{ijklmnopq}$$

$Y_{ijklmnopq}$ = Diagnóstico de preñez respectivo de una vaca de primera lactancia "q", en el año de parto "a_i" (dentro de cada rebaño), con estado de lactancia "m_j"(en cada rebaño), sexo del becerro "S_k" , hija del padre "p_l", apareada con el toro "t_m", con un peso a servicio "k_n", peso al destete del becerro corregido a 205 "w_o", perteneciente al rebaño "h_p"

μ = media teórica de la población (cuando $Y_{ijklmnopq} = 0$)

a_i = efecto del año "i" de temporada de parto dentro de rebaño (i = 1,2,...67)

m_j = efecto del estado de lactancia "j" dentro de rebaño (j = 1,2...24)

s_k = efecto del sexo del becerro "k" (k = 1,5)

p_l = efecto del padre "l" de la vaca (l= 1,2,...322)

t_m = efecto del toro "m" en la temporada respectiva (m = 1,2,...273)

k_n = efecto del peso de entrada a servicio "n" (n = 260,261...458)

w_o = efecto del peso del becerro corregido a 205 días "o" (o = 75,76...293)

h_p = efecto del rebaño "p" (p = 1,2,...8)

$e_{ijklmnop}$ = residual

El Modelo IV. En forma matricial es :

$$Y = X\beta + Zd + e$$

Donde :

Y = vector de preñez

X, Z = matrices de incidencia conocida

β = vector de efectos fijos

d = vector de efectos aleatorios genéticos aditivos directos

e = vector del efecto aleatorio del residual

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Preñez de vacas de primer servicio

Los resultados del análisis de variancia se observan en el Cuadro 8. El modelo resultó ser el óptimo dentro de un grupo de modelos jerárquicos, por tener mejor valor de máxima verosimilitud L (o menor -2Log). En este modelo se usó el peso a servicio lineal como covariable. Año y mes de nacimiento anidados dentro de rebaño, ya que al ser los datos heterogéneos por ser originados en diversas épocas y rebaños distintos, no permitían por su propia distribución, el análisis con esos efectos (año y mes de nacimiento) de manera individual. Los efectos aleatorios fueron el padre de la vaca y el toro en servicio. Todos los efectos fueron altamente significativos ($P < 0.01$). Las pruebas de media se realizaron con “t de student” ajustada.

Cuadro 8. ANAVAR por Método de Máxima Verosimilitud Restringida (SAS) del análisis de preñez en vacas de primer servicio

Efectos	Clases	Estimado de varianza	F	Nivel de significancia
Rebaño	8		1.8	<0.0001
Año Nacimiento/(Rebaño)	94		3.0	<0.0001
Mes Nacimiento/(Rebaño)	40		3.0	<0.0001
Peso a servicio, lineal	1		38.3	<0.0001
Padre de la vaca	380	34.9		<0.0001
Toro en servicio	249	356.4		<0.0001
-2 log Logaritmo de Verosimilitud		65674.9		

El resultado de significancia del efecto año concuerda con la mayoría de los estudios publicados (Cruz *et al.*, 1971, 1976; Bauer *et al.*, 1986; Romero, 1989; Montoni *et al.*, 1992; Plasse *et al.*, 1993_a, 1995, 2005, 2007; Patiño y Cárdenas 2004; Gómez *et al.*, 2010). El efecto de año se produce por las variaciones climáticas interanuales que ocurren, lo cual lleva a tener una amplia variación en calidad y cantidad de forraje. También, en años en los cuales las lluvias son abundantes, hay mayor incidencia de

enfermedades. En la Figura 1 se aprecia las oscilaciones de la preñez entre años, lo cual hace más gráfico este efecto. Esta figura es un gráfico de dispersión donde la idea es mostrar la distribución de los porcentajes de preñez (eje de las y) o variable dependiente, expresados como porcentajes ajustados por los demás efectos. Se presenta el efecto año dentro de cada rebaño (anidado). La escala pasa de cien debido a que en algunas subceldas pudieran existir resultados extremos y por eso puede salirse de esta escala. La variable independiente (eje de la x) es la distribución de las diversas combinaciones de año dentro rebaño, un total de 94. No son los años de manera individual, ya que no se estimaron los promedios ajustados por año, sino anidado dentro de cada rebaño. A causa de esto no es posible establecer una diferenciación marcada entre años extremos, sin embargo, el efecto de año mencionado anteriormente se aprecia de manera clara en las grandes oscilaciones entre años dentro de rebaño, debido además a las condiciones climáticas, acompañadas principalmente por las situaciones alimenticias, de manejo y sanitarias. Siendo las de manejo y sanitarias sumamente importantes durante la fase de crecimiento hasta los 2 años de de edad. Por esta razón es importante establecer estrategias que permitan conseguir un crecimiento estable con pocas variaciones hasta la entrada a servicio de las vacas por primera vez hasta esta edad.

En la misma Figura 1, se observa que al principio las variaciones eran amplias, sin embargo, es apreciable la disminución de las oscilaciones hacia el final del gráfico, indicando que las condiciones de manejo, alimenticias y sanitarias mejoradas estaban cumpliendo sus funciones minimizando el impacto de los efectos del año sobre el porcentaje de preñez de vacas de primer servicio.

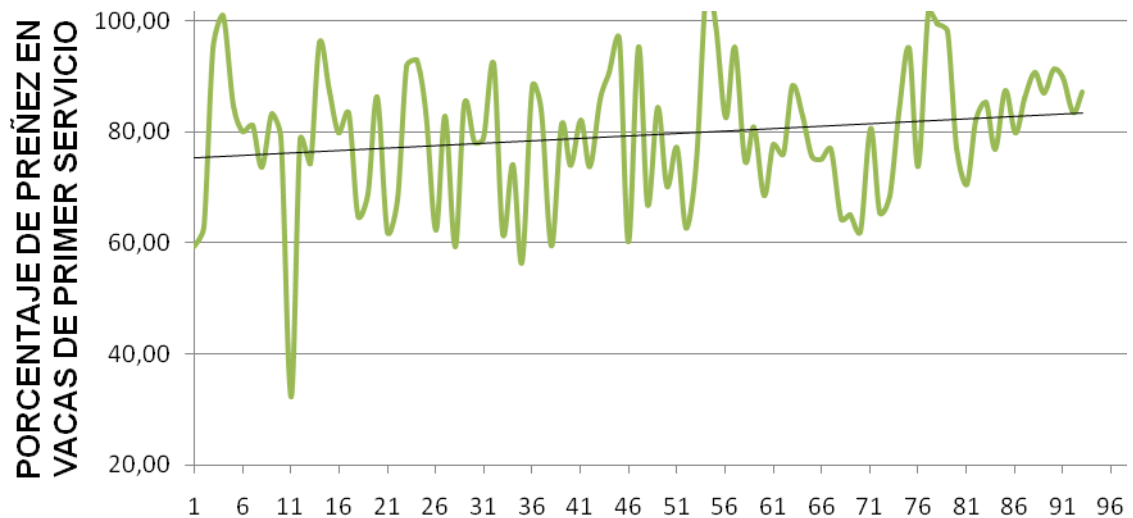


Figura 1. Porcentaje de preñez de vacas de primer servicio según el año de nacimiento dentro del rebaño

El otro efecto anidado en rebaño, fue mes de nacimiento de la vaca, fue altamente significativo ($P < 0.01$), lo que sugiere que vacas nacidas dentro de un determinado mes dentro de cada rebaño particular tienen preñeces diferentes, lo cual es causado principalmente por distintos efectos climáticos que actúan sobre el año como se mencionó antes y el mes de nacimiento. Esto se debe a las diferentes ubicaciones de los rebaños en seis estados del país y que se ven influidos por el ambiente que incide sobre la calidad y cantidad de pastos que de acuerdo al año y a la época donde se ubique la temporada de nacimiento será de efecto positivo o negativo sobre la preñez. La Figura 2, es una gráfica de dispersión como la Figura 1, por lo tanto las consideraciones de lo que se quiere mostrar aplica para ésta también. Las oscilaciones manifiestas por el efecto de mes de nacimiento sobre la preñez se observan en la figura. Dado estos cambios entre mes de nacimiento dentro de cada año, es que se hace necesario el establecimiento y posterior evaluación de la ubicación de una temporada de servicio en los rebaños respectivos, pues ésta determina la temporada de nacimientos.

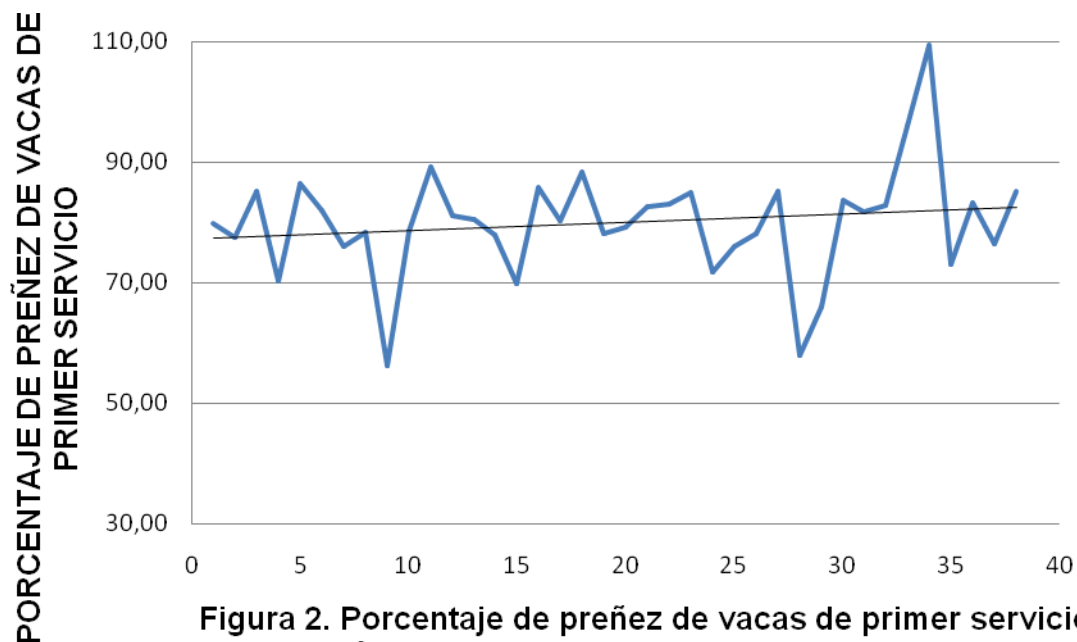


Figura 2. Porcentaje de preñez de vacas de primer servicio según el mes de nacimiento dentro del rebaño

