

01680
1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTUDIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO
DE TOROS CEBUINOS (*Bos indicus*) MANEJADOS BAJO
CONDICIONES DE EMPADRE SIMPLE Y MÚLTIPLE

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
PRODUCCIÓN ANIMAL: REPRODUCCIÓN

PRESENTADA POR

RAFAEL MOLINA SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS

CARLOS GALINA HIDALGO

2002-2003



MÉXICO. D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DECLARACION.

La tesis es el resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indica lo contrario, dándose reconocimiento a las fuentes de información consultadas.

El autor da consentimiento a la División de Estudio de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, para que la tesis este disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.

M. en C. Rafael Molina Sánchez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre por darme todo su ser; a la memoria de mi padre, que me inculcó su espíritu de lucha y superación, gracias por todo lo que me enseñaste.

Con cariño para mi esposa Mayra por su paciencia y abnegación, que fueron los ingredientes fundamentales para alcanzar la meta.

A mis hijos Luis, Mariana, Rafael y Eduardo por hacerme sentir vivo cada día y por las innumerables ocasiones en que me brindaron su ayuda.

A mis hermanos María Elena, Ana Cristina y Rafael Angel, por sus muestras de cariño y solidaridad.

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por darme la oportunidad de culminar este anhelo.

Al Dr. Carlos Galina, por la orientación y el estímulo brindado; para él y su esposa mi imperecedero agradecimiento.

A Laura Martínez A. y a su distinguida familia por su amistad y continuas atenciones durante mis estancias.

A Adriana Verduzco G. y a su estimable familia por su apoyo y hospitalidad.

A mis compañeros de la Escuela de Agronomía, en especial al personal de campo de la finca La Vega, así como a los estudiantes que con su dedicación y entrega en el trabajo fueron el eje para que este proyecto fuera realidad.

A los distinguidos colegas Sandra Estrada, Enrique Pérez, Jorge Camacho, Luis Galicia, que con su generosa asistencia facilitaron el cumplimiento de los objetivos planteados.

Al programa SAREC (Swedish Agency for Research Cooperation with Developing Countries) por la contribución para los análisis de laboratorio.

Al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura por el aporte económico brindado.

A las autoridades de la Secretaría de Relaciones Exteriores de México, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por su apoyo permanente durante todo el proceso.

A los distinguidos miembros del Comité Tutorial por sus valiosas aportaciones durante la realización de este trabajo.

A todas aquellas personas que en una u otra forma me brindaron su colaboración.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor realizó sus estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, donde obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, en el año 1973.

Efectuó estudios de posgrado en el Departamento de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Costa Rica), obteniendo el grado de *Magíster Scientiae*, en 1978.

En 1997 ingresó a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, para realizar estudios conducentes a la obtención del Doctorado en Producción Animal, en el área de Reproducción.

Ha laborado para el Ministerio de Agricultura y Ganadería, la Universidad de Costa Rica y desde 1986 presta sus servicios en la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

RESUMEN

Los experimentos que constituyen esta investigación se realizaron en San Carlos, Costa Rica (latitud 10° 25' N, longitud 84° 32' O). El objetivo general del trabajo fue el analizar el comportamiento reproductivo de toros cebuinos (*Bos indicus*) manejados bajo diferentes modalidades de apareamiento y determinar el impacto de este tipo de manipulación en la reproductividad de un hato de cría.

En el primer estudio se realizaron evaluaciones de libido y actividad copulatoria de toros cebuinos expuestos en forma secuencial a hembras que mostraban celo inducido o celo natural. Siete toros adultos (45-59 meses de edad) con experiencia sexual, fueron expuestos individualmente, durante 15 minutos, a una hembra a la cual se le indujo el celo mediante la aplicación de un estrógeno sintético y que además se mantenía sujeta a un cepo; luego durante otros 15 minutos permanecieron junto a tres hembras detectadas en celo espontáneo el día de la prueba. Las conductas registradas fueron las siguientes: oler y lamer el área genital, seguir a una hembra con interés específico, topeteos de atracción y presentación de Flehmen (conductas de cortejo); exposición de pene, intento de monta y monta efectiva (conductas de interés sexual).

Los toros registraron más conductas de cortejo con vacas en celo natural que con las de celo inducido (15,8 vrs 4,4; $p < 0,05$); pero no se establecieron diferencias significativas con las conductas de tipo sexual (7,1 vrs 3,2 respectivamente; $p > 0,10$). La conducta sexual que con mayor frecuencia realizaron los toros con hembras en celo natural, fue la monta efectiva (14,8%), mientras que con hembras en celo inducido fueron los intentos de monta (24 %). El promedio de tiempo efectivamente empleado por los toros en la realización de las distintas conductas, fue superior con las hembras en celo natural (12' 8" s vrs. 5' 8" ; $p < 0,05$). Se concluyó que las hembras en celo natural fueron más efectivas en exaltar el comportamiento sexual del toro, en comparación con hembras a las cuales se les indujo el celo con un estrógeno; por lo tanto la calificación que reciba el toro dependerá del tipo de hembra que se le presente durante la prueba de libido.

En el segundo experimento se comparó el comportamiento de cortejo y de monta de toros cebuinos (*B. indicus*), en grupos de apareamiento simple (ASI) y múltiple (AMU). Se utilizaron cuatro toros Brahman de 3-4 años de edad, con experiencia sexual previa, para padrear un grupo de 120 vacas múltiparas (con un promedio de 128 días posparto y una condición corporal de 2.5 puntos). Los machos se distribuyeron en dos grupos de 60 vacas cada uno: (1) grupo (ASI) – un toro-; (2) grupo (AMU) –tres toros.

Los toros se rotaron entre los grupos cada siete días durante 28 días. Se calculó la frecuencia, tipo y duración de las actividades de interés sexual (monta e intento de monta) y de cortejo (olfatear y lamer área genital, topeteo de atracción, apoyo de cabeza y el reflejo de Flehmen) para cada grupo de apareamiento. Se utilizó estadística descriptiva y no paramétrica (pruebas de Wilcoxon y Mann-Withney) para estimar las diferencias entre los grupos de apareamiento.

Se determinó que tanto en el AMU como en el ASI los toros emplearon más tiempo en efectuar actividades de cortejo que de monta ($p < 0.05$). Las actividades sexuales mostraron la tendencia de ser más frecuentes en el grupo ASI, al compararlo con el AMU (267 vs 124; $p > 0.05$). La diferencia en la proporción de actividades de interés sexual y de cortejo (sex : cor) entre ambos grupos fue significativa (1 : 3 en ASI y 1 : 6 en AMU; $p < 0.05$). La tasa promedio de preñez fue de 28 y 37 % respectivamente ($p > 0.05$). Se concluye que bajo condiciones de apareamiento simple y múltiple se logran tasas de preñez similares.

En el tercer experimento se evaluó el efecto de alternar toros en un programa de apareamiento simple y otro múltiple, sobre el desempeño reproductivo de vacas cebuinas amamantando bajo condiciones de pastoreo. Noventa y cuatro vacas cebuinas multíparas (con un promedio de 59 días posparto y una condición corporal superior a 2.5 puntos), con un ternero al pie, fueron distribuidas en dos grupos experimentales (A y B) de 47 animales cada uno. Un apareamiento simple (ASI) se alternó semanalmente con un apareamiento múltiple (AMU) con tres toros. Cada periodo duró ocho semanas. Para facilitar la expresión del estro, se sincronizaron cuatro vacas (estro hormonal) en semanas alternas. Se observaron y anotaron las conductas de interés sexual (monta e intento de monta) y de cortejo (olfatear y lamer área genital, topeteo de atracción, apoyo de cabeza y reflejo de Flehmen), dos veces al día (a.m. / p.m.). Dos veces por semana se colectaron muestras de sangre para establecer los niveles de progesterona plasmática y determinar la actividad ovárica.

Las conductas de cortejo predominaron sobre las de monta; bajo el estro no-hormonal por cada conducta de monta realizada se registraron 6.0 y 6.3 actividades de cortejo en ASI y AMU respectivamente. Bajo la influencia de estro hormonal los correspondientes valores fueron 3.9 y 4.2 en el ASI y AMU, respectivamente ($P > 0.05$).

Se obtuvo una tasa global de gestación de 56 %. Al efectuar un cuidadoso seguimiento de los niveles de progesterona se detectó que solamente el 50% de las vacas que estaban ciclando resultaron preñadas. La relación entre el número de vacas ciclando y las hembras a riesgo que resultaron gestantes no fue

significativo con respecto al sistema de apareamiento y/o el tipo de estro. La discrepancia existente entre el porcentaje de vacas con posibilidad de quedar gestantes, pero que al final del periodo de monta permanecen vacías, requiere más investigación.

En el cuarto estudio se valoró la efectividad de un sistema de manejo rotativo de dos sementales sobre el desempeño reproductivo de vacas cebuinas en lactación. Se emplearon seis sementales Brahman de 3-4 años junto con 88 vacas cebuinas multíparas, que tenían en promedio 61 días posparto. Las hembras fueron distribuidas en dos lotes de apareamiento de 42 y 46 animales. En cada lote se estableció una época de monta de seis semanas, subdividida en dos periodos no consecutivos de tres semanas cada uno, en donde se alternaron dos tipos de empadre: fijo (toros A-B) y rotativo (toros C-D y E-F). Dos veces por semana se tomaron muestras de sangre para determinar los cambios en los niveles de progesterona plasmática y definir el estado reproductivo de las vacas. Transcurridos 31 días posteriores a la introducción de los toros, una vez por semana se practicó una evaluación ultrasonográfica con el propósito de realizar un seguimiento de las gestaciones. Finalmente se efectuó una palpación rectal para establecer la efectividad lograda por los toros durante la época de empadre.

El índice general de gestación fue de 35 %; este no fue afectado por el tipo de empadre ni por el lote de apareamiento ($p > 0,05$). Se pudo establecer que de cada diez vacas a riesgo, solamente ciclaron cinco y quedaron gestantes tres. Cabe destacar que de las vacas que resultaron gestantes aproximadamente el 50% tenían menos de 90 días de paridas. Las hembras que resultaron vacías, fueron evaluadas diez semanas después de concluir el periodo experimental y se determinó que el 68% de ellas se encontraban gestantes. Bajo las condiciones prevalecientes durante el estudio se establece que la presencia de los toros no fue suficiente para desencadenar la actividad ovárica de las vacas

ABSTRACT

The experiments were undertaken in San Carlos, Costa Rica (latitude 10° 25' N, longitude 84° 32' O). The general objective was to analyse the reproductive behaviour of Zebu bulls (*Bos indicus*) managed under different breeding programmes in order to determine the impact of this type of intervention in the performance of the herd.

