

EVALUACIÓN DE UN EMPADRE ROTATIVO CON MONTA NATURAL: EFECTO EN EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS CEBÚ

EVALUATION OF A BULL ROTATING SYSTEM USING NATURAL MATING: EFFECT ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF ZEBU COWS

Rafael Molina-Sánchez¹, Carlos S. Galina-Hidalgo², María S. Díaz-Sánchez², Luis Galicia-Angeles² y Sandra Estrada-Konig³

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía. Sede San Carlos. Cd. Quesada, Alajuela. Costa Rica. Apartado postal 223-4400. (rmolinas@costarricense.cr). ² Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria. O4510. México, D. F. (cgalina@servidor.unam.mx). ³ Universidad Nacional, Escuela de Medicina Veterinaria, Costa Rica. Barrial de Heredia, Heredia, Costa Rica. Fax (506) 2602155.

RESUMEN

Para determinar el efecto de un sistema de manejo rotativo de los sementales, en el comportamiento reproductivo de vacas cebú en condiciones de monta natural, se utilizaron seis sementales Brahman con experiencia sexual, evaluados mediante un examen andrológico para fertilidad. Se estableció una época de monta de seis semanas subdivididas en periodos no consecutivos de tres semanas, para realizar la rotación de los toros en un empadre fijo (EF; grupo A semanas 1, 2 y 3 y B semanas 5, 6 y 7) y uno rotativo (ER; grupo A semanas 5, 6 y 7 y B semanas 1, 2 y 3). Se seleccionaron 88 vacas cebú multíparas, con ternero al pie y 61 ± 36 días posparto promedio. Se obtuvieron muestras de sangre para cuantificar progesterona, exámenes ultrasonográficos dos veces por semana para observar la actividad ovárica y medición de la condición corporal. Las variables fueron la relación de vacas que pueden quedar gestantes con las de anestro, transición y ciclando, y una comparación de vacas gestantes con ciclando. En las semanas 1, 2 y 3 el grupo A (EF) presentó más vacas en anestro (lote $p=0.03$ y semana $p=0.001$); y el B (ER) más vacas en transición (lote $p=0.003$). Durante las semanas 5, 6 y 7 en el grupo B (EF) disminuyó el número de vacas en transición (semana $p=0.03$) y 83% de las vacas quedaron gestantes. En el grupo A (EF), las gestaciones fueron mayores en las primeras tres semanas (54%) contra 46% del grupo A (ER) en las semanas 5, 6 y 7. Es factible que los resultados estuvieran influenciados por la condición corporal de las vacas. Por tanto, la fertilidad del hato (35%) está relacionada con el número de vacas que se mantengan en anestro (28%), indistintamente del programa de empadre utilizado.

Palabras clave: *Bos indicus*, sistemas de apareamiento, desempeño reproductivo.

INTRODUCCIÓN

En las áreas tropicales los índices reproductivos del ganado cebú productor de carne son bajos. Sin embargo, el uso de mejores prácticas en el manejo de los hatos incrementa significativamente la productividad

ABSTRACT

In order to determine the effect of a rotational sire system on the reproductive performance in zebu cows, six Brahman bulls with sexual experience were used. These animals were evaluated previously for breeding soundness. A six weeks breeding period was subdivided in two non-consecutive three week period for rotation of bulls in a fixed mating system (EF; group A weeks 1, 2, and 3; and B weeks 5, 6, and 7) and a rotational system (ER; group A weeks 5, 6, and 7; and B weeks 1, 2, and 3). A total of 88 multiparous zebu cows with calf at foot and 61 ± 36 days postpartum, on average, were used. Blood samples to assess progesterone and ultrasonographic examination of the ovaries twice weekly, to evaluate ovarian function, and measurement of body condition, were taken. Response variables were the relation among cows that may become pregnant with the ones in anestrus, transition to cyclicity and cyclicity; besides, a comparison between cows cycling and pregnant was evaluated. During weeks 1-3 in group A (EF) more cows were in anestrus (group $p=0.03$ and week $p=0.001$); and in B (ER) more cows were in transition (group $p=0.003$). During weeks 5-7, in group B (EF) cows in transition were reduced (week $p=0.03$) and 83% of the cows were pregnant. In group A (EF) there were more cows pregnant (54%) in the first three weeks as compared to 46% in group A (ER) in weeks 5-7. It is possible that results were influenced by cows body condition. It is concluded that overall fertility of the herd (35%) was related to amount of cows in anestrus (28%). This relationship was not affected by the type of mating program used.

Key words: *Bos indicus*, breeding systems, reproductive performance.

INTRODUCTION

In tropical areas meat producing zebu cattle reproductive indexes are low. However, the use of better practices in herd management increases productivity significantly (Plasse, 1983). To achieve this, optimal cow reproduction and high calf survival is imperative. This implies an adequate bull reproductive management program implementation (Larsen *et al.*, 1990). With a simple bull system, risk of mistakes in

Recibido: Marzo, 2002. Aprobado: Septiembre, 2002.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 37: 1-10. 2003.

(Plasse, 1983). Para lograr esta mejoría es preciso contar con una óptima reproducción de las vacas y una elevada supervivencia de los terneros, lo que implica la aplicación de un adecuado programa de manejo reproductivo de los toros (Larsen *et al.*, 1990). Con un sistema de empadre simple, el riesgo de errores al momento de elegir al semental es alto, pero con un empadre múltiple (varios toros) el riesgo se disminuye a expensas de los problemas de manejo por agresiones, dominancia e interferencia entre los toros; un semental con baja fertilidad puede ser dominante y no permitir que los demás puedan aparearse con las hembras (Blockey, 1979). Eso dificulta la labor reproductiva y afecta negativamente los porcentajes de gestación (Ologun *et al.*, 1981). Por lo anterior, un sistema de empadre con dos toros con una rotación fija o periódica, puede ser una buena opción al equilibrar la distribución de las vacas entre los dos toros y produce un efecto bioestimulador constante y variado al cambiar los toros con frecuencia (Molina *et al.*, 2001). Asimismo, si el sistema es viable constituiría una medida práctica para sustituir el empadre múltiple tradicional y disminuir el número de toros al introducir semanalmente dos toros de manera rotativa.