El efecto padre de la vaca fue altamente significativo ($P < 0.01$), el cual puede incidir de dos maneras, (1) Al transmitir genes favorables para crecimiento a las hembras que en consecuencia se desarrollan mejor y llegan con un buen peso al entrar a servicio y, a su vez, tienen una mayor probabilidad de concebir en la primera y las siguientes temporadas de servicio, (2) A través de la transmisión de genes favorables para la reproducción. Algunos autores han encontrado el efecto del padre significativo Franke *et al.* (1973); Cruz *et al.* (1976); Patiño y Cárdenas (2004); Plasse *et al.* (2005, 2006, 2007). Toro en servicio fue significativo ($P < 0.01$) y con amplia variación entre los toros, lo cual coincide con otros trabajos encontrados en la literatura (Cruz *et al.*, 1976; Bauer *et al.*, 1986; Romero, 1989; Plasse *et al.*, 1993_a, 1995, 2006, 2007; Patiño y Cárdenas, 2004). Este efecto es muy importante, ya que los toros de servicio natural con deficiente libido, de poca fertilidad y baja habilidad para la monta, igual

como semen de calidad defectuosa utilizado en inseminación artificial causan un impacto negativo en los niveles de preñez en un determinado año y rebaño. Sin embargo, en cada uno de los rebaños de este estudio se realizaron pruebas andrológicas a todos los toros previo al inicio de la temporada de servicio y los que se diagnosticaron con calidad defectuosa se eliminaron. Plasse *et al.* (2006), estimaron diferencias promedios entre los valores superiores e inferiores del valor fenotípico ajustado por año de temporada de servicio, edad de la vaca, peso a 18 meses, padre de la vaca y el número de vacas con el toro en servicio, de la capacidad reproductora del toro en servicio, siendo la diferencia entre extremos de 68.5 puntos porcentuales y Plasse *et al.* (2007) reportan una diferencia estimada de la misma manera que el trabajo anterior de 43.5 puntos porcentuales. Esto permite concluir que en el presente trabajo la diferencia entre toros en el porcentaje de preñez es debida principalmente a diferencias en libido o que las pruebas andrológicas previas a la temporada de servicio son un mal indicador del futuro éxito del toro en la preñez de las vacas.

El peso a servicio influyó significativamente ($P < 0.01$) a la preñez, resultado similar al obtenido en los estudios realizados por Plasse *et al.* (1989, 1995, 2005, 2006, 2007), Montoni *et al.* (1992) y Patiño y Cárdenas (2004). El coeficiente de regresión lineal fue de 0.13 %, lo que quiere decir que por cada 10 kg más de peso el porcentaje de preñez aumenta en 1.3 puntos porcentuales. Este valor está ubicado dentro del rango reportado por Plasse *et al.* (1989) los cuales en un trabajo con cinco rebaños obtuvieron una amplitud de variación entre 0.6 y 6.1 puntos porcentuales de aumento de preñez por cada 10 kg de aumento de peso, ratificado por Plasse *et al.* (1995) con un valor de 0.6 puntos porcentuales por cada 10 kg más de peso. El valor obtenido en este trabajo es más bajo que el valor reportado por Montoni (1995) de 3 puntos porcentuales y similar al conseguido por Patiño y

Cárdenas (2004) de 1.7 puntos porcentuales por cada 10 kg de aumento de peso de entrada a servicio.

En el Cuadro 9 se observa el porcentaje de preñez no ajustado y ajustado de vacas de primer servicio, total y por rebaño, así como el número de observaciones utilizadas en cada caso, el error típico, el peso promedio de entrada a servicio y la pruebas de medias entre los valores de preñez de los rebaños. El porcentaje total de preñez no ajustado fue de 79.4 % y 80.2 % el ajustado. Similar al reportado por Plasse *et al.* (2006). Este es un buen resultado para novillas de 2 años en el trópico, aunque en la literatura consultada existen trabajos con mejor valor, 89.9 reportado por Romero *et al.* (2000), en un rebaño en pasto cultivado en el estado Carabobo y 86.3 % obtenido por Verde (2008), en una estación experimental. Montoni *et al.* (1992) obtuvo un valor similar 79.1 % y Plasse *et al.* (2006) 80.8 %. Todos los demás valores citados anteriormente con ganado cebú están por debajo de lo observado aquí.

Cuadro 9. Porcentaje de preñez (%) no ajustado y ajustado, error típico (ET) y peso promedio de entrada a servicio en vacas de primer servicio

Rebaño	Observaciones n	Porcentaje de Preñez				Peso promedio de entrada a servicio (kg)
		No ajustado		Ajustado		
		%	ET	% ¹	ET	
A	1511	83.5	1.0	80.0 ^b	2.4	316
B	1837	78.8	1.0	75.4 ^b	2.3	327
C	1195	80.6	1.1	82.9 ^a	3.1	324
D	653	69.8	1.8	73.1 ^b	7.0	316
E	191	79.6	2.9	86.5 ^a	8.4	316
F	430	87.2	1.6	86.9 ^a	3.1	324
G	425	68.9	2.2	75.9 ^b	4.2	296
H	383	82.3	2.0	80.6 ^{ab}	5.9	338
Total	6625	79.4		80.2		321

¹ Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

Considerando los promedios ajustados (Cuadro 9), se evidencia una amplia variación entre rebaños con un rango de 73.1 % en el rebaño D, a 86.9 % en el rebaño F. El rebaño D se encuentra al sur del río Arauca en sabanas pobres y a pesar de ser un buen valor para esas condiciones, muestran una diferencia atribuible a las distintas condiciones de pasto y ambiente principalmente, por lo tanto esta variación puede deberse al desarrollo de las novillas dentro de cada rebaño, así como también a la disponibilidad de alimento durante la temporada de servicio, por la desmejora de la calidad de los pastos, sobre todo en el nivel nutricional y digestibilidad de los mismos a medida que transcurre el período seco, y en consecuencia, incidir negativamente en los índices reproductivos.

Otra explicación de esta amplia variación de los porcentajes de preñez se encuentra en la forma de levante de las vacas de primer servicio. Las hembras que se desarrollan bien antes de los 2 años, sin fases de subnutrición obtienen mejores resultados de preñez en su primera temporada de servicio. Por otro lado, en los rebaños donde la producción se basa en pastoreo de potreros de sabana solamente, su nivel de producción siempre estará por debajo de aquellos que lo hacen en pastos cultivados de buena calidad y bien manejados.

Observando los promedios ajustados de preñez en el Cuadro 9 se nota que estadísticamente los rebaños F, E, C son iguales entre sí y difieren de los rebaños A, G, B y D. El rebaño H no difiere estadísticamente de estos dos grupos.

En el Cuadro 10 se agrupan los pesos de 20 en 20 kg y se aprecia de manera clara como el peso incide sobre el porcentaje de preñez: a medida que se aumenta el peso de la agrupación también lo hace el porcentaje de preñez. En el mismo Cuadro 10 se puede observar que en las cuatro agrupaciones que incluyeron pesos de 260 a 340 kg, el porcentaje de preñez aumentó significativamente de un grupo al otro en magnitud considerable,

mientras que en los próximos dos grupos el aumento del porcentaje disminuyó su magnitud. Esto indica que hasta 340 kg el porcentaje de preñez de las vacas de primer servicio responde favorablemente, pero el mayor impacto ocurre cuando los pesos son mayores a 280 kg.

Cuadro 10. Rango de pesos, número observaciones en cada clase de pesos a 24m y porcentaje de preñez no ajustado de vacas de primer servicio.

Rango de Pesos kg	Hembras con peso n	Preñez %
260 – 280	565	65.3
281 – 300	1330	72.6
301 – 320	1634	78.5
321 – 340	1553	83.6
341 – 360	844	85.5
361 – 470	699	89.7
Total	6625	79.4

Otra indicación del efecto del peso a servicio en estas vacas primerizas y que complementa la información ofrecida en el Cuadro 10, se aprecia en el Cuadro 11, donde se resume el porcentaje de preñez en cada rango de peso dentro de cada rebaño. Es interesante apreciar que existe gran variación en el porcentaje de preñez entre los rebaños dentro del mismo rango de peso cuando se observan los valores para cada clase de peso dentro del rebaño (Cuadro 11) en comparación al observar los promedios en el Cuadro 10. Es importante destacar el impacto que tiene sobre la vaca de primer servicio, ofrecer una buena dieta en cuanto a calidad y cantidad de nutrientes para garantizar el crecimiento de las hembras jóvenes durante la temporada.

El Cuadro 11 muestra además la diferencia que hay entre las vacas que nacen, crecen y producen en condiciones de pasto cultivado y/o pasto natural o de aquellas que lo hacen totalmente en pasto natural solamente.

Una conclusión importante del Cuadro 11 es que aparentemente pesos por debajo de 300 kg no significan lo mismo en rebaños diferentes. Así se observa que en los rebaños B y D se obtienen con esos pesos un valor de preñez bajo, mientras que el rebaño C los aventaja en 27 y 42 puntos porcentuales respectivamente en el mismo rango de peso.