In the first study an evaluation of the libido and mating capacity of bulls exposed sequentially to females either induced to oestrus or after the spontaneous heat was recorded. Seven bulls between (45-59 months of age) with sexual experience were exposed individually for 15 minutes to one female either induced to oestrus with a synthetic oestrogen or with a group of three females in spontaneous oestrus the day of the test. The behavioural activities registered were smelling and licking the genital area, following, butting and the presence of Flehmen (courtship activities). Mounts, attempts of mounting and penis exposure were considered as sexual activities.

Bulls registered more courtship activities with cows in spontaneous oestrus than cows induced to oestrus (15,8 vs. 4,4; $p < 0,05$); nonetheless, in the case of sexual activities non-significant differences were observed (7,1 vs. 3,2 respectively; $p > 0,10$). The most frequent sexual behaviour observed was effective mount (14,8%), whereas for induced oestrus attempts to mount was the most frequent (24 %). The average time dedicated by the bulls to the various courtship and sexual activities was significant for spontaneous oestrus 12' min 8" sec as opposed to induced oestrus 5' min 8" sec ($p < 0,05$). It is concluded that cows in spontaneous oestrus were more effective in stimulating the sexual performance of the bulls when compared to cows in induced oestrus. Therefore, the grading of the bulls might be affected by the type of cows presented to them at the time of testing.

In the second experiment a comparison was undertaken between the courtship and mounting behaviour of *Bos indicus* bulls in single and multiple sire groups. Four 3-4 year old Brahman bulls with previous sexual experience were used to sire a group of 120 multiparous cows. (Average of 128 days postpartum and a body condition score of 2.5) allocated to two groups of 60 each: 1) single sire mating group (SSM), 2) multiple sire mating group of three bulls (MSM). Bulls were rotated between groups every 7 days for 28 days. The frequency, type and duration of sexual activities (mounting and mounting attempts) and courtship activities (smelling and licking genital area, butting, supporting the head over a female and the sign of Flehmen) were calculated for each mating group. Descriptive and non-parametric statistics (Wilcoxon, Mann-Whitney tests) were used to calculate differences between mating programmes.

Sexual activities tended to be more frequent in the SSM group than the MSM group (267 vs 124 $p > 0.05$). Differences in the ratios of sexual to courtship activities between both groups were significant (1:3 in SSM and 1:6 in MSM, $p < 0.05$). Pregnancy rates averages were 32 and 39% respectively ($p > 0.05$). It is concluded that under these conditions multiple sire mating and single sire mating achieved similar pregnancy rates.

In the third experiment we used a system was tested whereby one set of two Zebu bulls remained with the cows for three weeks (non-rotating group NRG), whereas in the other group of cows two sires were rotated every week (RG). This rotation lasted for 6 weeks. Eighty-eight cows with a calf at foot were subdivided in two groups (A and B) with 42 and 46 animals each. Average days postpartum for these cows were 61 ± 36 days. Seventy six percent of the cows in group A ($n=32$) and 71% ($n=33$) in-group B, had a body condition score below 2.5 (scale 1 thin 5 fat). Blood samples for progesterone evaluations were taken twice weekly. At the same time ovarian activity was evaluated using an ultrasound (Aloka Echo model SSD-500). Body condition was assessed twice a month. It was determined that for the RG group 49,1 % of the cows at risk of becoming pregnant were in anoestrus in group A whereas 37,8% were in group B. Corresponding values for the NRG were 40,8 % for group A and 36,2% as revealed by progesterone and ultrasound examinations. Pregnancy rate per week was on average 20.6% for both groups and there were no significant differences in the number of pregnant cows or the number of cows in anoestrus in the two groups ($p > 0.05$). It was concluded that the mating system utilised in a breeding programme is heavily influenced by the number of anoestrus cows in the herd.

In the fourth study the effectiveness of rotating two bulls in the reproductive performance of Zebu cows was evaluated. To this effect, six Brahman between 3-4 years old were placed with 88 multiparous Zebu cows with an average postpartum interval of 61 days. Females were distributed in two groups of 42 and 46 animals. In each mating group the bulls remained for six weeks divided in two non consecutive periods of three weeks alternating the breeding programme in fixed (bulls A-B) y rotating (bulls C-D and E-F). Blood samples were drawn twice weekly for progesterone evaluation. After 31 days following bull exposure and after this period once a week, ultrasound examinations were performed for pregnancy diagnosis. Finally, rectal palpation was performed at the end of the experiment to assure pregnancy findings.

Pregnancy rate was 35 %; this average was not affected by the type of mating programme or by the cow group ($p > 0,05$). It was possible to establish that for every ten cows at risk of becoming pregnant only five were cycling and three became pregnant. Of the animals pregnant, 50% of them had less than 90 days after calving. The non-pregnant cows were evaluated for a further 10 weeks

and at the end 68% of them were pregnant. Under the conditions of this experiment it is possible to conclude that the presence of the bulls was not sufficient to stimulate cyclically the herd.

In the fourth study the effectiveness of rotating two bulls in the reproductive performance of Zebu cows was evaluated. To this effect, six Brahman between 3-4 years old were placed with 88 multiparous Zebu cows with an average postpartum interval of 61 days. Females were distributed in two groups of 42 and 46 animals. In each mating group the bulls remained for six weeks divided in two non consecutive periods of three weeks alternating the breeding programme in fixed (bulls A-B) y rotating (bulls C-D and E-F). Blood samples were drawn twice weekly for progesterone evaluation. After 31 days following bull exposure and after this period once a week, ultrasound examinations were performed for pregnancy diagnosis. Finally, rectal palpation was performed at the end of the experiment to assure pregnancy findings.

Pregnancy rate was 35 %; this average was not affected by the type of mating programme or by the cow group ($p > 0,05$). It was possible to establish that for every ten cows at risk of becoming pregnant only five were cycling and three became pregnant. Of the animals pregnant, 50% of them had less than 90 days after calving. The non-pregnant cows were evaluated for a further 10 weeks and at the end 68% of them were pregnant. Under the conditions of this experiment it is possible to conclude that the presence of the bulls was not sufficient to stimulate cyclically the herd.

Words key: Bulls, *Bos indicus*, systems of mating, reproductive performance

ÍNDICE

Declaración	I
Dedicatorias	II
Agradecimientos	III
Datos biográficos	IV
Resumen	V
Abstract	VI
Introducción	1
Revisión de literatura	4
Importancia del comportamiento reproductivo del macho	4
Temperamento sexual del toro y su relación con la capacidad reproductiva en monta natural	5
Comportamiento reproductivo del toro durante el periodo de apareamiento	6
Experimento 1	8
Resumen	8
Introducción	9
Material y método	10
Resultados	12
Discusión	13
Referencias	15
Experimento 2	22
Resumen	22

Introducción	23
Material y método	24
Resultados	26
Discusión	28
Referencias	36
Experimento 3	38
Resumen	38
Introducción	39
Material y método	40
Resultados	44
Discusión	47
Referencias	58
Experimento 4	61
Resumen	61
Introducción	62
Material y método	63
Resultados	67
Discusión	70
Referencias	78
Discusión	81
Referencias	87

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1. Cantidad de conductas sexuales y de cortejo realizadas por los toros ante vacas con celo inducido y natural durante la prueba de libido.	16
Cuadro 1.2. Tiempo empleado por los toros en la realización de conductas sexuales y puntaje de actuación obtenido frente a hembras con celo natural y sincronizado.	17
Cuadro 1.3. Tiempo de reacción y capacidad de servicio presentado por toros cebuinos en presencia de hembras que presentaban celo natural o inducido.	18
Cuadro 2.1. Desglose de las conductas de apareamiento realizadas por toros cebuinos, según tipo de empadre.	31
Cuadro 2.2. Distribución relativa del comportamiento sexual realizado por los toros durante los cuatro periodos de observación, durante el apareamiento múltiple.	32
Cuadro 2.3. Cantidad de conductas sexuales recibidas por vacas que manifestaron conducta de celo, según tipo de empadre usado.	33
Cuadro 3.1. Conducta de apareamiento realizada por toros cebuinos según el tipo de apareamiento empleado y modalidad de celo.	50
Cuadro 3.2. Relación entre la cantidad de conductas de cortejo y de monta realizadas por los toros y el número de vacas sexualmente activas, de acuerdo con el tipo de empadre e influencia del celo.	51
Cuadro 3.3. Promedio semanal de vacas ciclando y en gestación obtenido durante el periodo experimental, según tipo de apareamiento e influencia del celo.	54
Cuadro 4.1. Evolución del estado reproductivo de las vacas durante el periodo de empadre.	73
Cuadro 4.2. Promedio semanal de vacas en anestro, ciclando y gestantes obtenido durante el periodo experimental, de acuerdo con el tipo de empadre y lote de apareamiento empleado.	74
Cuadro 4.3. Distribución de las vacas en cuanto a condición corporal durante el periodo de empadre.	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Procedimiento experimental utilizado en la evaluación de toros con vacas en celo inducido y espontáneo	19
Figura 1.2. Relación entre conductas sexuales y de cortejo realizadas por los toros durante la prueba de libido, ante vacas con celo inducido con un estrógeno sintético o durante su periodo natural de estro.	20
Figura 1.3. Distribución de las actividades sexuales y de cortejo realizadas por los toros durante la prueba de libido, ante vacas con celo inducido mediante un estrógeno sintético o durante su periodo de celo natural.	21
Figura 2.1. Comportamiento de agresión observado durante el programa de apareamiento múltiple	34
Figura 2.2. Comparación de la cantidad de vacas en anestro o ciclando, basada en las concentraciones de progesterona plasmática obtenida de 85 vacas durante los cuatro periodos experimentales, según el sistema de apareamiento empleado	35
Figura 3.1. Desglose del tipo de conductas de apareamiento ¹ realizadas por toros cebuinos bajo la influencia de celo hormonal y no hormonal.	52
Figura 3.2. Categorías reproductivas de las vacas de acuerdo al sistema de apareamiento simple (S) y múltiple (M).	53
Figura 3.3. Comparación de la cantidad acumulada de vacas gestantes según el grupo de apareamiento	55
Figura 4.0. Patrón de progesterona plasmática en vacas cebuinas expuestas A un programa de monta natural –loteA- y –loteB-	56-57
Figura 4.1. Categorías reproductivas de las vacas de acuerdo con el sistema de empadre fijo (F) y rotativo (R), en cada uno de los lotes de apareamiento.	75
Figura 4.2. Tasa de gestación acumulada a través del periodo de empadre, en cada lote de apareamiento.	77

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica la ganadería vacuna ha tenido gran importancia en el desarrollo económico y social del país, pues es fuente de ingresos de alimentos básicos para la población y de materias primas para la industria.