Con base en los planteamientos anteriores, se realizó un estudio para evaluar si un sistema de manejo rotativo de dos sementales, permite mejorar el manejo reproductivo, sin efecto adverso en la fertilidad de vacas cebú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Unidad de Producción Bovina de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicada en San Carlos, Alajuela (10° 25' N y 84° 32' O). El sitio tiene una elevación de 75 m y presenta un clima tropical lluvioso, con precipitación de 3096 mm anuales, temperatura media de 24 °C y 85.3 % de humedad relativa (Sánchez y Soto, 1999).

Sistema de empadre

Se utilizaron seis sementales Brahman adultos con un intervalo de edad de tres a cuatro años y experiencia sexual previa, los cuales se evaluaron mediante un examen andrológico y una prueba de líbido para verificar su capacidad reproductiva.

El periodo de monta duró seis semanas, dividido en subperiodos de tres semanas cada uno, separados por una semana en la cual no hubo toros con las vacas (Cuadro 1).

Estado reproductivo del hato

Se seleccionaron 88 vacas cebú multíparas con ternero al pie, las cuales se dividieron en dos lotes (A y B) de 42 y 46 animales. Al inicio del estudio las vacas del lote A tenían un promedio de 60±37 días posparto, 71.4% con tres partos o más y 76.2% presentaban una condición corporal inferior a 2.5 puntos (escala 1 a 5; Pullan, 1978).

breeding animal selection is high. This risk decreases when a multiple bull system is used at the expense of management problems due to aggressions, dominance and interference among bulls; a breeding animal with low fertility can be dominant and not allow other bulls to mate the cows (Blockey, 1979). This makes reproductive task difficult and negatively affects gestation percentages (Ologun *et al.*, 1981). Therefore, a bull system with two bulls with fixed or periodical rotation can be a good option in balancing cow distribution between the two bulls; also, changing bulls frequently achieves a constant and diverse bioestimulating effect (Molina *et al.*, 2001). Moreover, if the system is viable, it will constitute a practical measure for substituting traditional multiple bull and reduce the bull number by introducing two bulls on a weekly rotating basis.

On this basis, a study to evaluate if a two bull rotating system allows reproductive management improvement without adverse effects on cow fertility, was performed.

MATERIALS AND METHODS

The study was performed in the Bovine Production Unit of the Agronomy School of the Costa Rica Technological Institute, in San Carlos, Alajuela (10° 25' N and 84° 32' O). The place has an altitude of 75m, a tropical rain forest climate, with annual precipitation of 3096 mm, average temperature of 24 °C and 85.3% relative humidity (Sánchez and Soto, 1999).

Mating system

Six adult Brahman sires with 3-4 year age range, previous sexual experience and previously evaluated to assess their breeding soundness through andrological examination and libido trial were used.

The mating period lasted for six weeks, subdivided in two non-consecutive three week periods and separated by one week in which no bulls were with the cows (Table 1).

Herd reproductive state

Eighty eight zebu multiparous cows with calf at foot were selected and divided in two groups (A and B) of 42 and 46 animals. Cows in

Cuadro 1. Sistema de rotación de los toros.

Table 1. Bull rotating system.

Semana	Lote A		Lote B	
	Empadre	Toros	Empadre	Toros
1	Fijo	A-B	Rotativo	C-D
2	Fijo	A-B	Rotativo	E-F
3	Fijo	A-B	Rotativo	C-D
4			Sin toros	
5	Rotativo	C-D	Fijo	A-B
6	Rotativo	E-F	Fijo	A-B
7	Rotativo	C-D	Fijo	A-B
8			Sin toros	

En el lote B, las hembras tenían 62 ± 35 días posparto, 84.8% contaban con tres o más partos y 71.7% presentaban una condición corporal inferior a 2.5 puntos. Posteriormente, la condición corporal se midió cada dos semanas para evaluar cambios en la condición física de las vacas.

Para cuantificar los niveles de progesterona plasmática (P_4) y definir el estado reproductivo de las hembras, se obtuvieron muestras de sangre dos veces por semana, mediante punción de la vena coccígea. El muestreo se inició dos semanas antes del periodo de montas y duró siete semanas, hasta la conclusión del experimento. Las muestras recolectadas se centrifugaron durante 10 min a 7000 rpm y el plasma se depositó en alícuotas identificadas con el número del animal y la fecha del muestreo. Posteriormente se mantuvieron a -20°C hasta su análisis en el laboratorio de Endocrinología de la Universidad Nacional (Costa Rica). La progesterona se midió por radioinmunoanálisis en fase sólida (RIA), y como indicador de la presencia de actividad ovárica se estableció un nivel de P_4 superior a 1 ng mL^{-1} (González *et al.*, 1975). Los exámenes por ultrasonografía (US) se realizaron con un equipo Aloka Echo Cámara Modelo SSD-500, de arreglo lineal provisto con un transductor de 5.0 Mhz; se inició una semana antes de introducir a los toros y finalizó a las cuatro semanas de terminado el programa de montas. Por este medio se estableció el estado reproductivo de cada vaca, para ubicarla en una de las siguientes categorías:

Ciclando: Dos elevaciones consecutivas de P_4 superiores a 1 ng mL^{-1} y se observaba por ultrasonografía la presencia de un cuerpo lúteo.

Gestante: Cinco elevaciones consecutivas de P_4 superiores a 1 ng mL^{-1} y con ultrasonografía se detectaba vesícula amniótica, masa embrionaria y latido cardíaco.