Cuadro 11. Porcentaje de preñez no ajustado, promedio de peso (kg) de entrada a servicio a 24 m y rangos de peso por rebaño en vacas de primer servicio

Rebaño	P24m ²	Rangos de peso en (kg) ¹						Promedio %
		260	281	301	321	341	361	
		a 280	a 300	a 320	a 340	a 360	a 470	
A	316	70(165)	79(371)	83(360)	88(354)	93(152)	94(109)	83.5
B	327	64(114)	67(266)	74(455)	84(449)	85(278)	88(275)	78.8
C	324	91(64)	80(196)	77(343)	81(320)	79(156)	89(116)	80.6
D	316	49(59)	62(192)	72(135)	71(145)	86(77)	93(45)	69.8
E	316	70(10)	71(56)	82(49)	80(45)	91(22)	100(9)	79.6
F	324	83(18)	73(73)	85(135)	93(89)	92(61)	98(54)	87.2
G	296	53(132)	70(143)	86(81)	80(46)	65(17)	83(6)	68.9
H	338	33(3)	76(33)	79(76)	87(105)	83(81)	84(85)	82.3
Total	321	65.3(565)	72.6(1330)	78.5(1634)	83.6(1553)	85.5(844)	89.7(699)	79.4

1. Cifras en paréntesis son el número de observaciones 2. Peso de entrada a primera temporada de servicio a 24 meses.

En el Cuadro 12 se presentan los estimados de variancias genéticas aditiva, fenotípica y ambiental obtenidos para la preñez en vacas de primer servicio. Así como el índice de herencia y el error típico

Cuadro 12. Estimados de variancia genética aditiva (σ^2_a), variancia ambiental (σ^2_e), variancia fenotípica (σ^2_p), índice de herencia (h^2) y error típico de preñez de vacas de primer servicio.

Carácter/Estimados	σ^2_a	σ^2_e	σ^2_p	h^2
% Preñez	141.4	1103.5	1666.6	0.08
Error Típico				0.02

El índice de herencia obtenido para preñez fue de 0.08 ± 0.02 , el cual se puede considerar un valor bajo, menor a lo reportado en hembras Brahman por Deese y Koger (1967), 0.14 ± 0.13 ; menor que el valor de 0.25 ± 0.17 de Franke *et al.* (1973); y menor que el obtenido en el trabajo de Romero (1989) en tres razas cebú y sus cruces que fue de 0.25 ± 0.26 , estudios que utilizaron la metodología de los cuadrados mínimos para la estimación del índice de herencia, en estos resultados de la literatura resaltan los altos errores típicos. En la revisión de literatura de Koots *et al.* (1994) donde incluyen varias razas *Bos taurus* y también a la Brahman, obtuvieron un valor promedio de 0.22 ± 0.06 . En esa revisión se consideraron trabajos con la metodología de los cuadrados mínimos y del modelo animal. Por otro lado Doyle *et al.* (2000) utilizando modelo animal reportaron un valor de 0.21 ± 0.02 en hembras de la raza Angus, y como se mencionó antes, el error típico estimado por esta metodología es menor que por la técnica de cuadrados mínimos. El índice de herencia del presente material es igual que el reportado por la cooperativa genética SEPROCEBÚ (2011) de 0.08 ± 0.02 . Patiño y Cárdenas (2004) estimaron un índice de herencia de 0.15 bastante más alto al de este trabajo, Plasse *et al.* (2005) en un rebaño con cuarenta años de selección y programas de manejo, sanidad y alimentación obtuvieron 0.14, superior al valor obtenido aquí y Verde (2008) obtuvo valores más bajos con seis modelos diferentes con rango entre 0.02 y 0.07, y errores típicos entre 0.01 y 0.004. En un trabajo más reciente con vacas de primer servicio de doble propósito, Roman *et al.* (2010), indican bajo dos modalidades de análisis valores de 0.03 con modelo animal y 0.07 con un método Bayesiano. Los índices de herencia bajos para esta característica quizás se deban a los métodos de análisis que se han utilizado hasta el momento. Es necesario utilizar nuevas metodologías y modelos que se adapten mejor a este tipo de variables. Aunque Doyle *et al.* (2000) indican que los resultados de análisis de variables binomiales con metodologías

convencionales no son diferentes a los alcanzados bajo otras metodologías, teóricamente más aptas para caracteres umbrales. Por otro lado, es importante aclarar, que el peso a servicio incluido en el presente análisis tuvo un alto efecto sobre la variación de la preñez y un índice de herencia mediano. Algunos autores no lo incluyen en sus análisis y parte de la variancia genética aditiva calculada en ellos es debida al peso que influye positivamente sobre la preñez. Ajustando por este efecto como se hizo en el presente análisis, el índice de herencia de preñez de vacas de primer servicio refleja principalmente la variancia genética aditiva del componente de fertilidad, sin ser enmascarado por peso.

La variancia genética aditiva fue de 141.4, lo cual indica que aún siendo bajo el índice de herencia para esta característica existe un componente de variancia genética modesto, por lo que se puede esperar mejoras a través de selección para este carácter reproductivo. Al mismo tiempo, se observa que la variancia producida por los efectos ambientales fue casi ocho veces mayor que la producida por los efectos genéticos (1103.5). En otras palabras, la magnitud de la variación genética ha sido enmascarada por una alta variación no genética, un problema que es típico para características reproductivas evaluadas en ambientes poco favorables. Esto último ocurre en condiciones tropicales a pastoreo e impone un reto importante para el mejoramiento genético de este tipo de características en la ganadería extensiva del trópico.

En el Cuadro 13 se muestra la amplia diferencia que existe entre los valores genéticos de los diez padres superiores y los diez inferiores con menor valor genético, además del número de hijas por cada padre. En este Cuadro también se señala el número promedio de vacas por padre, el cual es 17 hijas por cada padre en análisis, y 23 vacas asignadas por toro en servicio. A pesar del bajo índice de herencia existe una amplia variación genética entre los padres de las vacas de primer servicio, la cual es entre el

valor inferior y el superior de 42 puntos porcentuales, de manera que existe una posibilidad de mejorar este carácter mediante la selección de hembras y particularmente machos reproductores con valores genéticos altos para este carácter. Plasse *et al.* (2006, 2007) señalan una variación importante entre los padres con promedios superiores de DEPs y los inferiores, en la estimación de la capacidad reproductiva que hicieron, siendo la diferencia para el primer trabajo de 8.7 puntos porcentuales (Plasse *et al.*, 2006) y 10.5 puntos porcentuales en el segundo trabajo realizado en bosque seco tropical (Plasse *et al.*, 2007).

Cuadro 13. Descripción del material analizado, número de hijas y variación del valor genético entre los diez padres superiores y los diez inferiores para el carácter preñez de vacas de primer servicio

Material	n	Toro	n	VGE(%)	Superior vs Inferior (%)
Vacas	6625	1	26	20.8	$\bar{x} = 13.8$
Individuos con VGE	11616	2	72	17.8	
Padres de vaca	380	3	22	16.2	
Toro en servicio	249	4	315	13.9	
Vacas / padre	17	5	20	13.6	
Vacas / toro	23	6	63	12.8	
		7	11	11.8	$\bar{x} = -14.5$
		8	12	10.9	
		9	46	10.4	
		10	72	10.3	
		.			
		.			
		371	43	-11.3	
		372	14	-11.9	
		373	136	-12.1	
		374	16	-12.3	
		375	24	-12.4	
		376	27	-13.0	
		377	40	-14.4	
		378	47	-18.6	
		379	17	-20.5	
		380	49	-21.2	

Estas diferencias no se presentan en la práctica normalmente, para los efectos de selección se trabaja sobre listados de padres activos o que tiene hijas (vacas) activas, un ejemplo de esto son los valores obtenidos en SEPROCEBÚ (2011, datos no publicados) de 77 toros activos, los mismos tienen una amplitud de variación de DEP's para la preñez de vacas de primer servicio entre -3.0 a 7.5, con una diferencia de 10.5 puntos entre el padre superior y el de más bajo valor.

2. Preñez de vacas de primera lactancia

La otra variable bajo estudio en este trabajo fue la preñez de la vaca de primera lactancia. En el Cuadro 14 se muestra el análisis de variancia de los efectos que inciden sobre el carácter estudiado.

Cuadro 14. ANAVAR por Método de Máxima Verosimilitud Restringida (SAS) del análisis de preñez en vacas de primera lactancia

Efectos	Clases	Estimado de varianza	F	Nivel de significancia
Rebaño	8		13.2	<0.008
Año parto/rebaño	67		4.1	<0.0001
Estado de lactancia/rebaño	24		9.3	<0.0001
Sexo del becerro	2		6.2	<0.012
Peso destete(P205) becerro	1		10.3	<0.001
Peso a servicio TS ^a , lineal	1		21.6	<0.0001
Padre de la vaca	322	51.5		<0.0001
Toro en servicio	277	283.6		<0.0001
-2 log de Verosimilitud		34657.5		

^a Peso de la primera temporada de servicio.

Se observa que todos los efectos fueron altamente significativo ($P < 0.01$) a excepción de sexo del becerro que fue significativo ($P < 0.05$). Se utilizó como efectos fijos el rebaño, año de parto anidado dentro de rebaño, el estado de lactancia anidado dentro rebaño y sexo del becerro, dos covariables, el peso al destete del becerro ajustado a 205 días y el peso de

entrada a primer servicio (P24m) en forma lineal y los efectos aleatorios de padre de la vaca y el toro en servicio.