Tradicionalmente el ganado vacuno productor de carne ha sido explotado de manera extensiva y poco tecnificada, utilizando pastos de limitado valor nutricional y con una población bovina donde predomina el ganado cebuino (*Bos indicus*).

La ganadería de carne se desarrolló sobre dos ventajas comparativas que ya han desaparecido : una frontera agrícola en expansión basada en los bajos precios de la tierra y una política de crédito subsidiado para el productor. Sin embargo, debido a la competencia por el recurso tierra que ejercen otras actividades agropecuarias de mayor rentabilidad, los altos precios de la misma, las políticas conservacionistas, las altas tasas de interés y la inestabilidad en los precios de la carne, el panorama ha cambiado radicalmente causando una fuerte contracción en el sector ganadero, que amenaza su estabilidad. Como reflejo de dicha problemática el hato nacional ha sufrido un alto nivel de extracción, registrándose una merma de 47975 hembras por año durante el periodo 1993-1996 (Montenegro y Abarca, 1998). Tal situación ha provocado un desbalance en la estructura del hato, con la consecuente disminución en la oferta global de carne. A todo esto cabe agregar que con los sistemas de producción vigentes se obtienen muy bajos índices de productividad. En efecto, si se emplea la información disponible (Morales, 1990; SEPSA, 1990), la cual señala que la dotación de animales por unidad de superficie es de 0,8 unidades animales por hectárea y la ganancia de peso se estima en 300 g por animal por día, escasamente se obtendrían 100 kg de peso vivo/ha al año. Si a esto se agrega que el hato presenta un comportamiento reproductivo deficiente (Pomareda y Pérez, 1996), con una tasa de parición promedio de 48 % ; intervalos superiores a 18 meses y edades al primer parto mayores a 40 meses, la situación se torna aún más dramática.

El gran reto que enfrentan los ganaderos consiste en desarrollar métodos de trabajo que les permitan incrementar los niveles de producción para satisfacer la creciente demanda de los consumidores y obtener mejores tasas de rentabilidad.

En este sentido, el trabajo de productores e investigadores se ha encaminado principalmente a buscar soluciones para la problemática nutricional que enfrenta la ganadería tropical. Sin embargo, se debe señalar que la atención al campo reproductivo ha sido limitado. Debido a esto es necesario plantear alternativas tecnológicas en el área reproductiva, lo cual, junto con los avances que se puedan lograr en el aspecto nutricional, permitan mejorar la eficiencia reproductiva y por consiguiente aumentar la producción del hato nacional.

Existen grandes posibilidades de mejorar los niveles de producción en ganado vacuno tropical, mediante la aplicación de mejores prácticas de manejo reproductivo del hato de cría, como lo son el amamantamiento controlado, la manipulación del ciclo estral y el control de la ovulación, facilitando así, el uso de la inseminación artificial; también podría pensarse en un replanteamiento de los sistemas de empadre, con el propósito de lograr un uso racional de los toros a nivel de campo.

Considerando que los toros constituyen apenas una pequeña proporción (3-5%) del total del hato, la selección y el adecuado uso que se haga de ellos, constituye uno de los aspectos más delicados de cualquier explotación ganadera. En el caso de que una vaca, por cualquier causa, falle en reproducirse, se pierde un ternero. En cambio, si el que falla es el toro, teóricamente se pueden perder entre 25 y 50 terneros por cada 100 vacas (Carrillo, 1988). La pérdida puede minimizarse en la mayoría de los casos, cuando en el hato existen otros toros que cubren el lugar del que falla. Sin embargo, esto no ocurre cuando un toro de baja fertilidad, ejerce dominancia y no permite acercarse a los demás, dificultando no sólo el trabajo reproductivo, sino afectando la reproductividad del hato (Blockey, 1979).

En relación con esta temática, la mayoría de la información publicada sobre el comportamiento reproductivo del macho bovino, se ha obtenido en ganado *Bos taurus* y en situaciones diferentes a las condiciones tropicales.

El objetivo general de la presente investigación fue el de analizar el comportamiento reproductivo de toros cebuinos (*Bos indicus*) manejados bajo diferentes modalidades de apareamiento y determinar el impacto de este tipo de manipulación en la reproductividad de un hato de cría. En términos específicos se pretendió:

- (a) Observar y describir la conducta de toros de cría hacia hembras en celo, al permanecer en condiciones de apareamiento múltiple y simple, en programas de monta natural.
- (b) Establecer el efecto que produce la presencia de hembras con celo inducido, en la conducta sexual del hato.
- (c) Determinar las tasas de preñez logradas bajo las diferentes modalidades de apareamiento utilizadas.

REVISIÓN DE LITERATURA

En áreas tropicales, se estima que el 85% de los apareamientos ocurren por monta natural, ya sea empleando uno o varios toros (Galina y Arthur, 1990).

A pesar de la importancia que representa el empleo del toro en programas de monta natural, los estudios relacionados con el comportamiento reproductivo de los machos cebuinos (*B. indicus*) bajo condiciones de campo, aún son escasos (Russell y Galina, 1987).

En Centroamérica, los hatos dedicados a la producción de carne registran bajos índices de eficiencia reproductiva, siendo el manejo de los reproductores una de las causas que más contribuyen a ello (Müller, 1994).

IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL MACHO

Bajo condiciones de monta natural y en rebaños donde un solo toro sirve a un determinado grupo de vacas, es relativamente simple evaluar su efectividad reproductiva si se determina la cantidad de hembras preñadas después de la temporada de monta, siempre y cuando se tome en cuenta la edad y el estado fisiológico de los vientres. Sin embargo, esta evaluación no es posible en hatos grandes, donde varios toros sirven a un mismo grupo de vacas, ocurriendo en muchas ocasiones que machos subfértiles (y aún infértiles) pasen desapercibidos; esto podría ocasionar pérdidas económicas considerables, si la situación no se detecta oportunamente (Blockey, 1979; Chenoweth, 1981). Cabe agregar que la elección y manejo de los toros que entran a formar parte de los lotes de monta, se realiza de acuerdo a la apreciación del productor, el cual decide acerca del número y la calidad de los toros que van a cubrir a las hembras de cría. En este sentido cualquier error de apreciación que se cometa a la hora de seleccionar los machos, es de gran trascendencia económica, sobre todo si se considera que aproximadamente un 30% de los toros podrían estar inhabilitados para trabajar bajo condiciones de monta natural (Chenoweth 1981).

De todo lo anterior se desprende que existe la necesidad de realizar investigaciones acerca del comportamiento de los toros cebuinos bajo condiciones de empadre múltiple versus empadre simple.

TEMPERAMENTO SEXUAL DEL TORO Y SU RELACIÓN CON LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA, EN MONTA NATURAL

A pesar de que la habilidad de apareamiento de los toros cebuinos ha sido poco estudiada, existen evidencias de que tales toros presentan patrones particulares de comportamiento reproductivo, que pueden modificar su actividad bajo condiciones de campo. Al respecto Chenoweth y Osborne, 1975 y Price, 1987, entre otros, han señalado que los toros cebuinos son más lentos para reaccionar ante vacas en estro, así como para efectuar actividad de monta, cuando se les compara con machos *Bos taurus*. Algunas investigaciones (Mc Cosker *et al*, 1989; Larsen *et al*, 1990), sugieren que los machos cebuinos tienden a preñar menos vacas durante el período de apareamiento, en comparación con los machos de origen *B. taurus*. Por otra parte, Chenoweth y Osborne (1975) al evaluar la libido de machos de diferentes razas, encontraron que los toros *B. indicus* eran los que registraban menor calificación en su conducta sexual. Sin embargo, algunos de los machos cebuinos, se comportaron igual o mejor que los sementales de raza europea. Esto implica la necesidad de ampliar las investigaciones sobre este tema, ya que la variación entre toros, con respecto a su habilidad sexual, es considerable. Si se logra avanzar en esta línea, podría ser factible seleccionar contra baja conducta sexual (libido), como método para modificar en el mediano plazo la pobre conducta reproductiva de los toros cebuinos (Chenoweth y Osborne, 1975).

Por lo anterior, sería deseable contar con una prueba que permitiera detectar la habilidad natural que poseen los toros para cubrir a las vacas en condiciones de campo. Es ideal que tal prueba fuera de corta duración, fácil de aplicar y que el puntaje asignado a los toros esté altamente correlacionado con su comportamiento a nivel de potrero (Galina, Orihuela y Rubio, 1993). La Sociedad de Teriogenología (EUA), propuso en 1983, una prueba para clasificar toros de carne utilizados en monta natural, bajo condiciones de pastoreo. Este método se conoce como "Evaluación de la Capacidad Reproductiva del Semental" (Breeding Soundness Evaluation -B.S.E.-). Dicha prueba comprende un

examen físico del toro (sistemas reproductivo y locomotor), así como la habilidad del animal para reaccionar ante una hembra sexualmente receptiva (libido), su disposición a montarla y producir un eyaculado (capacidad de servicio). Sin embargo, las pruebas de libido y de capacidad de servicio, han mostrado dificultad de aplicación en animales *B. indicus* (Piccinalli *et al.*, 1992; Hernández *et al.*, 1991; Chenoweth y Velez, 1991). Al presente la información disponible sugiere que los criterios de evaluación a emplear en toros cebuinos, deben de ser diferentes a los aplicados en animales europeos (Galina, Orihuela y Rubio, 1993).

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL TORO DURANTE EL PERÍODO DE APAREAMIENTO

La habilidad reproductora de los toros *B. indicus* bajo condiciones de campo, es poco conocida. Algunas investigaciones plantean que los machos cebuinos tienden a preñar menos vacas durante el período de apareamiento en comparación con toros europeos (Mc Cosker *et al.*, 1989; Larsen *et al.*, 1990). Sin embargo se necesita impulsar la investigación en este campo, para elucidar la situación.