Anestro: Niveles de P_4 inferiores a 1 ng mL^{-1} y no había estructuras ováricas.

Transición: Niveles P_4 inferiores a 1 ng mL^{-1} , pero por ultrasonografía se observaban folículos mayores a 10 mm.

Para un diagnóstico de gestación con mayor precisión, se efectuó una evaluación ultrasonográfica semanal a partir del día 31 de la introducción de los toros. A los 40 días de haber salido el último grupo de sementales, se realizó palpación rectal para verificar las gestaciones. Adicionalmente, a las diez semanas de concluir el experimento, se evaluaron las vacas no gestantes para determinar su estado reproductivo final.

En los resultados se consideraron las siguientes variables:

(a) $(V_{\text{Ane}}/V_{\text{aRi}}) =$ Vacas en anestro en relación con el número de vacas a riesgo.

(b) $(V_{\text{tra}}/V_{\text{aRi}}) =$ Vacas en transición en relación con el número de vacas a riesgo.

(c) $(V_{\text{Cic}}/V_{\text{aRi}}) =$ Vacas ciclando en relación con el número de vacas a riesgo

(d) $(V_{\text{Ges}}/V_{\text{Cic}}) =$ Vacas gestantes en relación con el número de vacas ciclando.

Para el análisis de los datos se utilizó una prueba de ji-cuadrada y un modelo lineal logarítmico para estimar los efectos del lote de

group A had at the beginning of the study an average of 60 ± 37 days postpartum, 71.4% with three or more calvings and 76.2% had a less than 2.5 points body condition (1-5 scale; Pullan, 1978). In group B, cows had 62 ± 35 days postpartum, 84.8% had three or more calvings and 71.7% had a less than 2.5 points body condition. Thereon, body condition was assessed every two weeks to evaluate changes in cows' physical condition.

Blood samples were obtained from coccigeal vein to assess plasmatic progesterone levels (P_4) and determine the cows' reproductive state. Sampling began two weeks before mating period and lasted seven weeks to the end of the experiment. Recollected samples were centrifuged for 10 minutes at 7000 rpm and plasma was deposited in vials identified with animal number and date of sampling. They were kept at -20°C until analyzed in the Endocrinology Laboratory of the National University (Costa Rica). Progesterone was assessed by radioimmunoanalysis on solid phase (RIA), and a P_4 level higher than 1 ng mL^{-1} was established as indicator of ovarian activity (Gonzalez *et al.*, 1975).

Ultrasonographic tests were carried out using a Model SSD-500 Aloka Echo Camera, with a linear arrangement and a 5.0 MHz transducer. They were started one week before introducing the bulls and ended four weeks after the mating program. Results were used to establish each cow's reproductive state and classify them in one of the following categories:

Cycling: Two consecutive raises in P_4 above 1 ng mL^{-1} were registered and presence of corpus luteum was observed by ultrasonography.

Pregnant: Five consecutive raises in P_4 above 1 ng mL^{-1} were registered and amniotic vesicle, embryonic mass and heart beat were detected by ultrasonography.

Anestrus: P_4 levels below 1 ng mL^{-1} and no ovarian structures.

Transition: P_4 levels below 1 ng mL^{-1} but $>10 \text{ mm}$ follicles were observed by ultrasonography.

For a more accurate pregnancy diagnosis an ultrasonography test was performed weekly starting on day 31 after the introduction of bulls. Forty days after the last group of sires had left, a vaginal palpation was performed to verify pregnancy. Additionally, 10 weeks after the experiment the non-pregnant cows were evaluated to determine their final reproductive state.

The following variables are considered in the results:

(a) $(V_{\text{Ane}}/V_{\text{aRi}}) =$ Anestrus cows in relation to cows at risk.

(b) $(V_{\text{tra}}/V_{\text{aRi}}) =$ Cows in transition in relation to cows at risk.

(c) $(V_{\text{Cic}}/V_{\text{aRi}}) =$ Cycling cows in relation with cows at risk.

(d) $(V_{\text{Ges}}/V_{\text{Cic}}) =$ Pregnant cows in relation to cycling cows.

Chi-square tests were used for data analysis and a linear logarithmic method to estimate the effect of the mating group: A (fixed and rotating), B (fixed and rotating), the effect of the week (1, 2, 3, 5, 6 and 7) as well as the interaction group*week; comparisons were: group A (fixed) versus group B (rotating) in weeks 1, 2 and 3; group A (rotating) versus group B, weeks 5, 6 and 7 (CATMOD, SAS, 1999).

apareamiento: A (fijo y rotativo), B (fijo y rotativo) y de semana (1, 2, 3, 5, 6 y 7), así como la interacción lote * semana; las comparaciones fueron: Lote A (fijo) versus lote B (rotativo) en las semanas 1, 2 y 3; lote A (rotativo) versus lote B, semanas 5, 6 y 7 (CATMOD, SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución del estado reproductivo

El 64.3% (n=27) de las hembras del lote A y 52.2% (n=24) del B, estaban en anestro al iniciar el empadre (p>0.05) (Cuadro 2). Sin embargo, durante las semanas 1, 2 y 3 hubo un efecto del lote (p=0.03) y de semana (p=0.001), con respecto al número de vacas en anestro (Figura 1). Esta diferencia fue más clara en la semana 2, donde 26% de las vacas del lote B estaban en anestro, mientras que en el lote A, la relación de vacas anéstricas contra las expuestas nunca fue inferior al 40% (Figura 1; Cuadro 3). En las semanas 5, 6 y 7 el porcentaje de vacas en anestro fue constante (34 a 48%) y no hubo efecto de lote (p=0.61) ni de semana (p=0.67).

Para vacas en transición (Figura 2; Cuadro 3) durante las semanas 1, 2 y 3 hubo efecto de lote (p=0.003): en el A había menos vacas en transición a la ciclicidad (25 a 38%) que en el lote B (36 a 60%). Durante las semanas 5, 6 y 7 hubo efecto de semana (p=0.03) ya que en el lote B el número de vacas en transición disminuyó, especialmente en la semana 5 (11%).