El efecto de año, en este caso de parto, anidado dentro del rebaño se usó debido a la naturaleza de los datos, como se explicó en el capítulo donde se discutió los efectos del año sobre la preñez de las vacas de primer servicio. En el caso de la vaca de primera lactancia, la preñez se ve incidida por el efecto de año de parto, aquí las variaciones son más marcadas entre años. Esta gran variación está explicada fundamentalmente porque son vacas con altos requerimientos nutricionales, ya que siguen creciendo, están lactando y se les exige una nueva preñez, y estas condiciones las hacen ser susceptibles a la amplia diversidad de cambios en el estado de los potreros y por ende en la oferta forrajera de cada año. Diversos autores en sus investigaciones corroboran esta afirmación (Meade *et al.*, 1959; Schilling y England, 1968; Linares *et al.*, 1974, 1976, 1981; Plasse *et al.*, 1975, 1978, 1993^a, 1995, 2005, 2006, 2007; Cruz *et al.*, 1976; Velarde *et al.*, 1976; Duarte *et al.*, 1986; Romero, 1989; Montoni *et al.*, 1992; Arango y Plasse, 1995; Montoni, 1995; Mejia y Morales, 1996; Arango *et al.*, 1999; Morales y Mejia, 1999). Otra implicación del año de parto se debe a la intensidad de selección que tenga cada rebaño. Si se obtienen buenos reemplazos y adecuados niveles de preñez, es probable que se pueda aumentar el nivel de selección permitiendo que los genotipos más adecuados sean los que se quedan en la finca y de esta manera permitan obtener apropiados porcentajes de preñez y mantenerlos durante el tiempo.

La Figura 3 es un gráfico de dispersión, donde la idea es observar de una manera más clara las variaciones que existen entre años, dentro de rebaños.

El mismo gráfico indica como al inicio de los trabajos el nivel de preñez tenía una tendencia a disminuir hasta valores muy bajos mostrados en la mitad del gráfico, desde donde se observa que de ahí en adelante se

revertió la tendencia, aunque las amplias variaciones se seguían presentando. Las probables causas de esta respuesta se explicaron anteriormente, basados principalmente sobre las condiciones de manejo, alimentación y sanidad desde que estas vacas comenzaron en su fase de levante.

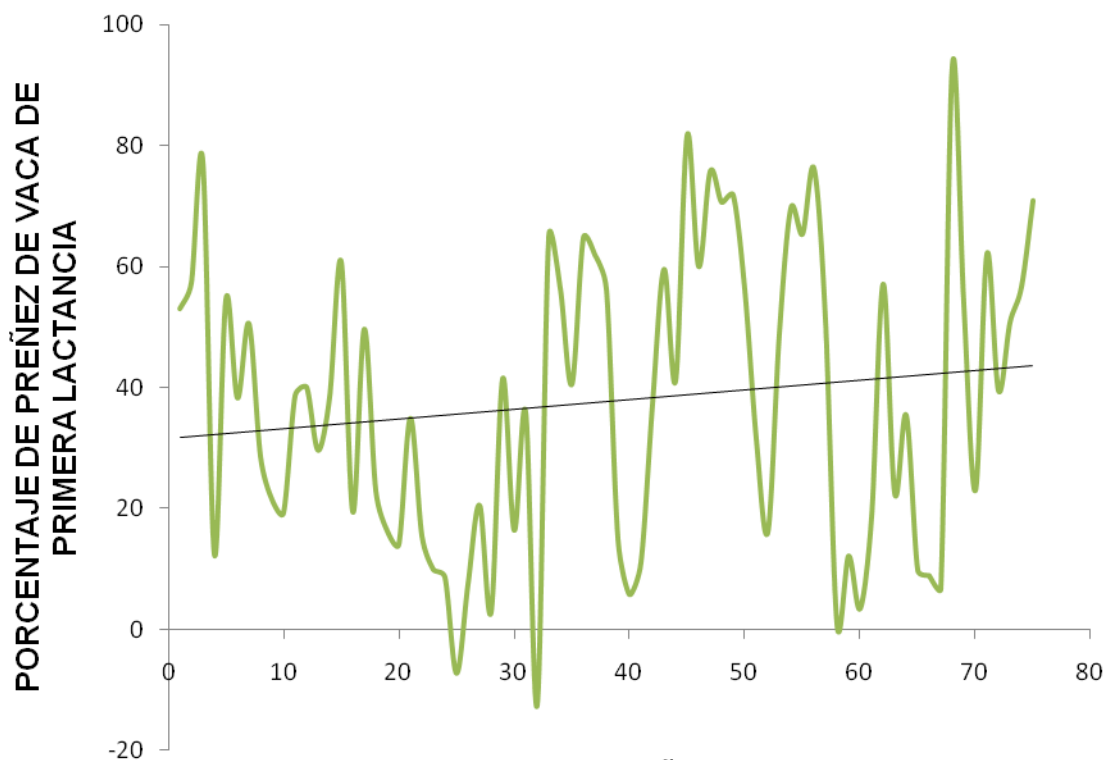


Figura 3. Porcentaje de preñez de vaca de primera lactancia según el año de parto dentro del rebaño

El estado de lactancia es una condición o efecto que más se ha estudiado en la literatura. En el presente trabajo incluso tiene mayor influencia que el año de parto. Está claro el efecto del estado de lactancia sobre el porcentaje de preñez de las vacas lactantes, especialmente en las más jóvenes y muy importante sobre las de primera lactancia, este tiene varias explicaciones, pero una de las más importante es el grado del nivel nutricional o condición corporal de la vaca gestante en diversos períodos de la preñez y esto está muy ligado al efecto del año como se dijo antes (Meade *et al.*, 1959 ; Warnick *et al.*, 1960, 1967; Temple y Farthing 1963; Donaldson

1967; Linares *et al.*, 1974, 1976, 1981; Plasse *et al.*, 1975, 1978, 1993_a, 1993_b, 1995; Romero, 1989; Hoogesteijn *et al.*, 1991; Montoni *et al.*, 1992; Arango y Plasse, 1995; Montoni, 1995; Morales y Mejia 1999). La condición corporal de las vacas antes del parto es muy importante ya que están involucrados muchos mecanismos fisiológicos y metabólicos que actúan sobre la involución uterina, y el reinicio postparto de la actividad ovárica. En este sentido Short *et al.* (1990) manifiestan que el anestro es el principal componente de la infertilidad postparto e indican que algunas de las herramientas de manejo para evitar esto es una temporada de servicio corta, manejo de la condición corporal preparto y la estimulación postparto con toros vasectomizados (retajos), así mismo lo indican Soto-Belloso *et al.* (1997) y Bolaños *et al.* (1998), los cuales obtuvieron una disminución del intervalo parto-primero estro en vacas cebú de primera lactancia y reactivación de la actividad ovárica. Adicional a esto, en una amplia revisión William (1990) señala que la solución para obtener un mejor resultado se basa en mejorar las limitaciones biológicas y ambientales que actualmente existen y Randel (1990_b) es mucho más claro al indicar que la tardanza en la reactivación del eje hipófisis-hipotálamo-ovarios estará ligado al nivel nutricional de las vacas antes del parto y la condición corporal al momento del parto. Hay indicios que señalan que más allá del estado de lactancia, la edad de la vaca al parto y estrategias para reactivar la actividad reproductiva de las vacas postparto, como el destete precoz, parcial o amamantamiento restringido, es mucho más importante mantener una buena condición corporal al momento del parto y una buena alimentación y nutrición especialmente en el último tercio de la gestación, incluso es más importante durante este período que los 60 días después del parto (Galina y Arthur, 1989; DeRouen *et al.*, 1994; Vásquez y Bastidas 2005).

El presente estudio determinó que el efecto del peso a servicio de las vacas en su primera temporada de servicio, afecta la respuesta de la

probabilidad de preñez en la segunda temporada de servicio, en su primera lactancia. Por este motivo toma más interés la necesidad de realizar un excelente levante de las hembras postdestete, para garantizar que haya un desarrollo adecuado de las vacas (Plasse *et al.*, 1968; Linares *et al.*, 1974; Salisbury *et al.*, 1978; Randel 1984,1990_a; Morales y Mejía 1999).

El efecto padre de la vaca y toro en servicio generan mucha variación como se indica en el Cuadro 14. La manera como incide el padre de la vaca sobre el porcentaje de preñez fue explicado anteriormente en el aparte de las vacas de primer servicio, lo interesante es mostrar que hasta la segunda temporada se extiende este efecto del padre, bien sea por la transmisión de genes para crecimiento y genes favorables para obtener capacidad para preñarse (Franke *et al.*, 1973; Cruz *et al.*, 1976; Patiño y Cárdenas 2004). En cuanto al toro en servicio, siendo la fuente principal de variación como en el carácter preñez de vacas de primer servicio, al igual que antes, este efecto es importante, aun más, ya que en todos los casos de las diversas temporadas en la que se recolectó la información para este trabajo, y en prácticamente todos los apareamientos que ocurren en las fincas, dichos apareamientos se realizan con sistema natural, bien sea, en rebaños unitoro o multitoro. Debido a lo mencionado antes, hay que prestar mucha atención al comportamiento de la actitud de los toros para la monta, así mismo hay que mantener la supervisión sobre los rebaños durante ejecución de la temporada de servicio. Al igual que en el caso de las vacas de primer servicio, los toros utilizados cada año fueron sometidos a pruebas andrológicas para descartar aquellos que presentaran resultados deficientes en dicha prueba (Plasse *et al.*, 1993_b, 1995, 2006, 2007; Patiño y Cárdenas 2004; Verde 2008).