En estudios realizados con machos *B. taurus*, se ha podido comprobar que el comportamiento sexual de los toros puede ser modificado por distintos factores. En efecto, el máximo número de hembras que un semental puede servir y preñar de manera sucesiva, durante un período de apareamiento, se ve afectado por la "relación toro hembras" (Chenoweth y Velez, 1991). Al respecto, Rupp *et al.*, 1977; indican que el patrón de actividad sexual varía de acuerdo con dicha relación. En este trabajo se demostró que la tradicional proporción de 1 toro por cada 25 hembras, era ineficiente, comparada con proporciones de 1:44 y 1:60. Además se comprobó que bajo dichas relaciones, las tasas de detección de celos exhibidas por los toros, eran similares; asimismo las tasas de preñez también resultaron comparables. Esta misma investigación señala que toros trabajando en un esquema de empadre múltiple (relaciones 4:100 y 2:89), resultaron ser menos eficientes que toros empleados bajo empadre simple; sin embargo las tasas de preñez fueron similares para todos los grupos. Bajo condiciones de apareamiento en pastoreo, el empadre múltiple resulta en un alto número de montas y un alto número de servicios de hembras en celo, así como un elevado porcentaje de vientres

que son servidos por más de un toro (Lunstra y Laster, 1982). Sin embargo, las pruebas acerca del efecto del empadre múltiple sobre la tasa de preñez han estado confundidas con diferencias en la capacidad de servicio del toro y las interacciones sociales (Rupp *et al*, 1977; Farin *et al*, 1982). En aquellos casos donde se pretenda incorporar varios toros a la vez, con un determinado grupo de hembras, es preciso considerar que los resultados reproductivos pueden ser afectados por el orden jerárquico que establezcan los mismos toros (Rodríguez *et al*, 1993). Investigaciones previas señalan que aquellos toros que ocupan posiciones elevadas dentro de la jerarquía del hato, tienen un mayor acceso a las hembras que los subordinados; también se ha establecido que el macho dominante es el que copula un mayor número de veces, dándole oportunidad a los subordinados únicamente cuando él reduce su actividad. Esto ha sido corroborado por Rodríguez *et al*, 1993, quienes determinaron que toros con alta dominancia, tuvieron un mayor contacto con las vacas, además que lograron registrar hasta un 63 % de actividades de monta e intento de monta en un momento determinado. Este tipo de situaciones tienen serias implicaciones en los programas de cría que se plantean bajo un esquema de empadre múltiple (en pastoreo), donde un toro dominante puede inhibir la capacidad de servicio de los machos subordinados. Además sucede que algunos toros agresivos pueden presentar baja libido y montar menos vacas (Fields, 1985).

Con programas de padreo múltiple, la monta se haría más eficiente y mejoraría la utilización de los toros, si se pudieran conformar grupos de toros jóvenes (+ 3 años), de edades, tamaño y genotipos similares y donde los toros más viejos fueran excluidos (Chenoweth y Velez, 1991).

Hasta ahora la evidencia acumulada, señala la necesidad de ser cauteloso a la hora de interpretar los resultados reproductivos que se obtengan en un hato, luego de un período de apareamiento (Galina, Orihuela y Rubio, 1993).

EXPERIMENTO 1

COMPORTAMIENTO SEXUAL DE TOROS CEBUINOS CON HEMBRAS EN CELO NATURAL O INDUCIDO, BAJO CONDICIONES DE CORRAL

Molina R.¹, Galina C.S.², Martínez J. D.¹ y Monge M.¹

¹ Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN

Se realizaron evaluaciones de libido y actividad copulatoria de toros cebuinos expuestos en forma secuencial a hembras que mostraban celo inducido o celo natural. Siete toros adultos (45-59 meses de edad) con experiencia sexual, fueron expuestos individualmente, durante 15 minutos, a una hembra a la cual se le indujo el celo mediante la aplicación de un estrógeno sintético y que además se mantenía sujeta a un cepo; luego durante otros 15 minutos permanecieron junto a tres hembras detectadas en celo espontáneo el día de la prueba. Las conductas registradas fueron las siguientes: oler y lamer el área genital, seguir a una hembra con interés específico, topeteos de atracción y presentación de flehmen (conductas de cortejo); exposición de pene, intento de monta y monta efectiva (conductas de interés sexual) (Chenoweth, 1983).

Los toros registraron más conductas de cortejo con vacas en celo natural que con las de celo inducido (15,8 vs 4,4; $p < 0,05$); sin embargo no se establecieron diferencias significativas con las conductas de tipo sexual (7,1 vs 3,2 respectivamente; $p > 0,10$). La conducta sexual que con mayor frecuencia realizaron los toros con hembras en celo natural, fue la monta efectiva (14,8%), mientras que con hembras en celo inducido fueron los intentos de monta (24 %). El promedio de tiempo efectivamente empleado por los toros en la realización de las distintas conductas, fue superior con las hembras en celo natural (12 min con 8 seg vs. 5 min con 8 seg; $p < 0,05$). Se concluye que las hembras sujetas en celo natural, son más efectivas en exaltar el comportamiento sexual del toro, en comparación con hembras no sujetas, a las cuales se les ha inducido el celo con un estrógeno; por lo tanto la calificación de una prueba de libido aplicada a toros cebuinos dependerá del tipo de hembra presentada al toro.

Palabras clave: toros cebuinos (*B. indicus*); prueba de libido.

INTRODUCCIÓN

En áreas tropicales se estima que el 85 % de los apareamientos ocurren por monta natural, ya sea empleando uno o varios toros (Galina y Arthur, 1990). No obstante la elección y manejo de los reproductores que entran a formar parte de los lotes de monta, se realiza de acuerdo con la apreciación subjetiva de los productores, los cuales deciden sobre la calidad y cantidad de sementales que van a cubrir a los vientres de cría.

Si se considera que aproximadamente un 30% de los toros podrían estar inhabilitados para trabajar bajo condiciones de monta natural (Chenoweth, 1981), cualquier error de apreciación que se cometa a la hora de seleccionar los toros, puede significar pérdidas económicas considerables. Sin embargo, a pesar de la significativa importancia que representa el empleo del toro en los programas de cría, los estudios relacionados con el comportamiento reproductivo de los machos cebuinos (*B. Indicus*) aún son escasos (Galina y Rusell, 1987). Algunas investigaciones indican que los toros de este grupo racial, presentan patrones particulares de comportamiento reproductivo, señalándose que son más lentos para reaccionar ante vacas en celo, así como para efectuar conductas de monta, cuando se les compara con machos *Bos taurus* (Chenoweth y Osborne, 1975; Price, 1987). Sin embargo, al comparar machos de diferentes razas, en cuanto al grado de manifestación de la libido, Chenoweth y Osborne (1975) determinaron que algunos machos cebuinos se comportaron igual o mejor que los sementales *B. taurus*. Esto ha estimulado la realización de estudios para desarrollar metodologías de trabajo que permitan detectar la habilidad natural que poseen los toros para cubrir a las vacas en condiciones de campo (Chenoweth, 1983; Hernández, 1991; Piccinalli, 1992).

La evaluación de libido en toros cebuinos ha mostrado que estos animales son lentos a reaccionar ante vacas en celo, bajo condiciones de confinamiento y que la calificación obtenida por un toro en particular, está directamente relacionada con el número de vacas en celo verdadero (Piccinalli et al, 1992), sugiriendo que las pruebas de libido y habilidad copulatoria para dicho tipo de animales, deben de ser reevaluadas de conformidad con el procedimiento de prueba empleado (Chenoweth y Velez, 1985).

Esto implica realizar investigaciones adicionales para establecer una prueba práctica de evaluación, apropiada para toros cebuinos.

MATERIAL Y METODO

El grupo experimental consistió de siete toros Brahman adultos (45-59 meses de edad) y seis hembras híbridas (Brahman x Simmental) provenientes del hato de cría comercial. El ensayo se realizó en una finca perteneciente al Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicada en San Carlos, Costa Rica. La propiedad se ubica en una zona tropical húmeda (10° 26' N y 84° 32'O), donde se registra una precipitación media de 3096 mm anuales; una temperatura media de 24,1° C y una humedad relativa de 85,3 %.

Con anterioridad al período de evaluación, cada toro fue sometido a un examen andrológico a fin de constatar que su capacidad reproductora fuera satisfactoria. Cada toro fue sometido a dos exposiciones durante la prueba de libido, con hembras en celo inducido y en celo natural. En el primer caso se utilizó una vaca a la cual se le indujo el celo mediante la inyección de 25 mg. de estrona (estrógeno sintético; *Estrovarin/ Lab. Laquinsa, Costa Rica*) por dos días consecutivos; en este caso, la vaca permaneció sujeta a un cepo en el momento de la prueba. En el segundo caso se emplearon tres vacas que fueron detectadas en celo el día del ensayo; estos animales fueron seleccionados utilizando como criterio el que permitieran ser montadas; durante la evaluación estas vacas permanecieron sueltas (sin restricción alguna). Los toros fueron colocados en un corral aledaño al área de prueba, donde pudieran observar la actividad sexual de otros toros con las hembras. Las dos pruebas y todas las evaluaciones se realizaron simultáneamente en un corral de manejo (12 x 9 m.) dividido en dos secciones, en donde un toro era colocado con una hembra en celo inducido y otro permanecía con las vacas en celo natural. Luego de 15 minutos cada macho fue intercambiado; el procedimiento se repitió hasta el final de las dos pruebas (Fig. 1).

El procedimiento se realizó entre las 6:00 y 8:00 a.m. con el propósito de evitar el posible efecto de tensión por alta temperatura. Dos observadores (uno en cada sección del corral) registraron el siguiente comportamiento de los toros ante las vacas:

- Conductas de cortejo:
 - (a) olfatear y lamer el área genital;
 - (b) manifestación del flehmen;
 - (c) topeteos de atracción;
 - (d) seguir con interés específico a una vaca;

- Conductas de interés sexual:
 - (a) exposición de pene;
 - (b) intentos de monta;
 - (c) monta efectiva (con o sin servicio);

Se calculó la frecuencia de presentación de conductas sexuales y de cortejo, mostrada por los toros durante la prueba; también se estableció la capacidad de servicio así como el tiempo de reacción transcurrido entre el inicio del ensayo y la realización de un servicio efectivo, de acuerdo con el procedimiento descrito por Chenoweth (1983).

Después de realizados los dos períodos de prueba, cada toro recibió una calificación de su desempeño, basándose en la escala sugerida por Chenoweth (1983), partiendo de los toros que no mostraban interés hacia las hembras (0 puntos), pasando por una calificación intermedia de 5 puntos cuando el toro realizaba al menos dos intentos de monta (sin servicio) y alcanzando el puntaje máximo (10 puntos), cuando el toro realizaba dos servicios, seguidos de interés sexual. El número de servicios realizados por cada toro durante la prueba fue registrado como calificación de la capacidad de servicio (CCS) y el tiempo transcurrido hasta la primera monta con servicio se registró como tiempo de reacción (TR).