RESULTS AND DISCUSSION

Reproductive state evolution

64.3% (n=27) of group A cows and 52.2% (n=24) of group B were in anestrus at the beginning of mating (p>0.05) (Table 2). However, during weeks 1, 2 and 3 and effect of batch (p= 0.03) and week (p= 0.001) on the anestrus cows was found (Figure 1). This difference was clearer in week 2 when 26% of group B cows were in anestrus whereas in group A anestrus cows were always above 40% (Figure 1; Table 3). In weeks 5, 6 and 7 the percentage of anestrus cows remained constant (34 to 48%) and no effect of group (p=0.61) nor week (p=0.67) was found.

For cows in transition (Figure 2; Table 3) there was a group effect in weeks 1, 2 and 3 (p=0.003): there were fewer cows in transition in group A (25 to 38%) than in group B (36 to 60%). During weeks 5, 6 and 7 a week effect was found (p=0.03) because in group B the number of cows in transition decreased, specially during week 5 (11%).

No difference in cyclic activity was found during weeks 1, 2 and 3 for group (p=0.20) nor week (p=0.13). Few cows at risk were cycling at the beginning of mating: changing from 7% (week 1) to 32% (week 3) in group A, and from 11% (week 1) to 8% (week 3) in group B.

During weeks 5, 6 and 7 percentages varied from 22% (week 5) to 43% (week 7) in group A, and from 51%

Cuadro 2. Estado reproductivo de las vacas, medido por progesterona plasmática y ultrasonografía, durante las seis semanas de empadre. Table 2. Reproductive state of cows, measured by plasmatic progesterone and ultrasonography during the six mating weeks.

Lote A						
Empadre	Semana	Vacas a riesgo (n)	Anéstricas (n)	Transición (n)	Ciclando (n)	Gestantes (n)
Fijo	1	42	27	12	3	0
	2	42	17	16	9	2
	3	40	17	10	13	5
	4			Sintoros		
Rotativo	5	35	17	10	8	2
	6	33	13	14	6	1
	7	32	11	7	14	3
	8			Sintoros		
Lote B						
Empadre	Semana	Vacas a riesgo (n)	Anéstricas (n)	Transición (n)	Ciclando (n)	Gestantes (n)
Rotativo	1	46	24	17	5	0
	2	46	12	26	8	0
	3	46	14	28	4	3
	4			Sintoros		
Fijo	5	43	16	5	22	3
	6	40	16	14	10	4
	7	36	13	13	11	8
	8			Sintoros		

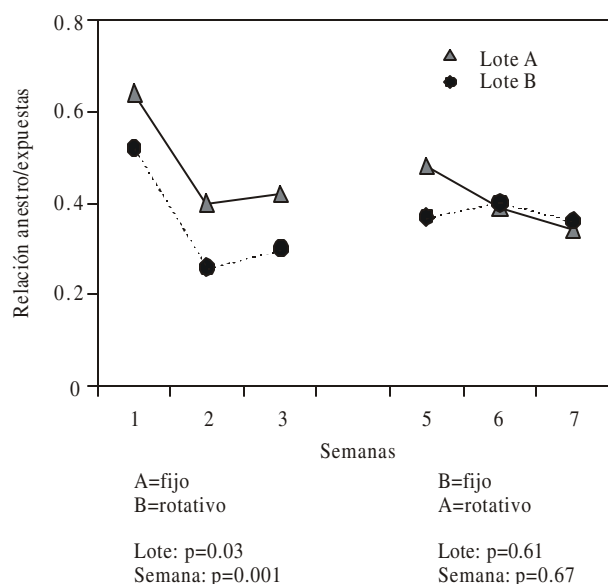


Figura 1. Relación de vacas en anestro/expuestas por semana, en los lotes A y B.
Figure 1. Anestrus /at risk cows ratio per week, in batches A and B.

La actividad cíclica (Figura 3; Cuadro 3) durante las semanas 1, 2 y 3 no fue diferente para lote (p=0.20) ni semana (p=0.13). Pocas vacas a riesgo estaban ciclando al empezar el empadme: en el lote A evolucionó desde 7% (semana 1) hasta 32% (semana 3), mientras que en el lote B se redujo de 11% (semana 1) a 8% (semana 3).

En el lote A durante las semanas 5, 6 y 7 los porcentajes fueron desde 22% (semana 5) hasta 43% en la semana 7; en el lote B hubo más vacas ciclando al inicio del segundo periodo (51%, semana 5; 30%, semana 7). No se encontró efecto significativo de lote (p=0.23), ni de semana (p=0.09); sin embargo, hubo una interacción entre lote y semana (p=0.03).

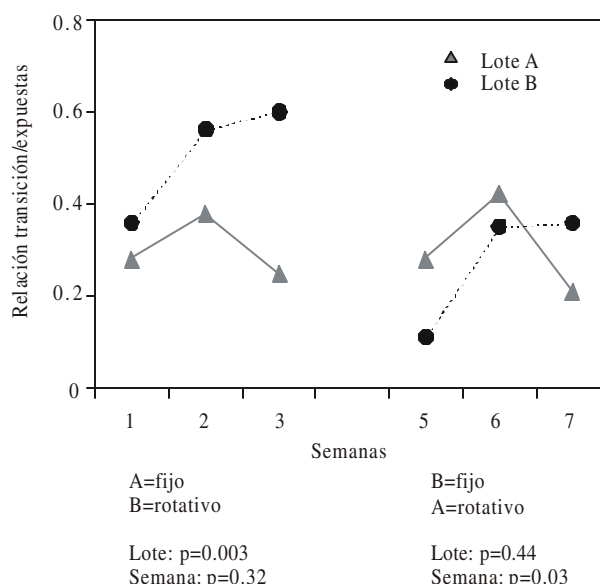


Figura 2. Relación de vacas en transición/expuestas por semana, en los lotes A y B.
Figure 2. Transition/at risk cows per week in groups A and B.