Los otros efectos que tienen una determinación sobre el porcentaje de preñez de las vacas de primera lactancia son el sexo del becerro y el peso del mismo ajustado a 205 días. El segundo se utilizó como covariable, siendo

su efecto significativo, de tal manera que se puede inferir que bajo las modalidades de alimentación, manejo y sanidad a la que son sometidas las vacas, mientras más alto sean los pesos al destete de sus hijos, se afectará la preñez de sus madres, evidencia de esto es la regresión del peso al destete ajustado a 205 días, el cual en este trabajo señala que por cada 10 kg adicional de este peso, la preñez de la madre disminuye en 1.2 puntos porcentuales. Probablemente la manera de revertir esta tendencia será la mejora en las condiciones de alimentación y manejo de las vacas previas al parto como se discutió anteriormente. El otro efecto es el del sexo del becerro. Son pocos los trabajos donde se menciona este efecto como causa de variación. En los mismos indican que las vacas que destetan o tienen becerros del sexo macho tienen una reproducción inferior que las paridas con becerros del sexo hembra (Montoni y Riggs., 1978; Plasse *et al.* 1978; Montoni *et al.*, 1981; Días *et al.*, 1985; Galina y Arthur, 1989; Cabral *et al.* 1999). La incidencia del sexo del becerro sobre el porcentaje de preñez de la vaca de primera lactancia pudiera entenderse debido a que los machos demandan más leche que las hembras, y, por lo tanto generan mayor requerimiento de nutrientes en la madre. Lo que señala nuevamente que más allá de los efectos manejados aquí, el tema alimentación y nutrición es uno de los principales problemas que no permiten obtener un buen porcentaje de preñez en las vacas lactantes y principalmente en las de primera lactancia.

Los resultados de porcentaje de preñez de las vacas de primera lactancia por rebaño ajustados y no ajustados, el error típico y el peso promedio de entrada a la primera temporada de servicio a los 2 años de edad, además del número de observaciones por cada uno de los rebaños, se observan en el Cuadro 15.

Se analizaron un total de 3414 registros de vacas de primera lactancia, con un promedio no ajustado de 42.4 % y ajustado de 39.4 %, con un peso promedio de 321 kg.

Cuadro 15. Porcentaje (%) de preñez ajustado y no ajustado, error típico (ET) y peso promedio de entrada a servicio en su primera temporada de vacas de primera lactancia

Rebaño	n	Porcentaje de Preñez				Peso Promedio de entrada en la 1era TS ² (kg)
		No ajustado		Ajustado		
		%	ET	% ¹	ET	
A	708	41.1	1.9	49.0 ^a	4.2	310
B	1043	31.0	1.4	22.9 ^c	2.6	329
C	599	68.1	1.9	59.5 ^a	4.2	322
D	353	29.7	2.4	21.4 ^c	5.2	320
E	122	41.8	4.5	29.6 ^c	8.0	317
F	286	44.4	2.9	50.9 ^a	6.0	324
G	108	32.4	4.5	30.9 ^{ab}	7.8	294
H	195	54.4	3.6	51.3 ^a	8.2	336
Total	3414	42.4		39.4		321

¹Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente (P<0.05), ² Peso de entrada en su primera temporada de servicio.

El porcentaje ajustado presenta una amplia variación entre 21.4 a 59.5 %, acorde con lo revisado en la literatura, donde existe también una amplia variación entre 24.4 % (Gómez *et al.*, 2010) hasta 78.6 % (SEPROCEBÚ 2011, datos no publicados), siendo el valor publicado más alto el de Plasse *et al.* (2007), de 63.0 %. En el Cuadro 15 se observa que en rebaños donde las condiciones ambientales son más adversas los porcentajes de preñez son menores (rebaños D, E y G), caso especial el del rebaño B, el cual a pesar de estar en condiciones que le permiten tener pasturas introducidas de buena calidad, no ha tenido buenos valores, y, debido a causas de sobrepastoreo de los potreros y problemas de levante de las hembras tienen el segundo peor promedio de preñez. Otra excepción es el rebaño C, cuyo resultado indica que cuando se les da un buen trato preparto y durante la

temporada de servicio a este grupo de vacas de altas exigencias, se consiguen buenos resultados, este rebaño se ubica en Apure con una temporada de servicio durante el período seco, pero las vacas pastorean potreros diseñados para ellas, esto a pesar que en los años en que se generó esta información, los programas sanitarios, de manejo y alimentación no tenían la intensidad de hoy día, cuando los promedios de preñez son más altos. Desde el punto de vista estadístico, las pruebas de media señalan una similitud entre los rebaños C, F, H, A y G, siendo este último diferente al resto de los rebaños de manera estadísticamente significativa, y este grupo está conformado por los rebaños B, D y E que a su vez no difieren estadísticamente entre ellos y tienen los valores más bajos.

En Cuadro 16 se discrimina los porcentajes de preñez en 6 rangos de peso, y el número dentro de cada clase. El cuadro muestra claramente como el efecto del peso es un factor importante a considerar al momento de seleccionar las hembras que entran a servicio por primera vez, ya que se evidencia que afecta el porcentaje de preñez de las vacas de primera lactancia.

Cuadro 16. Rango de pesos, número de observaciones en cada clase de pesos a 24m y porcentaje de preñez no ajustado de las vacas de primera lactancia

Rango de pesos kg	Vacas con peso n	Preñez %
260 – 280	255	33.3
281 – 300	686	36.9
301 – 320	890	40.4
321 – 340	810	45.9
341 – 360	433	48.7
361 – 458	340	48.5
Total	3414	42.4

Al igual que en el carácter preñez de vaca de primer servicio, en este caso la variación del porcentaje de preñez varía ampliamente hasta los 340 kg, siendo la diferencia entre los valores de preñez entre la cuarta clase (321-340) y la primera (260-280) de 38 %, o de 13 puntos porcentuales. A partir de este peso o mayor a 340 kg los cambios no son grandes y sólo cambian 3 puntos porcentuales.

El Cuadro 17 es otra muestra más discriminada del efecto del peso sobre el porcentaje de preñez de las vacas de primera lactancia. En dicho cuadro se resumen los porcentajes dentro de los rangos mostrados anteriormente por rebaño. Aquí se observa con más claridad la influencia del peso de entrada por primera vez a temporada a los 2 años, debido a que este efecto es diferente en cada uno de los rebaños o ambientes.

Cuadro 17. Porcentaje de preñez no ajustado, promedio de peso (kg) de entrada a servicio por primera vez y rangos de peso por rebaño de vacas de primera lactancia

		Rangos de peso en (kg) ¹						
Rebaño	kg ²	260	281	301	321	341	361	Promedio %
		a 280	a 300	a 320	a 340	a 360	a 470	
A	310	24(57)	34(142)	40(192)	56(168)	48(93)	67(56)	41.1
B	329	22(67)	23(222)	26(279)	36(244)	40(134)	31(97)	31.0
C	322	84(39)	72(129)	65(142)	62(133)	63(82)	80(74)	68.1
D	320	19(35)	25(65)	23(95)	35(82)	42(40)	39(36)	29.7
E	317	14(9)	25(24)	43(36)	59(31)	62(10)	33(12)	41.8
F	324	25(29)	36(56)	44(74)	43(66)	57(38)	53(23)	44.4
G	294	25(4)	34(16)	42(26)	17(31)	50(16)	67(15)	32.4
H	336	25(15)	38(32)	56(46)	48(55)	63(20)	62(27)	54.4
Total	321	33.3(255)	36.9(686)	40.4(890)	45.9(810)	48.7(433)	48.5(340)	42.4

¹ Cifras en paréntesis son el número de observaciones ² Peso de entrada a servicio por primera vez. ^a No había vacas de esta categoría

El Rebaño C, es un caso bien particular, donde las hembras tienen un nivel nutricional creciente durante la temporada de servicio, esto no es así en los otros rebaños con temporada de servicio en época seca, los demás rebaños si muestran que pesos por debajo de los 340 kg no van a favorecer la concepción en las vacas de primera lactancia. De tal manera que si se aprecia los promedios de peso de entrada a servicio en la primera temporada de servicio, se observa que los rebaños ubicados en ecosistema de sabana a excepción del rebaño C son los de menor peso y porcentaje de preñez. En la literatura no hay referencias sobre valores de regresión del peso sobre la preñez de vacas de primera lactancia, en el presente trabajo el valor fue de 1.4 puntos porcentuales de preñez por cada 10 kg de aumento de peso a la entrada a servicio por primera vez a los 24 meses de edad.

Quizás el efecto que más se ha estudiado y reportado en la literatura es el estado de la lactancia, o también conocido como condición de lactancia. Para el caso del presente trabajo se dividió esta condición en tres clases, así se muestra en el Cuadro 18. Aquí se dividió el estado de lactancia en función del tiempo transcurrido entre el parto y el inicio de la segunda temporada.

La primera clase son aquellas vacas que tenían más de 30 días de paridas antes del inicio de la temporada, el segundo grupo entre un día y 29 días de paridas y el tercer grupo las que tienen el parto una vez que ya se ha iniciado la temporada de servicio.

Cuadro 18. Porcentaje de preñez ajustado por estado de lactancia, número de observaciones y error típico en vacas de primera lactancia

Estado de lactancia	n	% Preñez	Error Típico
Más de 30 días antes de TS ^a	2349	51.2	1.0
1 a 29 días antes de TS ^a	591	34.3	1.9
Durante la TS ^a	474	26.7	2.0
TOTAL	3414	39.4	

^a TS = Temporada de servicio.

Los resultados obtenidos indican que el efecto del estado de lactancia fue significativo y son concordantes con la literatura donde las vacas con más tiempo paridas antes de iniciar la temporada de servicio siguiente obtienen mejores resultados de preñez, tienen menos intervalo parto-concepción, e intervalo entre partos más cortos y reinician la actividad ovárica en menor tiempo, que aquellas que paren en menos de 30 días o una vez iniciada la temporada. Las vacas con más de 30 días de paridas y que representa el 69 % de las vacas preñadas, en el presente trabajo obtuvieron 51.2 %, la segunda clase, que representan el 17 % de las vacas, obtuvo un porcentaje de preñez de 34.3 %, y el resto que parieron dentro de la temporada de servicio, tuvieron el valor de preñez más bajo con 26.7 %. En uno de los primeros trabajos en el país que consideraron este efecto Linares *et al.* (1974) obtuvieron un promedio de preñez más alto (72 %) en el grupo de vacas paridas con más de 30 días, entre 1 a 30 días 52 % y las paridas dentro de la temporada 38 %. Esta tendencia fue ratificada posteriormente por Montoni *et al.* (1992) y Plasse *et al.* (1997; 1999).