Los resultados se analizaron usando la prueba “t” de Student (para muestras pareadas), para comparar la cantidad y tipo de conductas ejecutadas por los toros en presencia de los dos tipos de vacas. Para establecer una comparación entre el tiempo dedicado por los toros en realizar conductas sexuales y la calificación obtenida ante vacas con celo inducido y natural, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis (Snedecor y Cochran, 1974).

RESULTADOS

En el cuadro 1 se presenta la cantidad de conductas de cortejo y de interés sexual, realizadas por los toros ante hembras con celo inducido y celo natural. La cantidad media de conductas de cortejo fue significativamente más baja ($p < 0,05$) en el celo inducido comparada con el de celo natural (4,4 vrs 15,8). Sin embargo este no fue el caso con relación al promedio de conductas de interés sexual realizadas por los toros ante los dos tipos de hembras (3,2 vrs 7,1) ($p > 0,05$).

En la figura 2 se muestra la amplia variación en el desempeño individual de los toros. Por ejemplo en el caso del celo inducido, el toro 797 mostró la mayor cantidad de conductas de cortejo ($n=13$) y el toro 471 exhibió la cantidad más alta de conductas de interés sexual ($n=9$). Con respecto a las hembras en celo natural, el toro 15-0 registró la mayor cantidad de conductas de cortejo ($n=18$) y los toros 14-0 y 471, mostraron el mayor número de conductas de interés sexual ($n=9$).

Analizando la respuesta global de los toros hacia los dos grupos de vacas, se estableció que las conductas de cortejo fueron las más notorias; así por ejemplo con vacas de celo inducido, se registró un 58 %, comparado con 69 % en vacas que presentaban celo natural (figura 3). La variación en las conductas de interés sexual resultó ser de 42 % en celo inducido contra 31 % en vacas con celo natural. La actividad de interés sexual que se presentó con mayor frecuencia con las vacas de celo inducido, fue el intento de monta, representando el 24 % de todas las conductas; por su parte en el grupo de celo natural, la monta efectiva fue la más frecuente con 14,9 %.

El toro que dedicó más tiempo a realizar conductas sexuales y de cortejo fue el 797 (11 min). En contraste, en el grupo de celo natural, los toros 471 y 12-0 fueron los más activos, con 14 minutos (Cuadro 2). Además, en este último grupo, todos los toros estuvieron activos por lo menos en 10 de los 15 minutos de la prueba, en tanto que en el grupo anterior solamente el toro 797 sobrepasó los 10 minutos. La diferencia entre los dos grupos es significativa ($p < 0,05$) con respecto al promedio de tiempo.

Cabe destacar que el puntaje por actuación obtenido por todos los toros cuando

fueron expuestos a hembras en celo natural osciló entre 8 y 9 puntos; sin embargo cuando estuvieron con vacas en celo inducido el rango descendió entre 2 y 8 puntos. La diferencia no es significativa ($p > 0,05$). El tiempo de reacción de los tres toros que sirvieron a las vacas con celo inducido varió entre cinco segundos (el más rápido) hasta 11 minutos con 25 segundos (el más lento) (cuadro 3). Los toros fueron más rápidos en el grupo de vacas con celo natural, estableciéndose un rango de 30 segundos hasta siete minutos con 20 segundos; las diferencias entre ambos grupos no son significativas ($p > 0.05$).

DISCUSION

En términos generales, puede decirse que los toros cebuinos no muestran inhibiciones para manifestar su comportamiento reproductivo en un ambiente limitado, como el de un corral de manejo. Esto coincide con experiencias previas realizadas bajo condiciones similares (Hernández et. al., 1991). El presente informe también justifica la conjetura de que la precisión de una prueba de libido depende de la receptividad de las hembras (Chenoweth y Velez, 1985; Hernández et al, 1991) así como los resultados de Piccinalli y colaboradores (1992) quienes indican que las calificaciones están estrechamente ligadas con el número de hembras receptivas, en el momento de la prueba.

El notable incremento en el número de actividades sexuales y de cortejo registrado mientras los toros estaban frente a hembras con celo espontáneo, sugieren que la receptividad de la hembra así como la condición de estar sujeta o no sujeta, son factores determinantes. La calificación promedio alcanzada por los toros fue elevada (8,2 puntos), con un patrón de respuesta homogéneo y donde la mayoría de ellos se mantuvieron activos durante gran parte del tiempo empleado en la prueba (12 min 8 seg). Por el contrario, cuando las hembras tratadas con estrógeno fueron puestas con los toros, la respuesta fue muy variable, probablemente debido a la pobre receptividad de las vacas a ser cortejadas y montadas, lo cual se refleja en la calificación global (5,4 puntos).

En este informe se indica que durante la prueba, los toros cebuinos necesitan estar con hembras en libertad de movimiento (no sujetas), para mostrar toda su

capacidad de interés sexual. Los toros que estuvieron con hembras en libertad de movimiento y en celo natural, permanecieron en actividad durante gran parte del periodo de prueba (12 de cada 15 minutos) y además obtuvieron una alta calificación (8,3 puntos de 10 posibles). Este resultado no está de acuerdo con la opinión de Blockey (1981), quien sugiere que en una evaluación de libido, la hembra debe estar sujeta (y no necesariamente en celo), para estimular al macho durante la prueba, siempre y cuando antes de la evaluación, los toros tengan un período de estimulación de aproximadamente 10 minutos.

Es indudable la necesidad de realizar más investigación para determinar las causas del marcado interés de los machos por las vacas en celo natural (no sujetas) comparadas con aquellas a las cuales se les induce a mostrar celo (sujetas) y que aparentemente no estimulan una pronta reacción de los toros. Este es un requisito importante para una prueba cuya duración se extiende por 10 o 15 minutos. También será necesario plantear otros experimentos que permitan resolver la interrogante acerca de si la diferencia entre estas pruebas es debida al método de presentación y número de hembras que participan o si las disparidades observadas son producto del método de inducción de celo.

REFERENCIAS

- BLOCKEY M.A. DE B. (1981) Further studies on the serving capacity test for beef bulls. *Applied Animal Ethology* 7: 337- 350.
- CHENOWETH P.J. (1981) Libido and mating behaviour in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology* 16: 155-177.
- CHENOWETH P.J. (1983) Sexual behavior of the bull: A review. *Journal of Dairy Science* 66: 173-179.
- CHENOWETH P. J. y VELEZ J. S.(1995) Comportamiento, deseo sexual y manejo del toro. *Proceedings of the International Conference in Tropical Husbandry, University of Florida, USA: 22 - 37.*
- CHENOWETH P.J., OSBORNE H.G. (1975) Breed differences in the reproductive function of young beef bulls in Central Queensland. *Australian Veterinary Journal* 51: 405-406.
- GALINA C.S., RUSSELL J.M. (1987) Research and publishing trends in cattle reproduction in the tropics: A global analysis. *Animal Breeding Abstracts* 55: 820-828.
- GALINA C.S., ARTHUR G.H. (1991) Review of cattle reproduction in the tropics. 6. The male. *Animal Breeding Abstracts* 59: 403- 412.
- HERNANDEZ J.E., GALINA C.S., ORIHUELA A., NAVARRO R. (1991) Evaluación de la libido de toros cebú en pruebas de corral y en potrero. *Veterinaria, Mexico* 22: 41- 45.
- PICCINALI R., GALINA C.S., NAVARRO- FIERRO R. (1992) Behavioural patterns of Zebu bulls towards females synchronised with Pgf2 alfa or oestrogens under corral and field conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 35: 125-133.
- PRICE E. O. (1987) Male sexual behavior. *Veterinary Clinics of North America* 3: 405-422.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G. (1974) *Statistical Methods*, Academic Press, 6th Edition, Ames, Iowa USA.

Cuadro 1.1 Cantidad de conductas sexuales y de cortejo realizadas por los toros ante vacas con celo inducido y natural durante la prueba de libido.

Identificación del toro	Celo inducido		Celo natural	
	Conductas		Conductas	
	Cortejo	Sexuales	Cortejo	Sexuales
8/0	1	2	15	8
12/0	3	0	15	5
14/0	5	2	16	9
15/0	3	3	18	7
471	4	9	17	9
711	2	0	15	6
797	13	7	15	6
Promedio (±)	4,43^a (3,99)	3,29^c (3,45)	15,86^b (1,21)	7,14^c (1,57)

a y b difieren significativamente ($p < 0.05$)

c no muestra diferencias significativas ($p > 0.05$)

Cuadro 1.2. Tiempo empleado por los toros en la realización de conductas sexuales y puntaje de actuación obtenido frente a hembras con celo natural y sincronizado.

Identificación	Celo inducido			Celo Natural		
	*Tiempo en actividad ^a	Número de conductas realizadas	Calificación ^c (pts)	*Tiempo en actividad ^b	Numero de conductas realizadas	Calificación ^c (pts)
8/0	3	3	7	10	23	9
12/0	3	3	2	14	20	8
14/0	7	7	8	12	25	9
15/0	4	6	5	12	25	8
471	6	13	6	14	26	8
711	2	2	2	10	21	8
797	11	20	8	13	21	8
Promedio (±)	5' 8" (3' 7")	7,7 (6,58)	5,43 (2,57)	12' 8" (1'4")	23,0 (2,38)	8,29 (0,49)

* diferencias entre columnas son significativas (P < 0.05)

a y b difieren significativamente (P < 0.05)

c no difiere significativamente (P > 0.05)

Cuadro 1.3. Tiempo de reacción y capacidad de servicio presentado por toros cebuinos en presencia de hembras que presentaban celo natural o inducido.

Identificación del toro	Tiempo de reacción		Capacidad de servicio	
	Celo Inducido ^a	Celo Natural ^b	Celo Inducido	Celo Natural
8/0	0'30"	1' 30" (* 8' 09")	1	2
12/0	n.r.s.	5' 59"	0	1
14/0	11'25"	0'30" (*14'58")	1	2
15/0	n.r.s.	3' 14"	0	1
471	n.r.s.	5' 20"	0	1
711	n.r.s.	1' 20"	0	1
797	0' 5"	7' 20"	1	1

n.r.s. = no realizó servicio.