(week 5) to 30% (week 7) in group B. Neither group (p=0.23) nor week (p=0.09) effect were found to be significant; however, an interaction between group and week was found (p=0.03).

Pregnancy rate

At the end of the experimental period, 30.9% of cows in group A were pregnant while 39.1% of cows in group B were found so. There was no difference between groups (p>0.05) (Figure 4).

In group A no pregnancies occurred during the first week of service and the proportion of pregnant cows in

Cuadro 3. Relación semanal de vacas en anestro, transición, ciclando y gestantes, de acuerdo con tipo de empadme y lote de vacas.
Table 3. Week report of anestrus, transition, cycling and pregnant cows by type of mating and cow group.

Empadme	Lote	Relación vacas: anestro/a riesgo (V _{Anc} /V _{aRi}) [†]			Relación vacas: transición/a riesgo (V _{Tra} /V _{aRi}) [‡]			Relación vacas: ciclando/a riesgo (V _{Cic} /V _{aRi}) [§]			Relación vacas: gestantes/ciclando (V _{Ges} /V _{Cic}) ^p		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Fijo	A	0.64	0.40	0.42	0.28	0.38	0.25	0.07	0.21	0.32	0.0	0.22	0.38
	B	0.52	0.26	0.30	0.36	0.56	0.60	0.11	0.17	0.08	0.0	0.0	0.75
Rotativo	A	0.48	0.39	0.34	0.28	0.42	0.36	0.22	0.18	0.43	0.25	0.16	0.21
	B	0.37	0.40	0.36	0.11	0.35	0.21	0.51	0.25	0.30	0.14	0.40	0.72

[†] Vacas en anestro en relación con el número de vacas a riesgo ♦ Anestrus cows/cows at risk ratio.

[‡] Vacas en transición en relación con el número de vacas a riesgo ♦ Cows in transition/ cows at risk ratio.

[§] Vacas ciclando en relación con el número de vacas a riesgo ♦ Cycling cows/cows at risk ratio.

^p Vacas gestantes en relación con el número de vacas ciclando ♦ Pregnant cows/ cycling cows ratio.

del lote A, fue de 97.2 ± 37.9 días y de 105 ± 34.9 días las del B ($p > 0.05$).

En relación con las hembras que no gestaron, en el lote A 41.4% evidenció actividad cíclica durante el empadre, mientras que en el B 57.1% lo hizo. A las diez semanas de concluir el experimento, 62.1% (18/29) de las vacas ciclando del lote A estaban preñadas y para el lote B fue 75% (21/28). Al considerar las vacas gestantes durante el experimento y las diez semanas posteriores, el total en el lote A fue 73.8% (31/42) y en el B 89.1% (41/46).

En ambos lotes prevaleció una baja condición corporal (Cuadro 4) ya que 82.3% de las vacas del lote A y 89.3% del B, tenían una condición inferior a 2.5 puntos. Además, 84.6% de las vacas gestantes del lote A y 83.3% del B, tenían una condición corporal inferior a 2.5 puntos. Durante el experimento, en 71.4% de las hembras del lote A y 52.2% del B se redujo la condición corporal. (Cuadro 4).

Para mejorar la eficiencia reproductiva del ganado de carne en el trópico, uno de los principales obstáculos es el largo intervalo entre el parto y el inicio de la actividad ovárica cíclica (Bastidas *et al.*, 1984; Chenoweth, 1994). Es difícil obtener resultados satisfactorios al usar monta restringida en vacas que paren tardíamente o con un amplio anestro posparto, por lo que tienen una baja probabilidad de quedar gestantes (Werth *et al.*, 1991). En el presente estudio, durante la época de monta el promedio de hembras ciclando fue 24%, o sea, la mayoría de las vacas no había iniciado su actividad cíclica.

group B, both in fixed and rotating mating, pregnancy exceeded 70% (weeks 3 and 7) and 83% of pregnancies in this group occurred between weeks 5 and 7 (fixed mating) (Figure 5).

Considering the number of calvings per cow, 38.5% of pregnant cows had 1 or 2 calvings in group A and 22% ($p > 0.05$) in group B; cows with three or more calvings in group A had 61.5% (8/13) pregnancies and in group B 77.8% (14/18). In group A, 53.8% (7/13) of pregnant cows had less than 90 days postpartum and 50% in group B (9/18) ($p > 0.05$). The interval between calving and conception in group A cows was 97.2 ± 37.9 days and 105 ± 34.9 days in group B ($p > 0.05$).

In group A 41.4% of not pregnant cows and 57.1% in group B showed cycling activity during mating. Ten weeks after the experiment ended, 62.1% (18/29) of cycling cows were pregnant in group A and 75% (21/28) in group B. Taking into account both the cows pregnant during the experiment and the ten following weeks, the total in group A was 73.8% (31/42) and 89.1% (41/46) in group B.

A low body condition prevailed in both groups (Table 4) since 82.3% of cows in group A and 89.3% in group B had a condition less than 2.5 points. Moreover, 84.6% of pregnant cows in group A and 83.3% in B had a body condition less than 2.5 points. During the experiment, body condition decreased in 71.4% of cows in group A and in 52.2% of group B (Table 4).

One of the main obstacles in improving reproductive efficiency in beef production in tropical climates, is the

Cuadro 4. Distribución y cambios de la condición corporal durante el periodo de empadre en vacas gestantes y no gestantes.
Table 4. Body condition distribution and changes during mating period in pregnant and non-pregnant cows.