De manera más discriminada se muestran en el Cuadro 19 los porcentajes de preñez por estado de lactancia dentro de rebaño y donde se demuestra que en los rebaños de ecosistemas de sabanas o de peor condición de nutrición y pastos de buena calidad es bien importante que las vacas tengan su parto lo más temprano posible antes del inicio de la segunda temporada de servicio.

Esto se logra con una temporada de servicio corta para las vacas de primer servicio, acompañada de un buen peso en su primera temporada y de haber tenido un buen levante. También se aprecia que el hecho de no tener buenos pesos al inicio del primer servicio y/o no garantizar un buen crecimiento no permiten alcanzar aceptables valores de preñez aun pariendo temprano, por ejemplo los rebaños B, D y G (Cuadro 19) todos con ambientes adversos o de baja calidad.

Cuadro 19. Porcentaje de preñez ajustado (%) por estado de lactancia por rebaño y total en vacas de primera lactancia

Rebaño	Días de parto hasta el inicio de la TS ¹			TOTAL
	≥ a 30	1 a 29	Dentro de TS	
A	66(489)	44(153)	37(66)	49.0
B	32(712)	20(174)	16(157)	22.9
C	81(443)	60(107)	38(49)	59.5
D	35(170)	11(80)	18(103)	21.4
E	49(65)	14(13)	26(44)	29.6
F	55(255)	47(31)	a	50.9
G	36(29)	32(24)	25(55)	30.9
H	56(186)	47(9)	a	51.3
TOTAL	51.2(2349)	34.3(591)	26.7(474)	39.4

¹. Cifras en paréntesis son el número de observaciones. ^a No había vacas de esta categoría

Otro detalle importante en el Cuadro 19 es que de los tres rebaños con porcentajes de preñez superiores (C, F, H) los dos últimos rebaños, el F con 50.9 % y el rebaño H, con 51.3 % no tenían vacas paridas dentro de la TS. Y el otro rebaño, el C que tiene el mejor valor de preñez, tiene una disminución considerable en el grupo de vacas que paren dentro de la temporada, contrastando el 38 % de ese grupo contra 60 % en el grupo de paridas hasta un mes antes del inicio de la temporada y 81 % en las que tenían más de un mes de paridas al iniciarse el siguiente período de monta. Esto se logra con períodos o temporada de servicio de las vacas de primer servicio no mayor de 3 meses y buen desarrollo corporal de este grupo desde el destete.

El Cuadro 20 muestra los promedios de preñez ajustados y no ajustados separados por sexo del becerro y total.

Cuadro 20. Porcentaje de preñez (%) no ajustado, ajustado y total por sexo del becerro en vacas de primera lactancia

Porcentaje	Sexo		Total
	Machos	Hembras	
No Ajustado	39.1	45.3	42.4
Ajustado ¹	37.6 ^a	41.3 ^b	39.4

¹ Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente (P<0.01).

Habiendo diferencia estadísticamente significativa entre ambos sexos y siendo las vacas que parieron hembras las que tenían mejor valor de porcentaje de preñez, con un promedio ajustado para éstas de 41.3 % y para las vacas que parieron machos de 37.6 %. No hay literatura para este efecto con que comparar los porcentajes de preñez, sin embargo Cabral *et al.* (1999) indican que las vacas que parieron machos afectaron en su trabajo la preñez, pero no indicaron el valor. Montoni *et al.* (1981) expresaron el efecto del sexo del becerro sobre la eficiencia reproductiva mediante el estudio del intervalo entre partos donde mencionan que las madres de becerros machos tuvieron intervalos 19.1 días más largos.

En el Cuadro 21 se presenta las variancias y el índice de herencia y su error típico de la preñez de primera lactancia.

Cuadro 21. Estimados de variancia genética aditiva (σ^2_a), variancia ambiental (σ^2_e), variancia fenotípica (σ^2_p), índice de herencia (h^2) y error típico de preñez de vacas de primera lactancia.

Carácter/Estimados	σ^2_a	σ^2_e	σ^2_p	h^2
Preñez	126.3	1565.7	1968.0	0.06
Error Típico				0.03

Se observa que la variancia genética aditiva es pequeña, pero existe, con un valor de 126.3, lo que da luces sobre la posibilidad de mejorar los rebaños vía selección, a pesar que el índice de herencia para el carácter preñez de vaca de primera lactancia es bajo, 0.06 ± 0.03 y menor al calculado aquí mismo para las vacas de primer servicio. En la literatura

consultada sólo Cruz *et al.* (1976) señalan un valor de 0.09 ± 0.14 y Bastidas y Verde (1981) 0.14 ± 0.19 , en vacas de primera lactancia, ligeramente superior el primero, al conseguido en el presente trabajo, pero con un error típico alto. Hay que resaltar que al igual que en el carácter preñez de vacas de primer servicio, el carácter preñez de vacas de primera lactancia tiene una amplia variación ambiental, siendo mucho mayor para este último carácter como se aprecia en el Cuadro 21 donde la variancia ambiental es doce veces más grande que la variancia genética aditiva. Esto es otra señal de que, indistintamente se establezcan programas de mejoramiento genético sobre la preñez, es importante mejorar el ambiente, el manejo, la alimentación, sanidad y las condiciones previas al parto, y durante la temporada de servicio.

En el Cuadro 22 se señala la distribución de los datos analizados, además de la diferencia de los valores genéticos entre los diez toros superiores y los diez inferiores para el carácter preñez de la primera lactancia y la cantidad de hijas por padre.

Se observa que la diferencia entre el valor genético del mejor padre y el inferior, es de 29 puntos porcentuales, diferencia menor a la conseguida entre padres para el carácter preñez de vaca de primer servicio. Pero estas diferencias siguen siendo importantes y promisorias en cuanto a la mejora de estos caracteres vía selección. La diferencia dentro de los 10 padres superiores también es de magnitud apreciable, siendo casi el triple entre el primero y el décimo superior, es decir que existe un reto promisorio en cuanto a identificar aquellos toros que promuevan el mejoramiento genético de este carácter.

Cuadro 22. Descripción del material analizado, número de hijas y variación del valor genético entre los diez padres superiores y los diez inferiores de preñez para el carácter vacas de primera lactancia

Material	n	Toro	n	VGE(%)	Superior vs Inferior (%)
Vacas	3414	1	17	16.6	$\bar{x} = 9.7$
Individuos con VGE	7678	2	20	12.7	
Padres de vaca	322	3	17	10.2	
Toro en servicio	273	4	102	9.5	
Vacas / padre	11	5	17	9.0	
Vacas / toro	13	6	14	8.9	
		7	49	8.9	
		8	10	7.8	
		9	10	6.2	
		10	14	5.6	
		.			$\bar{x} = -9.3$
		.			
		.			
		313	19	-7.2	
		314	13	-7.2	
		315	52	-7.3	
		316	15	-7.6	
		317	30	-8.4	
		318	45	-9.5	
		319	101	-10.0	
		320	12	-11.1	
		321	38	-12.0	
		322	11	-12.4	

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El valor de preñez ajustado obtenido en vacas Brahman de primer servicio está dentro del rango de los reportados por la literatura, y con un valor de 80.2 % es de los mejores. El porcentaje de preñez ajustado de vacas de primera lactancia, aunque está dentro de los rangos reportados por la literatura, es muy bajo, 39.4 %.

Los efectos principales en ambos caracteres fueron el año de nacimiento o de parto según sea el caso, peso de entrada a servicio por primera vez a los 24 meses de edad promedio, el cual mientras más cerca de los 340 kg esté, mayor garantía de éxito se tendrá, tanto en su primera temporada de servicio, como en su segunda temporada, como vaca de primera lactancia. Otros efectos relacionados con ambos caracteres de preñez fueron el padre de la vaca y el toro en servicio. En el caso de las vacas de primer servicio el mes de nacimiento tuvo importancia. Y los otros efectos que afectan la preñez de las vacas de primera lactancia son el estado de la lactancia, donde existe variación en la afectación dependiendo del rebaño, el sexo del becerro y su peso al destete corregido a 205 días.

Las variaciones ambientales siguen siendo muy importantes, ya que al momento de considerar posibles estrategias para mejorar los índices de preñez, es necesario establecer adecuados planes de manejo, alimentación y sanidad desde la fase de levante de las hembras que irían a la reproducción.

Los parámetros genéticos señalados en ambos caracteres, a pesar de ser bajos, específicamente el índice de herencia, sugieren, que debido a la magnitud presentada en la variancia genética aditiva y sobre todo a las diferencias entre los valores genéticos de los padres de las vacas hay que considerar en los programas de selección los caracteres de reproducción, especialmente la preñez.

Las herramientas metodológicas y estadísticas para analizar caracteres binomiales como la preñez no son accesibles y de serlo su implementación requiere de recursos computacionales y de conocimientos más específicos para estas tareas. Sin embargo, lo realizado hasta ahora con las herramientas con que se cuenta, y el acomodamiento que se hace de los datos umbrales para que sean analizados con metodologías para datos continuos se pueden considerar adecuadas, ya que dan indicios que se pueden utilizar para orientar planes de selección en los caracteres de preñez.