* = segundo servicio realizado.

a y b no difieren significativamente ($p > 0.05$)

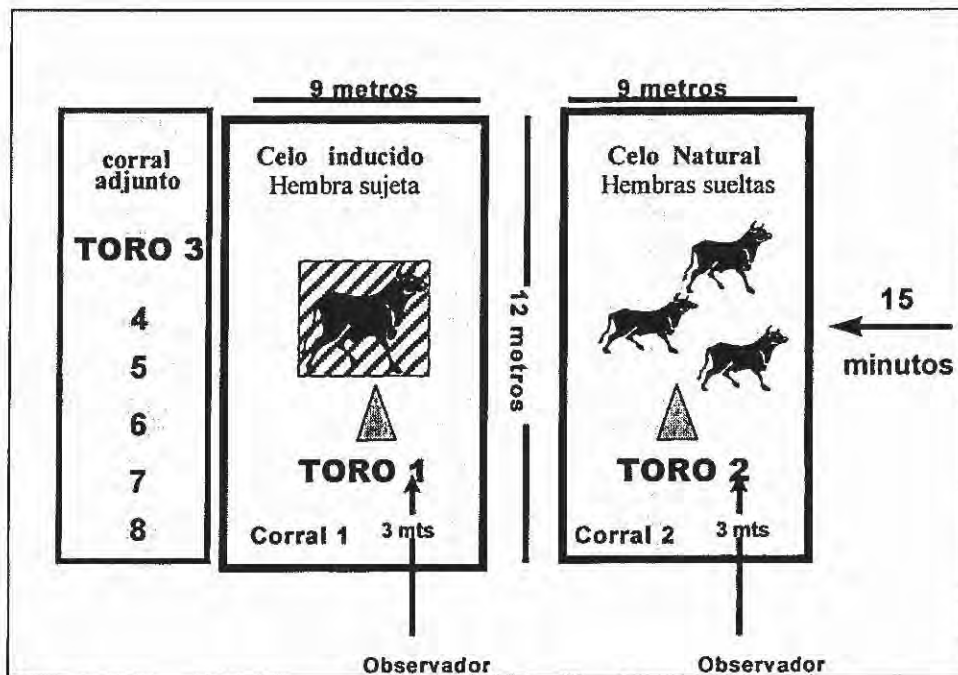
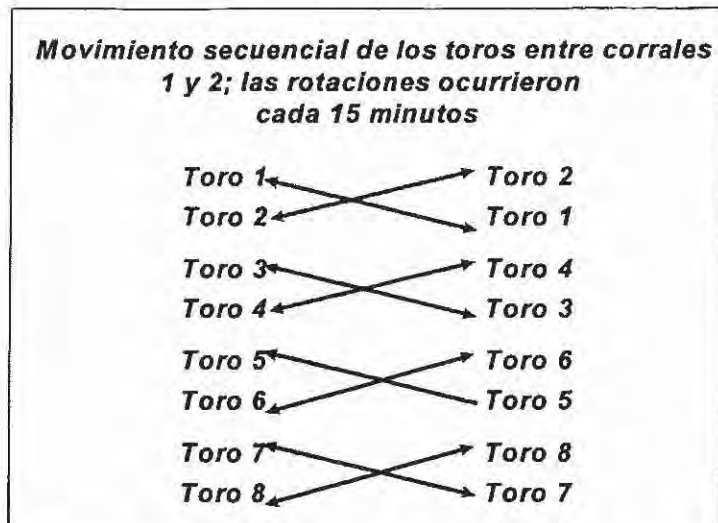
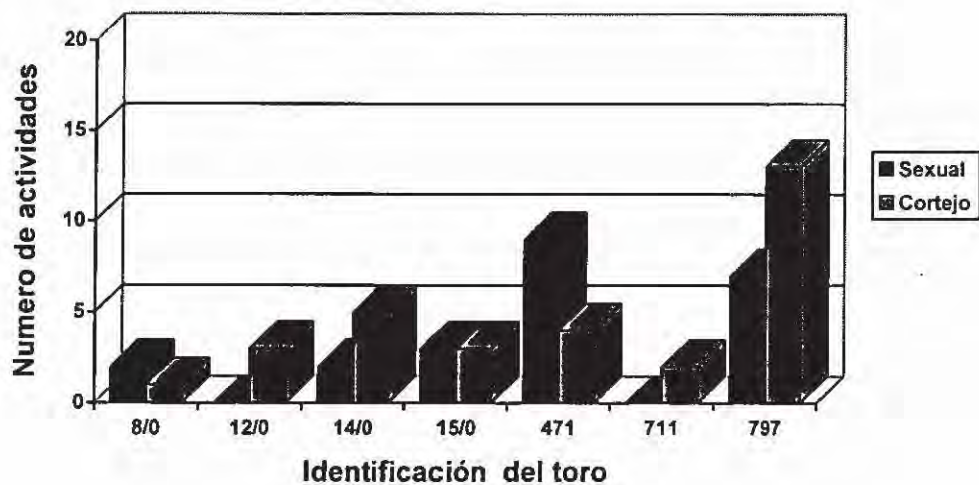


Figura 1.1. Procedimiento experimental utilizado en la evaluación de toros con vacas en celo inducido y espontáneo

Celo Inducido



Celo Natural

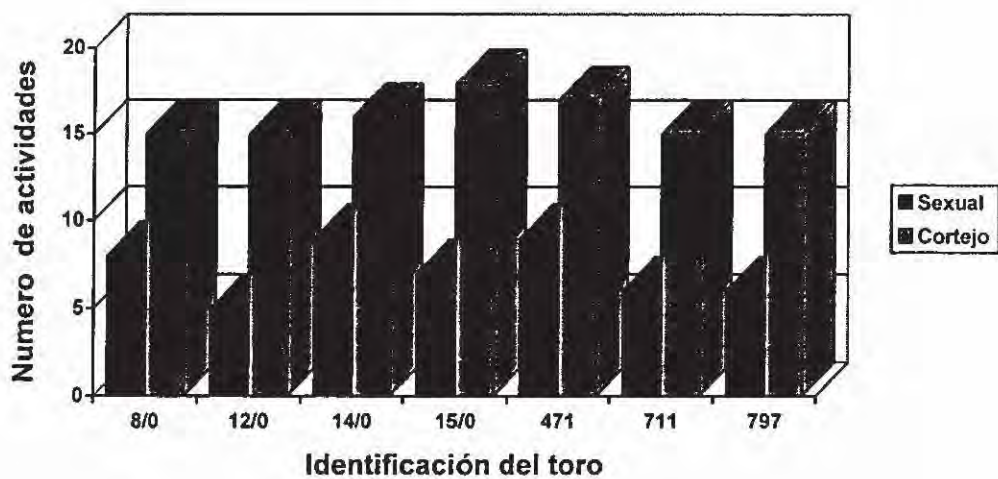


Figura 1.2. Relación entre conductas sexuales y de cortejo realizadas por los toros durante la prueba de libido, ante vacas con celo inducido con un estrógeno sintético o durante su periodo natural de estro.

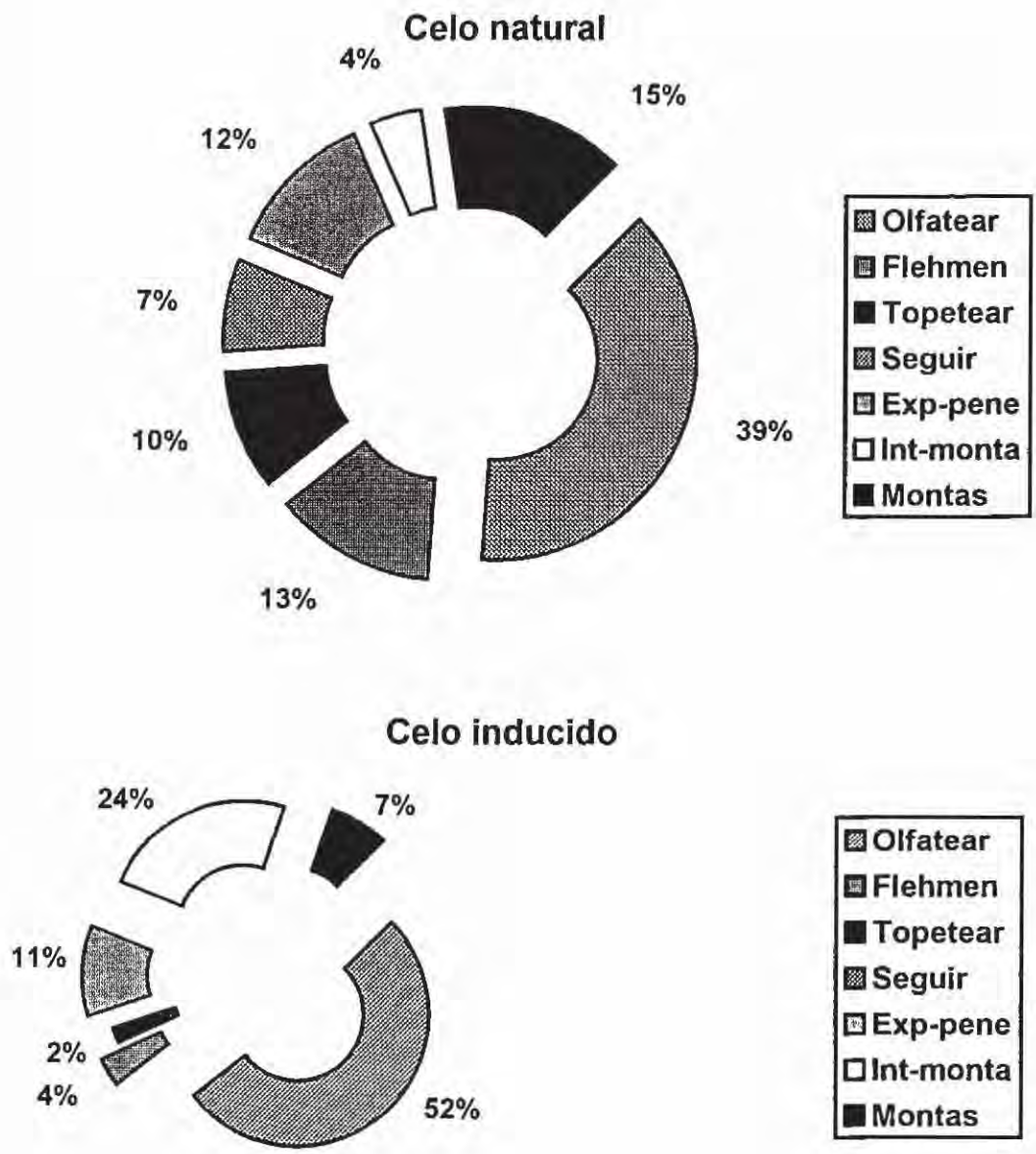


Figura 1. 3. Distribución de las actividades sexuales y de cortejo realizadas por los toros durante la prueba de libido, ante vacas con celo inducido mediante un estrógeno sintético o durante su periodo de celo natural.