Condición corporal	Lote A							
	Gestantes		No gestantes		Cambios en la condición corporal			
	n	%	n	%	CC	n	%	
1.0	1	7.7	5	17.2	+0.5	0	0	
1.5	6	46.1	3	10.3	0.0	12	28.6	
2.0	4	30.8	13	44.8	-0.5	23	54.8	
2.5	2	15.4	3	10.3	-1.0	4	9.5	
3.0	0	0	4	13.8	-1.5	3	7.1	
3.5	0	0	1	3.5	-2.0	0	0	
Total	13	100	29	100	Total	42	100	
	Lote B							
	1.0	5	27.8	4	14.3	+0.5	4	8.7
	1.5	1	5.5	9	32.1	0.0	18	39.1
	2.0	9	50.0	5	18.9	-0.5	13	28.3
	2.5	3	16.7	7	25.0	-1.0	8	17.4
	3.0	0	0	3	10.7	-1.5	1	2.2
	3.5	0	0	0	0	-2.0	2	4.3
	Total	18	100	28	100	Total	46	100

Diferencias entre columnas no son significativas $p > 0.05$ ♦ Differences among columns are non significant $p > 0.05$.

Esto se puede deber a que las vacas con 60 días posparto estaban amamantando un ternero y 74% de ellas presentaban una condición corporal inferior a 2.5 puntos. En vacas cebú, el intervalo entre parto e inicio de la actividad ovárica es mayor de 100 días (Galina y Arthur, 1989). Asimismo, el amamantamiento retrasa el retorno al estro (Bastidas *et al.*, 1984; Moore, 1984), ya que tiende a suprimir el crecimiento de los folículos (Williams, 1990) y bloquea la ovulación (Spicer y Echternkamp, 1986). Además, durante la lactancia las vacas tienden a perder condición corporal y aumenta la duración del anestro posparto (Perry *et al.*, 1991; Bishop *et al.*, 1994; Bolaños *et al.*, 1996). Lo anterior explica que durante las seis semanas de monta, el índice de gestación general haya sido sólo 35%.

En el presente estudio se determinó que los días posparto de las vacas al momento del empadre no afectaron drásticamente la tasa de gestación, ya que aproximadamente 50% de las vacas que quedaron preñadas tenían menos de 90 días de paridas. Este resultado difiere de otro estudio, en el trópico húmedo de Costa Rica, donde vacas amamantando una cría y con menos de 100 días posparto, tuvieron 40% de preñez (Galicia *et al.*, 1999).

Soto *et al.* (1997) evaluaron la relación entre la condición corporal posparto y la fertilidad, y concluyeron que las hembras para ciclar y ser inseminadas tenían que perder 10% de su peso vivo, alcanzar el punto más bajo del balance energético negativo, y posteriormente reiniciar la actividad ovárica cíclica. En el presente experimento no fue posible calcular cuándo se estableció el punto máximo del balance energético negativo en las hembras, pero se determinó que 74% de ellas tuvieron una condición corporal inferior a 2.5 puntos durante todo el estudio, no quedando gestantes 68%. Al respecto, Oliver y Richardson (1976) postularon que las hembras que pierden entre 25 y 30% de su peso corporal, no quedan preñadas debido a un mecanismo de protección fisiológica.

Este aspecto puede relacionarse con el presente estudio, particularmente en el lote B en las semanas 5, 6 y 7 se preñaron 15 de las 18 hembras que lo hicieron durante todo el experimento. Este periodo coincidió con un aumento en la condición corporal de estas vacas y una disminución en el número de las que se encontraban en transición hacia la ciclicidad. Estos datos sugieren que al empezar a ganar peso las vacas en anestro poco profundo, el estímulo fue suficiente para que ciclaran y pudieran preñarse (Cuenca, 1998). Por tanto, los toros en el programa de empadre fijo o rotativo, tuvieron escasa oportunidad de preñar a las vacas en anestro profundo. Este hallazgo contrasta con el de algunos autores que han propuesto que la introducción de toros en grupos de vacas anéstricas puede facilitar el reinicio de la ciclicidad por medio de un efecto

long time interval between calving and the onset of cyclic ovarian activity (Bastidas *et al.*, 1994; Chenoweth, 1994). It is difficult to obtain satisfactory results using restricted mating with late calving or long post-calving anestrous cows, so they have a low probability to become pregnant (Werth *et al.*, 1991).

In the present study, the cycling cows average during the mating season was 24%, that is, the majority of cows had not started their cyclic activity. This could be due to the fact that cows with 60 days postpartum were nursing a calf and 74% presented a body condition below 2.5 points. The time interval between calving and onset of ovarian activity in zebu cows is more than 100 days (Galina and Arthur, 1989). Nursing delays estrus return as well (Bastidas *et al.*, 1984; Moore, 1984) since it suppresses follicle growth (Williams, 1990) and blocks ovulation (Spicer and Echternkamp, 1986). Besides, during lactation cows tend to loose body condition and postpartum anestrous increases in duration (Perry *et al.*, 1991; Bishop *et al.*, 1994; Bolaños *et al.*, 1996). This explains the low general pregnancy index of only 35% during the six weeks mating.

This study demonstrates that the cow's postpartum days at mating did not affect pregnancy rate drastically, since approximately 50% of pregnant cows had less than 90 days postpartum. These results differ from those obtained in another study in the humid tropic of Costa Rica where cows nursing a calf and with less than 100 days postpartum had 40% pregnancy (Galicia *et al.*, 1990).

Soto *et al.* (1997) evaluated the relationship between postpartum body condition and fertility, and concluded that, in order to cycle and be inseminated, cows had to loose 10% of live weight, reach the lowest point of the negative energy balance, and then restart cyclic ovarian activity. In the present study it was not possible to calculate when the lowest point of the negative energy balance was reached, but 74% of the cows were found to have a body condition below 2.5 points through all the study and 68% did not become pregnant. Oliver and Richardson (1976) postulated that cows losing between 25 and 30% of corporal weight do not become pregnant because of a physiological protection mechanism.