Se deben seguir estableciendo estudios que correlacionen medidas o caracteres asociados al macho, por ejemplo, circunferencia escrotal, con la preñez de novillas para aprovechar las posibles relaciones genéticas que puedan tener y de esa manera tratar de robustecer los análisis para los caracteres de preñez que no son fáciles de realizar, así como para apoyar la selección.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, N. J. 1990. Efecto de tres modalidades de crianza de becerros sobre las características reproductivas y productivas de la madre. Tesis M. Sc. Universidad Central de Venezuela, Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Postgrado en Producción Animal. Maracay, Venezuela. 109 pp.
- Arango, J., y D. Plasse. 1995. características reproductivas en Brahman y sus cruces con Guzerá y Nelore en Apure. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, venezuela. pp 61-93.
- Arango, J., D. Plasse, O. Verde, H. Fossi, R. Hoogesteijn, P. Bastidas y R. Rodríguez. 1999. producción de Brahman y sus cruces por absorción a Guzerá y Nelore en sabana. 1. Porcentajes de preñez, parición, destete y disponibilidad a dieciocho meses. Livestock Research for Rural Development. <http://www.lrrd.org/lrrd11/3/cont113.htm>. Accesado: 26/06/2011.
- Arriaga, L., C. Chicco y G. Arriaga. 2001. Comportamiento productivo de vacas Brahman de primer servicio y primera lactancia con suplementación estratégica. En: R. Romero, J. Arango y J Salomón (Eds.) XVII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 35-61.
- Bastidas, P. y O. Verde. 1981. Factores que afectan la concepción y edad a primer parto en novillas *Bos indicus*. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Memoria 16:123 (Resumen).

- Bauer, B., D. Plasse, E. Galdo y O. Verde. 1986. Producción comparativa de vacas Brahman y Nelore apareadas con toros Brahman en el trópico de Bolivia. I. Porcentaje de preñez y destete. ALPA Memoria 21:22 (Resumen).
- Bolaños, J.M., M. Forsberg, H. Kindahl y H. Rodriguez-Martinez. 1998. Bioestimulatory effects of estrous cows and bulls on resumption of ovarian activity in postpartum anestrous zebu (*Bos indicus*) coes in the humid tropics. Theriogenology. 49. pp 629-636.
- Boldman, K. G., I. A. Kriese, L. D. Van Vleck, P. Van Tassell y D. Kachman. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. ARS, USDA Washington, D. C., USA.
- Buddenberg, B. J., C.J. Brown, Z.B. Johnson, J.E. Dunn y H.P. Peterson. 1989. Heritability estimates of pregnancy rate in beef cows under natural mating. J. Anim. Sci. 67: 2589 : 2594.
- Burrow, H.M. 2001. Variances and covariances between productive and adaptive traits and temperament in composite breed of tropical beef cattle. Livestock Production Science. 70: 213:233.
- Cabral, C., R. Martins y R. Braga. 1999. Intervalo de partos e fertilidade real em vacas Nelore no estado do Maranhao. Revista Brasileira Zootecnia. Vol 28 (3) pp 474-479.
- Chicco C. y S. Godoy. 2005. Restricciones y alternativas para la nutrición de bovinos en el trópico. En: R. Romero, J. Salomón, y J. De Venanzi (Eds.) XX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 157-190.

- Correa, E.S., P. de Andrade, K. E. Filho y R. G. de Oliveira Alves. 2000. Avalaiciao de um sistema de producao de gado de corte.1. Desempenho reprodutivo. Rev. Bras.Zootec., 29 (6) : 2209-2215, 2000 (suplemento 2).
- Cruz, V., M. Koger, A. Warnick, D. Franke, C. Wilcox y F. Martin. 1976. Índices de herencia de la reproducción en ganado Brahman. ALPA. Mem. 11:25-26 (Resumen).
- Cruz, V., A. Warnick y D. Franke. 1971. Factores que afectan la reproducción de ganado de carne. ALPA Memoria 6:163 (Resumen).
- De Rouen, S. M., D. E. Franke, D. G. Morrison, W. E. Wyatt, D.F. Combs, T. W. White, P. E. Humes y B. B. Greene. 1994. Postpartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. J. Anim. Sci. 72: 1119-1125.
- Deese, R. y M. Koger. 1967. Heritability of fertility in Brahman and crossbred cattle. J. Anim. Sci. 26:984.
- Dias., M, L. Alves de Souza y V. José de Andrade. 1985. Efecto de la interrupción temporaria de la amamantación por diferentes períodos, sobre el desempeño reproductivo de vacas cebú. Archivo Brasileiro de Medicina Veterianaria. 37 (2) pp 145-155.
- Donaldson, L. 1967. Relationship between body conditions, lactation and pregnancy in beef cattle. Australian Vet. J. 45: 577-581.
- Doyle, S. P., B.L. Golden, R.D. Green y J.S.Brinks. 2000. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. J. Anim. Sci. 78: 2091-2098.
- Duarte, A., W. Torpe y A. Tewelde. 1986. Comportamiento reproductivo de bovinos de razas puras y cruzas en una región tropical de México. ALPA. Mem. 21:9 (Resumen).
- Dziuk, P. J. y R.A. Bellows. 1983. Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. J. Anim. Sci. 57 (Suppl. 2): 355-379.

- Franke, D. E., M. Koger y V. Cruz. 1973. Reproduction in Brahman Cattle. *J. Anim Sci.* 36(1): 198 (Resumen).
- Freetly H.C., y L.V. Cundiff. 1997. Postweaning growth and reproduction characteristics of heifers sired by bulls of seven breeds and raised on different levels of nutrition. *J. Anim. Sci.* 75 : 2841-2851.
- Galdo, E., O. Verde, D. Plasse y B. Bauer. 1986. Porcentaje de preñez y destete en un rebaño Cebú seleccionado en el Beni, Bolivia. *ALPA. Mem.* 21: 25.
- Galina, C. S. y G. H. Arthur. 1989. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. *Anim. Breed. Abst.* 57 (11): 900-910.
- Gómez, M., G. Perez, P. Santeliz, A. Cortez y L. Vilanova. 2010. Reproducción de hembras Brahman en dos rebaños pertenecientes a un programa de mejora genética. *Zootecnia Tropical* 28(2) pp 141-151
- Hansen, P. J., D. H. Baik, J. J. Rutledge y E. R. Hauser. 1982. Genotype x environmental interactions on reproductive traits of bovine females. II. Postpartum reproduction as influenced by genotype, dietary regimen, level of milk production and parity. *J. Anim. Sci.* 55(6): 1458-1472.
- Holy, L. 1985. *Biología de la Reproducción Bovina* (2^{da} ed.). Científico Técnica, Cuba.
- Hoogesteijn, R., O. Verde y O. Mendoza. 1990a. Preñez en un rebaño Cebú comercial en sabana baja apureña en estado de organización inicial. VI Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal. Programas y Resúmenes. G21 (Resumen).
- Hoogesteijn, R., O. Verde y O. Mendoza. 1990b. Efecto del potrero y otros factores sobre la preñez en cuatro rebaños en sabana inundable en Apure. VI Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal. Programas y Resúmenes, G22 (Resumen).
- Hoogesteijn, R., M. Yesca y O. Mendoza. 1991, Programa de mejoramiento de la eficiencia reproductiva en dos rebaños de cría extensiva en el

- estado Apure. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). VII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 113-139.
- Koger, M. y A. Warnick. 1967. Various pasture programs. In: T. J. Cunha, A. C. Warnick y M. Koger (Eds.). Factors Affecting Calf Crop. University of Florida Press, Gainesville, Fla. USA. pp 98-101.
- Koots, K.R., J.P.Gibson, C. Smith y J.W. Wilton. 1994. Analyses of Published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. ABA. 62 (5) 310-338.
- Lamond, D. R. 1967. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. Anim. Breed. Abstr. 38: 259-372.
- Linares, T., D. Plasse, M. Burguera, J. Ordóñez, J. Ríos, O. Verde y M. González. 1974. Comportamiento productivo de *Bos taurus* y *Bos indicus* y sus cruces en el llano venezolano. ALPA. Mem. 9: 289-301.
- Linares, T., D. Plasse, E. Ceballos, D. Ocanto, O. Verde, M. González, L. Aguirre, C. Chico, N. Peña de Borsotti, L. Frometa y J. Ríos. 1981. Eficiencia reproductiva de ocho grupos raciales de vacas de carne en apareamiento con cinco razas de toros en el llano venezolano. ALPA. Mem. 16:141 (Resumen).
- Linares, T., D. Plasse, O. Verde. 1976. Influencia del estado de lactancia sobre la preñez en vacas Brahman. ALPA. Mem. 11:53 (Resumen).
- Llamozas, G. 2004 Criterios económicos en la eliminación de vacas. En: R. Romero, J. Salomon, y Jenny de Venanzi (Eds.) IXX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. Pp 321-357.
- Lobo, R. N. 1998. Genetic parameters for reproductive traits of zebu cows in the semi-arid region of Brazil. Livest. Prod. Sci. 55 : 245-248.