EXPERIMENTO 2

COMPORTAMIENTO SEXUAL DE TOROS CEBUINOS EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE COSTA RICA : GRUPOS DE EMPADRE SIMPLE VS. MÚLTIPLE.

Molina R¹, C. S. Galina², I. Bolaños¹, E. Pérez³, Paniagua G³, Estrada S³.

¹Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

²Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México.

³Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.

RESUMEN

En este estudio se comparó el comportamiento de cortejo y de monta de toros cebuinos (*Bos indicus*), en grupos de apareamiento simple (ASI) y múltiple (AMU). La investigación se realizó en Costa Rica (latitud 10° 25' N, longitud 84° 32' O, precipitación anual de 3096 mm, temperatura media de 24° C y humedad de 85,3 %). Se utilizaron cuatro toros Brahman de 3-4 años de edad, con experiencia sexual previa, para padrear un grupo de 120 vacas multíparas (con un promedio de 128 días posparto y una condición corporal de 2.5 puntos). Los machos se distribuyeron en dos grupos de 60 vacas cada uno: (1) grupo de apareamiento simple (ASI), (2) grupo de apareamiento múltiple (AMU) –tres toros-. Los toros se rotaron entre los grupos cada siete días durante 28 días. Se calculó la frecuencia, tipo y duración de las actividades de interés sexual (monta e intento de monta) y de cortejo (olfatear y lamer área genital, topeteo de atracción, apoyo de cabeza y el reflejo de Flehmen) para cada grupo de apareamiento. Se utilizó estadística descriptiva y no paramétrica (pruebas de Wilcoxon y Mann-Whitney) para estimar las diferencias entre los grupos de apareamiento.

Las conductas sexuales mostraron la tendencia de ser más frecuentes en el grupo ASI , al compararlo con el AMU (267 vs 124 ; $p > 0.05$). La diferencia en la proporción de actividades de interés sexual y de cortejo (sex : cor) entre ambos grupos fue significativa (1 : 3 en ASI y 1 : 6 en AMU; $p < 0.05$). La tasa promedio de preñez fue de 28 y 37 % respectivamente ($p > 0.05$). Se concluye que bajo condiciones de apareamiento simple y múltiple se logran tasas de preñez similares.

Palabras clave: toros *B. indicus*, sistemas de apareamiento, comportamiento.

INTRODUCCION

En Centroamérica, los hatos dedicados a la producción de carne registran bajos índices de eficiencia reproductiva, siendo el manejo de los reproductores una de las causas que más contribuyen a ello (Müller, 1994). Considerando que los toros constituyen apenas una pequeña proporción (3-5%) del total del hato, la selección y el adecuado uso que se haga de ellos, constituye uno de los aspectos más delicados de cualquier explotación ganadera. En el caso de que una vaca, por cualquier causa, falle en reproducirse, se pierde un ternero. En cambio, si el que falla es el toro, teóricamente se pueden perder entre 25 y 50 terneros por cada 100 vacas (Carrillo, 1988). La pérdida puede minimizarse en la mayoría de los casos, cuando en el hato existen otros toros que cubren el lugar del que falla. Sin embargo esto no ocurre cuando un toro de baja fertilidad, ejerce dominancia y no permite acercarse a los demás, dificultando no sólo el trabajo reproductivo, sino afectando la reproductividad del hato (Blockey, 1979).

Bajo condiciones de monta natural y en rebaños donde un solo toro sirve a un determinado grupo de vacas, es relativamente simple evaluar su efectividad reproductiva si se determina la cantidad de hembras preñadas después de la temporada de monta. Sin embargo, esta evaluación no es posible en hatos grandes, donde varios toros sirven a un mismo grupo de vacas, ocurriendo en muchas ocasiones que machos subfértiles (y aún infértiles) pasen desapercibidos; esto podría ocasionar pérdidas económicas considerables, si la situación no se detecta oportunamente (Blockey, 1979; Chenoweth, 1981). Cabe agregar que la elección y manejo de los toros que entran a formar parte de los lotes de monta, se realiza de acuerdo a la experiencia práctica del criador, el cual decide acerca del número y la calidad de los toros que van a cubrir a las hembras de cría. En este sentido cualquier error de apreciación que se cometa a la hora de seleccionar los machos, es de gran trascendencia económica, sobre todo si se considera que aproximadamente un 30% de los toros podrían estar inhabilitados para trabajar bajo condiciones de monta natural (Chenoweth, 1981).

La habilidad reproductora de los toros *B. indicus* bajo condiciones de campo es poco conocida; existen evidencias de que tales toros presentan patrones particulares de comportamiento reproductivo. En efecto, Chenoweth y Osborne (1975), señalan que los toros cebuinos son más lentos para reaccionar ante vacas en celo, así como para efectuar

actividad de monta, cuando se les compara con machos *Bos taurus*. Además establecieron que los *B. indicus* eran los que registraban menor puntaje de calificación en pruebas de libido. Sin embargo algunos de los machos cebuinos se comportaron igual o mejor que los sementales de raza europea. Esto indica la existencia de variabilidad en cuanto a la habilidad sexual de tal tipo de toros, estableciéndose así la posibilidad de seleccionar en contra de la baja conducta sexual (libido), como método para modificar la pobre conducta reproductiva de los toros cebuinos. El objetivo del presente estudio es el de comparar el comportamiento sexual mostrado por toros (*B. indicus*), en grupos de apareamiento simple vrs. apareamiento múltiple, bajo un sistema de monta natural. También se estudió el efecto del agrupamiento de los toros sobre su desempeño individual.

MATERIAL Y MÉTODO

La investigación se realizó en la Unidad de Producción Bovina del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicado en San Carlos, Alajuela (latitud 10° 25' N - longitud 84° 32' O). Dicho sitio tiene una elevación de 75 msnm. y presenta un clima tropical lluvioso, con una precipitación media de 3096 mm anuales, una temperatura promedio de 24° C y una humedad relativa de 85,3 %.

Se utilizó un lote compuesto por 120 vacas cebuinas, multíparas, con un promedio de 128 días posparto, 390 kg. de peso vivo y una condición corporal media de 2.5 puntos, en una escala de 1 a 5 puntos (Pullan, 1978). Las hembras fueron distribuidas al azar en dos grupos de apareamiento (1) –ASI-, empadre simple (un solo toro), con un total de 64 vacas; (2) - AMU-, empadre múltiple (tres toros), con 56 vacas. En cada grupo se sincronizaron 12 hembras, en conjuntos de tres animales, al inicio de cada periodo de empadre.

Para establecer los niveles de progesterona plasmática (P_4), y determinar la actividad ovárica, se colectaron muestras de sangre en 34 vacas del ASI y 36 del AMU. La periodicidad del muestreo fue de dos veces por semana (martes y viernes) abarcando ocho semanas previas al inicio del empadre y cuatro semanas durante el empadre mismo. Las muestras se colectaron mediante punción de la vena coccígea, centrifugadas

inmediatamente y almacenadas a -20° C hasta ser analizadas mediante radioinmunoanálisis de fase sólida (Coat-A-Count, Diagnostic Products Corporation, USA). El coeficiente de variación intra e inter análisis fue de 3,2 % y 11,4 %, respectivamente.

Al momento de iniciar el período de empadre todas las hembras tenían su respectivo ternero al pie y se mantuvieron en parcelas no adyacentes, de 10 ha de extensión, con adecuada disponibilidad de pasto y fácil acceso a fuentes de agua.

Los toros fueron cambiados entre los dos grupos de vacas, cada siete días, durante un lapso de 28 días. Al finalizar cada semana, el toro que se encontraba en el grupo de apareamiento simple (ASI), pasaba al grupo de apareamiento múltiple (AMU) y uno de los toros que estaba bajo AMU pasaba a formar parte del ASI. El procedimiento se repitió durante tres ocasiones más, de tal forma que cada toro permaneció una semana en el grupo de ASI y tres semanas en el grupo de AMU. La secuencia empleada fue la siguiente:

Periodo	Grupo ASI	Grupo AMU
1	Toro A	Toros B-C-D
2	B	A-C-D
3	C	A-B-D
4	D	A-B-C

En los grupos de apareamiento se utilizaron toros Brahman adultos, con 3-4 años de edad, con un peso corporal superior a los 500 kg., con experiencia sexual previa y sometido a un examen andrológico y a una prueba de libido, para comprobar que su capacidad reproductiva fuera satisfactoria. Para facilitar la evaluación de las actividades de cortejo y de monta de los toros después de cada cambio, los dos grupos fueron observados continuamente por 54 horas luego del retiro de un implante colocado en tres vacas previamente sincronizadas. Estos animales eran parte del grupo al inicio de cada periodo. Las vacas fueron tratadas con un implante de 6 mg de norgestomet (Synchromate-B, Meriel, México) y una inyección intramuscular de 3 mg de norgestomet y 5 mg de valerato de estradiol, por nueve días.

La conducta de monta y de cortejo fue registrada en ambos grupos

experimentales por dos observadores observación durante 54 horas. Las actividades fueron clasificadas como activa o pasiva y posteriormente subdividida en las siguientes categorías: olfatear y lamer el área genital, topeteo de atracción, apoyar la cabeza sobre otro animal, el reflejo de Flehmen (actividades de cortejo), así como la monta e intentos de monta (actividades de monta), de acuerdo con la metodología descrita por Orihuela et. al. (1983). Se realizó un tacto rectal, luego de transcurrir 35 días posteriores al último período de apareamientos, para determinar preñez. Con base en esta información se calculó la tasa de preñez, que resulta de relacionar la cantidad de vacas preñadas durante el periodo experimental y la cantidad de vacas expuestas a toro (a riesgo) durante el mismo periodo.

Se estableció la frecuencia, tipo y duración de las actividades de cortejo y de monta para cada grupo de apareamiento. Se utilizó estadística descriptiva y estadística no paramétrica (pruebas de Wilcoxon, Mann-Withney), con un nivel de significancia del 5 %, para comparar el número y tipo de acciones mostradas por los toros bajo los dos sistemas de apareamiento.