This information can be related with the present study, particularly with group B during weeks 5, 6 and 7 when 15 cows became pregnant out of the 18 cows pregnant during the whole study. This period coincides with an increase in the cows' body condition and a decrease in the number of cows in transition to cycling. These data suggest that in cows in a slight anestrous, stimuli was enough to promote cycling and enabled pregnancy when they began to gain weight (Cuenca, 1998). Therefore, bulls in the fixed or rotating mating system had little chance to impregnate cows in deep anestrous. This contrasts with other findings which suggested that introduction of bulls into anestrous cows groups could

bioestimuladorio (Alberio *et al.* 1987; Burns y Spitzer, 1992; Bolaños *et al.* 1998). En estos casos puede especularse que en las condiciones prevaletentes en los hatos, tal vez la sola presencia de uno o más toros no sea suficiente para desencadenar la actividad ovárica en las hembras; por lo que posiblemente sea necesario otras actividades como restringir el amamantamiento de los terneros y mejorar la nutrición.

Nugent *et al.* (1993) señalaron que la herencia también puede determinar el potencial reproductivo del hato al interactuar con el medio ambiente; es decir, vacas con escasas reservas corporales pueden quedar preñadas por su habilidad para adaptarse a las condiciones adversas del trópico. Es probable que esto haya ocurrido con las hembras preñadas en el presente estudio, a pesar de tener una condición corporal inferior a tres puntos y menos de 90 días de paridas.

Se encontró que de cada diez vacas, solamente cinco ciclaron y quedaron tres preñadas durante el estudio, lo que concuerda con Larsen *et al.* (1990), quienes encontraron que la tasa de concepción durante 21 días utilizando toros Brahman, fue 30% promedio. También Galicia *et al.* (1999) determinaron que de diez vacas con posibilidad de quedar gestantes por estar ciclando, el toro logra preñar cinco vacas o menos. Molina *et al.* (2002) encontraron que el comienzo de la actividad ovárica no es garantía de gestación, ya que hasta 35% de las hembras que ciclan entran en etapa de anestro, tienen posible muerte embrionaria o sus ciclos son erráticos. Sin embargo, este hecho no se observó en el presente estudio ya que 75% de las vacas preñadas estaban ciclando antes; por tanto, la fertilidad mejoró en el segundo período de empadre (68%).

Durante las semanas 1, 2 y 3, en el lote A (fijo) hubo más vacas en anestro y en el B más en proceso de transición a la ciclicidad, sin diferencias en los lotes en cuanto a vacas ciclando. Además, en el lote A las gestaciones fueron 54 y 46% para cada periodo.

En las semanas 5, 6 y 7, los dos lotes no difirieron en número de vacas en anestro; en el lote B (fijo) disminuyeron las vacas en transición, pero aumentaron las preñadas, o sea las vacas en transición en las semanas 1, 2 y 3 se preñaron es el segundo periodo de empadre. En el lote A, en esta segunda etapa se preñó el 46% restante de las vacas. Este comportamiento reproductivo tal vez se explique por los cambios en la condición corporal de las vacas (Selk *et al.*, 1988) y en el lote A estas variaciones fueron más estables que en el B.

Estos hechos dificultan la interpretación de los resultados de un programa reproductivo que evalúe machos y hembras, como en el presente estudio. El objetivo principal era comparar dos sistemas de manejo de los toros, pero es innegable la importancia que tienen las hembras en la fertilidad.

help restart cycling by a bioestimulating effect (Alberio *et al.*, 1987; Burns and Spitzer, 1992; Bolaños *et al.*, 1998). It can be speculated that in the prevalent herd conditions, the sole presence of one or more bulls may not be enough to let loose ovarian activity. It could be therefore necessary to implement other practices such as limiting calf nursing and better nutrition.

Nugent *et al.* (1993) pointed out that reproductive potential of a herd can be influenced by hereditary factors; that is, cows with low body reserves can become pregnant due to their ability to adapt to the tropics adverse conditions. This could have occurred in the present study, where cows became pregnant in spite of having a body condition below three points and less than 90 days postpartum.

It was found that only five out of ten cows cycled and three became pregnant during this study, which agrees with Larsen *et al.*, (1990), who found a conception rate of 30% average in 21 days using Brahman bulls. Galicia *et al.* (1999) also found that of 10 cycling cows at risk of becoming pregnant, the bull manages to impregnate only five or less. Molina *et al.* (2002) found that the onset of ovarian activity does not imply pregnancy, since up to 35% of cycling cows enter anestrous phase, have possible embryonic death or have erratic cycles. However, this was not observed in the present study; 75% of the cows that became pregnant were cycling before the study so fertility improved during the second mating period (68%).

During weeks 1, 2 and 3, there were more cows in anestrous in group A (fixed) and more cows in transition to cycling in group B, while there was no difference between groups in cycling cows. In group A, pregnancies were 54 and 46% for each period.

In weeks 5, 6 and 7 there was no difference in the number of anestrous cows between groups; in group B (fixed) cows in transition decreased, but pregnant cows increased, that is, cows in transition during the first three weeks got pregnant during the second mating period. In group A, during the second mating period the remaining 46% of the cows got pregnant. This result could be explained by the changes in the cows' body condition (Selk *et al.*, 1988) and variations were less drastic in group A than in group B.

These facts make it more difficult to interpret the results of a reproductive program that evaluates both males and females, as in the present study. The main objective was to compare two bull management systems, but the importance of females in fertility can not be overlooked.

CONCLUSIONS

It can therefore be concluded that reproductive behavior in a zebu herd is influenced by the number of females in anestrous, regardless of the mating program used.

CONCLUSIONES

Por lo tanto, puede concluirse que el comportamiento reproductivo en un hato cebú está influenciado por el número de hembras en anestro, indistintamente del programa de empadre utilizado.