- Marshall, D, M., W. Minquiang y 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.
- McSweeny, C. S., P. M. Kennedy, M. J. D'Occhio, L. A. Fitzpatrick, D. Reid y K. W. Entwistle. 1993. Reducing post-partum anoestrus interval in first-calf *Bos indicus* crossbreed beef heifers. II Responses to weaning and supplementation. *Aust. J. Agric. Res.* 44: 1079-1092.
- Meade, J. H. Jr., M. Hammond y M. Koger. 1959. Factors influencing performance in a Brahman herd. *J. Anim. Sci.* 20(2): 392 (Resumen).
- Mejía, E. y F. Morales. 1996. Comportamiento reproductivo de vacas mestizas cebú al primer parto bajo condiciones de sabana. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 14(2): 120-134.
- Montoni, D. 1995. Estrategias no Convencionales de Manejo Reproductivo Aplicadas a un Rebaño Brahman Registrado en el Estado Táchira. Trabajo de Ascenso. Universidad Nacional Experimental del Táchira, Vicerrectorado Académico. Decanato de Docencia, Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. San Cristóbal, Estado Táchira. 113 pp.
- Montoni, D. Y J. K. Riggs. 1978. Efecto del amamantamiento limitado sobre el comportamiento reproductivo y productivo de un rebaño Brahman. *Agron. Trop.* 28: 551-571.
- Montoni, D., U. Manrique, L. Sabino, J. Batisti, y E. García. 1981. Reproducción en un rebaño Gyr y Cebú Venezolano. I. Intervalo entre partos. *ALPA. Mem.* 16: 120-155
- Montoni, D., G. Rojas, O. Verde, J. Silva, y M. Arriojas de Canelón. 1992. Producción de un rebaño Brahman bajo condiciones de trópico húmedo. I. Eficiencia reproductiva. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 18: 225-245.
- Montoni, D., J. Vitto y G. Rojas. 1995. Estrategia para el manejo de la vaca de primer parto en bovinos de carne. En: D. Plasse y N. Peña de

- Borsotti (Eds). XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 161-180.
- Morales. F. y Mejía E. 1999. Comportamiento reproductivo de rebaños Brahman y Nelore en los Llanos de Portuguesa, Venezuela. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 17(1): 152-166.
- Morris, C. y N. Cullen. 1994. A note on genetic correlations between puberty traits of males or females and lifetime pregnancy rate in beef cattle. Livest. Prod. Sci. 39:291- 297.
- Ordóñez, J. 1982. Aplicación de simulación al establecimiento de estrategias de manejo en sistemas de producción de carne en los Llanos Venezolanos. En: L. Pearson de Vaccaro (Ed.). Sistemas de Producción en Bovinos en el Trópico Americano. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. Pp 225-245.
- Patiño, J y Cárdenas, I. 2004. Tasa de preñez de vientres Brahman servidos a los dos años de edad en hatos del suroeste de Venezuela. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. (Resumen)
- Plasse, D. 1988. Factores que influyen la eficiencia reproductiva de bovinos de carne en América Latina Tropical y estrategias para mejorarlas. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti (Eds.). IV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 1-51.
- Plasse, D., J. Arango y L. Camaripano. 2005. Producción de vacas Brahman registradas durante cuatro décadas. En: R. Romero, J. Salomón, y J. De Venanzi (Eds.) XX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 295-334.

- Plasse, D., B. Bauer, O. Verde y M. Arangunde. 1975. Influencias genéticas y ambientales sobre la eficiencia reproductiva de vacas Criollas, Cebú y sus cruces. ALPA. Mem. 10: 57-73.
- Plasse, D., L. Camaripano y J. Arango. 2006. Sobrevivencia y permanencia en el rebaño de hembras Brahman hasta su primer parto. En: R. Romero, J. Salomón, y J. De Venanzi (Eds.) XXI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 167-195
- Plasse, D., L. Camaripano y J. Arango. 2007. Producción de vacas Brahman en el ecosistema bosque seco tropical. En: R. Romero, J. Salomón, y J. De Venanzi (Eds.) XXII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 73-108.
- Plasse, D., H. Fossi y O. Verde. 1989. Factores que influyen la preñez en Bovinos de carne de primer servicio. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti (Eds.). V Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 317-331.
- Plasse, D., E. Galdo, B. Bauer y O. Verde. 1993a. Producción de vacas Brahman y Nelore aparedas con Brahman en el Trópico de Bolivia. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 1(2): 187-202.
- Plasse, D., E. Galdo, B. Bauer y O. Verde. 1993b. Producción de un rebaño de bovinos de carne cebú en el Beni, Bolivia. II Porcentaje de preñez y destete, pérdidas y producción por vaca. Rev. Fac. Agron. UCV. 19: 367-389.
- Plasse, D., E. Galdo, B. Bauer y O. Verde. 1997. Cruzamiento de absorción de criollo hacia cebú en el Beni, Bolivia. 2. Porcentaje de preñez y destete y peso destetado por vaca. Rev. Fac. Agron. LUZ. 14: 551-559.

- Plasse, D., T. Linares, O. Verde y P. Bastidas. 1978. Factores que influyen la concepción en la primera lactancia en vacas Brahman. ALPA, Mem. 13: 167 (Resumen).
- Plasse, D., O. Verde, J. Beltrán, A. Hernández, N. Marquez, A. Capriles, L. Arriojas, T. Shultz, N. Braschi y A. Benavides. 1995. Tendencias anuales de producción, influencias genéticas y ambientales en un rebaño Brahman genéticamente cerrado. 4. Porcentajes de preñez, parición, destete, disponibilidad a 18 meses y producción por vaca. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 3(2): 113-130.
- Plasse, D., O. Verde; H. Fossi, R. Hoogesteijn, P. Bastidas y R. Rodríguez. 1999. Absorción de Brahman a Guzerá en sabana. 1. Porcentaje de preñez, parición, destete y disponibilidad a dieciocho meses. Rev. Fac. Ciens. Vets. UCV. 40 (1): 19-28 pp.
- Plasse, D., A. Warnick y M. Koger. 1968. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. I. Puberty and ovulation frequency in Brahman x British heifers. J. Anim. Sci. 27(1): 94-100.
- Randel, R. D. 1981. Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first-calf Brahman x Herford heifers. J. Anim. Sci. 53:755.
- Randel, R. D. 1984. Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds). Theriogenology 21(1): 170-185.
- Randel, R. D. 1990_a. Características reproductivas únicas de vacas Brahman y con base Brahman. Conferencia Internacional sobre ganadería en los trópicos. Universidad de Florida. Gainesville, Florida, USA. pp B-21- B-50.
- Randel, R. D. 1990_b. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. J. Anim. Sci. 68: pp 853-862.

- Randel, R. D. 2001. Manejo reproductivo de la hembra Brahman. En: I seminario Técnico Latinoamericano de Grandes Especies. Cancún, México. Memorias. Pfizer Región NO-LA. pp 76-92.
- Roman, R., J. Aranguren-Mendez, Y. Villasmil, L. Yañez, E. Soto-Belloso. 2010. Análisis de la fertilidad al primer servicio en novillas doble propósito bajo un modelo animal. Revista Científica, FCV-LUZ. Vol XX, (4), pp 383-389.
- Romero, R. 1989. Estudio Genético de Caracteres Reproductivos en Vacas Brahman, Guzerá, Nelore y sus cruces. Trabajo de Grado de Maestría en Producción Animal. M.Sc. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Postgrado en Producción Animal. Maracay, Venezuela. 346 pp.
- Romero, R., D. Plasse, O. Verde, R. Hoogesteijn, P. Bastidas, y Rafael Rodríguez. 2000. Absorción de Brahman a Guzerá y Nelore en pasto mejorado. 1. Porcentajes de preñez, parición, destete y disponibilidad a dieciocho meses. Livestock Research for Rural Development. <http://www.lrrd.org/lrrd12/3/rom123.htm> 20/06/2011.
- SAS. 1999. User's Guide: Statistics Version 8.0. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Salisbury, G. W., N. L. VanDemark y J. R. Lodge. 1978. Fisiología de la Reproducción e Inseminación Artificial de los Bovidos. Acibia, España. 798 pp.
- Sawyer, G. J., J. Milligan y D. J. Baker. 1993. Time of joining effects the performance of young Angus and Angus x Friesan cattle in the south west of Western Australia. 1. Live Weight, body condition, and reproductive performance in heifers and first-calves. Aust. J. Exp. Agric. 33: 511-521.
- Schilling, P. y N. England. 1968. some factors affecting reproduction in beef cattle. J. Anim. Sci. 27(5): 1363-1367.

- Selk, G. E., R. P. Wettemann, K. S. Lusby, J. W. Oltjen, S. L. Mobley, R. J. Rasby y J. C. Garmendia. 1988. Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. Anim: Sci.* 66: 3153-3159.
- Short, R.E., A. Bellows, R.B. Staigmiller, J.G. Berardinelli y E.E. Custer. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68: Pp 799-816.
- SEPROCEBÚ. 2011. Sementales Probados Cebú, C.A. Disponible en <http://www.seprocebu.com>. Accesado: 18/06/2011.
- Soto-Belloso, E., L. Ramirez, L. Guevara y G. Soto. 1997. Bull effect on the reproductive performance of mature and first calf-suckled zebu cows in the tropics. *Theriogenology.* 48. Pp 1185-1190.
- Splan, R.K., L.V. Cundiff y L.D. Van Vleck. 1998. Genetic Parameters for sex-specific traits in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 76 : 2272 : 2278.
- Temple, R. S. y B. K. Farthing. 1963. The effect of breed of dam and lactation status upon conception rate in beef cattle. *J. Anim: Sci.* 23:202 (Resumen).
- Urbani, G. 1996. Zulia: Competitividad para el desarrollo. Volumen II Sector: Ganadero. IECSA. Zulia, Venezuela. 75 pp.
- Vásquez, B. y P. Bastidas. 2005. Comportamiento reproductivo de vacas Brahman de primera lactancia suplementadas con proteína no degradable. *Zootecnia Tropical* 23(4) pp 411-427.
- Velarde, L., R. Carlos y F. Romero. 1976. Evaluación del cruce por absorción del Brahman en la costa atlántica de Costa Rica. I. Caracteres de reproducción. *ALPA. Mem.* 11:59 (Resumen).
- Verde, O. 2008. Sistema de Producción con Bovinos de Carne en La Estación Experimental "La Cumaca". IV. Caracteres Reproductivos. *Revista Facultad de Ciencias Veterinarias UCV.* 49 (2) pp 113-120.

- Warnick, A. C., J. H. Meade, y M. Koger. 1960. Factors influencing pregnancy rate in Florida beef cattle. Bulletin 623. University of Florida. Gainesville, Fla. USA. pp 1-10.
- Warnick, A. C., R. Kirst, W. Burns y M. Koger. 1967. Factors influencing pregnancy in beef cows. J. Anim. Sci. 26(1): 231 (Resumen).
- William, G. L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. J. Anim. Sci. 68:Pp 831-852.
- Wiltbank, J. 1983. Effects of nutrition and other factors on the reproduction of heifers. 32nd. Beef Cattle Short Course. University of Florida. Gainesville, Fla. USA. pp 63-68.