LITERATURA CITADA

- Alberio, R. H., N. G. Schiersmann, and Carou J. Mestre. 1987. Effect of a teaser bull on ovarian and behavioral activity of suckling beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 14: 263-272.
- Bastidas, P., J. Troconiz, O. Verde, and O. Silva. 1984. Effect of restricted suckling on ovarian activity and uterine involution in Brahman cows. *Theriogenology* 21: 525-532.
- Bishop, D. K., P. R. Wetteman, and J. Spicer L. 1994. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *J. Anim. Sci.* 72: 2703-2708.
- Blockey, M. A. B. 1979. Observations on group mating of bulls at pasture. *Appl. Anim. Ethol.* 5: 15-34.
- Bolaños, J. M., M. Forsberg, H. Kindahl, and H. Rodríguez. 1996. Influence of body condition and restricted suckling on postpartum reproductive performance of Zebu cows in the humid tropics. *Reprod. Domest. Anim.* 31: 363-367.
- Bolaños, J. M., M. Forsberg, H. Kindahl, and H. Rodríguez. 1998. Bioestimulatory effects of estrous cows and bulls on resumption of ovarian activity in postpartum anoestrus Zebu (*Bos indicus*) cows in the humid tropics. *Theriogenology* 49: 629-636.
- Burns, P. D. and C. J. Spitzer. 1992. Influence of bioestimulation on reproduction in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 70: 358-362.
- Cuenca, L. 1998. Nutritional anestrus in beef cattle at pasture. *In: Proceedings of the 4th SIPAR Follow-Up Seminar on Animal Reproduction and Biotechnology for Latin América. Vol. I. Belém/Castanhal/Pará/Brazil (Brazil), Brazil.* pp: 94-101.
- Chenoweth, P. J. 1994. Aspects of reproduction in female *B. indicus* cattle: a review. *Aust. Vet. J.* 71: 422-426.
- Galicia, L., S. Estrada, C. S. Galina, E. Perez y R. Molina. 1999. Velocidad de gestación en el ganado *Bos indicus* en el trópico húmedo de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias* 22: 59-69.
- Galina, C. S. and G. H. Arthur. 1989. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. *Anim. Breed. Abst.* 57: 899-910.
- González, P. E., D. R. Ruíz, and J. N. Wiltbank. 1975. Inducción y sincronización del estro en vaquillas prepúberes mediante la administración de estrógenos y un progestágeno. *Téc. Pec. Méx.* 28: 17-22.
- Larsen, R. E., R. Littell, E. Rooks, E. L. Adams, C. Falcon, and C. A. Warnick. 1990. Bull influences in conception percentage and calving date in Angus, Hereford, Brahman and Senepol single sire herds. *Theriogenology* 34: 549-568.
- Molina, R., I. Bolaños, C. S. Galina, E. Perez, G. Paniagua, and S. Estrada. 2001. Sexual behaviour of Zebu bulls in the humid tropics of Costa Rica: single versus multiple sire groups. *Anim. Reprod. Sci.* 64: 139-148.
- Molina, R., C. S. Galina, J. Camacho, M. Maquivar, G. S. Díaz, S. Estrada, and L. Martínez. 2002. Effect of alternating bulls as a management tool to improve the reproductive performance of suckled Zebu cows, in the humid tropics of Costa Rica. *Anim. Reprod. Sci.* 69: 159-173.
- Moore, C. P. 1984. Early weaning for increased reproduction rates in tropical beef cattle. *World Anim. Rev.* 49: 39-50.
- Nugent III, R. A., T. G. Jenkins, A. J. Roberts, and J. Klindt. 1993. Relationship of postpartum interval in mature beef cows with nutritional environment, biological type and serum IGF-1 concentrations. *Anim. Prod.* 56: 193-200.
- Oliver, J., and D. Richardson F. 1976. Relationship between conception rate in beef cattle and body weight change. *In: Proceeding Beef Cattle Production in Developing Countries. Edinburgh, UK.* pp: 154-157.
- Ologun, A. G., P. J. Chenoweth, and J. S. Brinks. 1981. Relationships and production traits and estimates of sex-drive and dominance value in yearling beef bulls. *Theriogenology* 15: 379-388.
- Perry, R. C., L. R. Corah, and R. Cockran. 1991. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 69: 3762-3773.
- Plasse, D. 1983. Crossbreeding results from beef cattle in the Latin American tropics. *Anim. Breed. Abst.* 51: 779-787.
- Pullan, N. B. 1978. Condition scoring of Fulani cattle. *Trop. Anim. Health Prod.* 10: 118-120.
- Sánchez, J. M. L., y H. Soto. 1999. Niveles de energía estimada en los forrajes de un distrito de mediana producción lechera, Fortuna de San Carlos, en la zona norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense.* 23 (2): 179-185.
- SAS. 1999. SAS User's Guide: Statistics. Version 8.02 ed. Cary NC. SAS Inst. Inc. pp: 221-226.
- Selk, G. E., R. P. Wettemann, K. S. Lusby, J. W. Oltjen, S. L. Mobley, R. J. Rasby, and J. C. Garmendia. 1988. Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. Anim. Sci.* 66: 3153-3159.
- Soto, R., C. S. Galina, I. Rubio, E. Castillo, y H. Basurto. 1997. Efectos de la suplementación alimenticia sobre el desempeño productivo y reproductivo de hembras Brahman en condiciones tropicales. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5: 65-78.
- Spicer, L. J., and E. Echtenkamp S. 1986. Ovarian follicular growth, function and turnover in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 62: 428-451.
- Werth, L. A., S. M. Azzam, M. K. Nielsen, and J. E. Kinder. 1991. Use of a simulation model to evaluate the influence of reproductive performance and management decisions on net income in beef production. *J. Anim. Sci.* 69: 4710-4721.
- Williams, G. L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852.