RESULTADOS

Se encontró similitud entre la cantidad y tipo de actividades de comportamiento sexual realizadas por los toros, bajo los sistemas de apareamiento evaluados. En efecto, la cantidad de actividades de cortejo es la misma ($n = 796$), tanto en el apareamiento simple (ASI) como en el apareamiento múltiple (AMU) - Cuadro 1- En cuanto a las actividades de tipo sexual (monta + intento de monta), tienden a ser más frecuentes en el ASI. La relación entre el porcentaje de actividades sexuales y de cortejo, resultó ser de 25:75 en el ASI y de 13: 86 en el AMU. De las actividades de cortejo, específicamente el *olfatear y lamer* genitales (OLG), resultó ser la acción más frecuente ($p > 0.05$), tanto en el ASI (31,5%) como en el AMU (42,3%). En las de tipo sexual, el *intento de monta* (IMO) fue la acción más relevante, tanto en el ASI (22,4%) como en el AMU (10,3%). Si se compara cada una de las actividades de comportamiento sexual, en función del tipo de apareamiento empleado, no se detectan

diferencias significativas entre ellas, con la excepción del topeteo de atracción (TOP) ($p < 0.02$), -Cuadro 1-.

A pesar de las semejanzas encontradas, cabe señalar algunas particularidades que mostraron los toros en cada tipo de apareamiento. Por ejemplo, en el AMU cada toro realizó 3,5 intentos de monta (IMO) por cada monta (MON) registrada; mientras tanto, en el ASI, la relación fue de 8,3.

En el Cuadro 2 se muestra como en el AMU cada toro registró un promedio de 76 (± 46) actividades por cada etapa de observación (54 h), mientras que en el ASI cada semental realizó un promedio de 265 (± 77). Se establece que cuando los toros estuvieron en el ASI realizaron 3,5 veces más actividades. Se nota una considerable variación en el desempeño de los toros bajo AMU, dependiendo de la combinación particular de los animales en cada periodo. Sin embargo como puede observarse en el Cuadro 2, el toro D tuvo el desempeño más efectivo en cada periodo (34% del total de actividades sexuales). En contraste, el toro B promedió solamente el 14 %. El comportamiento sexual mostrado por los toros en los periodos de ASI, varió considerablemente entre fases (Cuadro 2)

En la Figura 1 se representa el comportamiento de agresión exhibido por los toros bajo AMU. El 75% del total de agresiones registradas, están representadas por el topeteo de cabeza con cabeza y el topeteo sobre el costado del otro animal; otras acciones tales como evasión, persecución y amenazas, representan el 25% restante. El toro A fue el más agresivo y el B el más pasivo.

Para establecer el desempeño global de los toros en los dos sistemas de apareamiento, se determinó la cantidad actividades de monta y de cortejo presentada por 17 vacas que mostraron celo en el ASI y por 11 vacas en el AMU (Cuadro 3). El promedio de actividades de tipo sexual recibidas por las hembras que mostraron signos de estro, fue de 13,5 (ASI) y 8,4 (AMU) ($p > 0,05$). La duración media del periodo de celo, fue de 8,4 horas en el ASI, mientras que en el AMU fue de 7.4 horas ($p > 0.05$). La frecuencia de actividad sexual resultó ser de 2.0 y de 1.1 actividades por cada hora de

celo, cuando las vacas estaban bajo ASI y AMU respectivamente, ($p < 0.03$). Con respecto al total de hembras que fueron tratadas con progestágeno (SMB) en cada lote de apareamiento ($n = 12$), solamente respondieron cuatro (33 %) en el ASI y cinco (42 %) en el AMU.

Las muestras de progesterona (P_4) tomadas durante las ocho semanas previas al experimento, mostraron que diez vacas en el ASI y cinco en el AMU estaban preñadas al inicio del experimento y por lo tanto fueron excluidas de los cálculos de preñez. De las 105 hembras restantes, 18 habían reiniciado la actividad ovárica en el AMU y cinco en el ASI. La figura 2 muestra como se desarrolló la actividad ovárica durante la exposición de los toros. En el grupo ASI el promedio de vacas ciclando por semana fue de nueve mientras que en el AMU fue de catorce. Durante ese lapso, los toros que estuvieron en el AMU, fueron expuestos a un número significativamente mayor ($p < 0,04$) de vacas ciclando que durante el tiempo correspondiente en el ASI. Por otra parte, en el ASI 15 de 54 (28 %) vacas a riesgo resultaron gestantes, mientras que en el grupo de AMU 19 de 51 (37%) hembras posibles quedaron preñadas. Las diferencias entre ambos grupos no fueron significativas ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

En el presente estudio, los toros mostraron un patrón similar en cuanto al comportamiento reproductivo. Tanto en el ASI como en el AMU, los toros emplearon más tiempo en realizar conductas de cortejo que en conductas de monta ($p < 0.05$). No sorprende que la conducta de olfatear y lamer genitales (OLG) fuera la que tuviera la mayor frecuencia de realización, puesto que permite determinar vacas en celo y por consiguiente su receptividad (Chenoweth, 1983; Orihuela *et al* (1983).

El hecho de que los toros hayan registrado mayor cantidad de actividades en el ASI que en el AMU (265 vrs 76) sugieren que hay una menor posibilidad de acción individual bajo una situación de grupo, probablemente debido a la competencia que se presenta entre toros por acercarse a hembras receptivas. Sin embargo, las conductas de

agresión fueron mínimas; como puede observarse en la Figura 1, solamente se registraron 80 agresiones sobre un total de 920 acciones sexuales. Observaciones previas indican que hay diferencias en el comportamiento del toro hacia hembras receptivas bajo condiciones de pastoreo y otras situaciones (Fields, 1985). Esto es más evidente en una situación de grupo cuando los toros impiden a otros que muestren su máximo desempeño. En efecto, McCosker et al, (1989) encontraron en programas de apareamiento múltiple, que 50% de los toros produjeron cinco o menos terneros por año.

Los resultados están de acuerdo con datos anteriores (Blockey, 1979) y muestran que bajo las condiciones de ASI, se observan más intentos de monta que montas efectivas. En el presente informe, una proporción de 8,3:1 (intentos de monta por monta efectiva) se observó en el ASI, comparado con 3.5:1 en el grupo de AMU. Este resultado sugiere que los toros primero establecen jerarquía antes que localizar vacas en estro.

La información disponible sobre la habilidad reproductiva de toros cebuinos bajo sistemas extensivos, muestran que ellos son más lentos en reaccionar ante vacas en celo, en comparación con toros *Bos taurus* (Chenoweth y Osborne, 1975). También, los toros *Bos indicus* gastan menos tiempo montando hembras, esto a su vez afecta la fertilidad (Larsen et al. 1990). En el presente estudio, las actividades sexuales bajo condiciones de AMU promediaron 1.1 por hora mientras la vaca permanecía en celo, en tanto que en el ASI el promedio era 2.0 actividades ($p < 0.03$). La escasez de conducta de monta probablemente no es producto de una intensa competencia entre toros, sino debido a la necesidad de una cuidadosa inspección de las vacas, previo a la monta. En todo caso, la frecuencia de la conducta de monta está de acuerdo con estudios previos donde se utilizó observación continua (Orihuela et al, 1983; Landivar et al, 1985). La tasa de gestación en ambos sistemas de apareamiento promedió 32% confirmando investigación previa que los toros cebuinos son responsables de pocas gestaciones durante la época de apareamiento, comparándolos con toros *Bos taurus* (Larsen et al, 1990). En la literatura se encuentran datos conflictivos sobre las diferencias en fertilidad en sistemas de apareamiento simple y múltiple. Blockey (1975) y Mattner et al (1974) encontraron altas tasas de preñez en AMU mientras que Rupp et al (1977) y

Farin (1982) no encontraron diferencias. Esto podría ser debido a diferencias en interacciones de cortejo que impiden la capacidad de los toros para servir hembras.

Las diferencias halladas en los resultados de gestación deben interpretarse cuidadosamente, pues podrían relacionarse más con la habilidad reproductora de las hembras en lugar de los mismos toros. Como lo revelaron los niveles de progesterona a través del experimento, el hecho de que no todas las vacas con actividad ovárica, lograran quedar gestantes, probablemente ilustra el fracaso de las hembras para sostener un servicio o quizás la incapacidad del toro para servir estas hembras. Es necesaria mayor investigación para explicar por qué ellas fallan en quedar gestantes a pesar de mostrar concentraciones de progesterona indicativas de actividad luteal. En el presente estudio las hembras estaban amamantando, lo cual puede explicar el pequeño número de vacas gestantes durante el experimento. Bolaños et al (1996) han mostrado que vacas posparto pueden empezar a ciclar pero posteriormente pueden sufrir anestro. Bajo tales condiciones los toros tienen poca oportunidad de expresar su máximo potencial reproductivo. La futura investigación debe incluir seguimiento de los niveles de progesterona en las vacas para determinar si ellas continúan o no ciclando a lo largo del periodo de apareamiento. El limitado número de hembras ciclando creó un sesgo a favor del ASI. Los resultados indican la necesidad, por lo menos bajo las condiciones tropicales, de revisar la proporción macho: hembra y en que medida esta posiblemente pueda ser reducida, mientras no todas las vacas estén ciclando.

Cuadro 2.1. Desglose de las conductas de apareamiento realizadas por toros cebuinos, según tipo de empadre.

EMPADRE SIMPLE

Periodo	TORO	Tipo de conductas: (a) cortejo					(b) monta		subtotales
		ISH	OLG	TOP	APC	FLH	IMO	MON	
I	D	51	84	37	0	31	104	10	317
II	C	71	142	23	14	12	73	9	344
III	B	44	45	23	6	48	49	7	222
IV	A	53	64	22	2	24	12	3	180
Subtotales		219 ^a	335 ^a	105 ^a	22 ^a	115 ^a	238 ^a	29 ^a	1063

EMPADRE MULTIPLE

Periodo	TOROS	Tipo de conductas: (a) cortejo					(b) monta		Subtotales
		ISH	OLG	TOP	APC	FLH	IMO	MON	
I	A	22	35	7	1	9	11	3	88
	B	8	35	6	1	22	4	0	76
	C	23	64	7	1	10	6	1	112
Subtotal		53	134	20	3	41	21	4	276
II	A	13	28	16	1	7	5	8	78
	B	0	8	0	0	6	0	0	14
	D	2	27	1	1	20	3	0	54
Subtotal		15	63	17	2	33	8	8	146
III	A	5	11	0	0	2	6	1	25
	C	40	64	5	6	16	12	5	148
	D	29	59	11	8	19	26	7	159
Subtotal		74	134	16	14	37	44	13	332
IV	B	7	10	4	0	14	5	0	40
	C	3	16	2	0	6	0	0	27
	D	11	32	12	1	22	18	3	99
Subtotal		21	58	18	1	42	23	3	166
Gran total		163 ^a	389 ^a	71 ^b	20 ^a	153 ^a	96 ^a	28 ^a	920

Valores con distinta letra en una misma columna, difieren significativamente ($p \leq 0.05$)

ISH: interés específico sobre una hembra; OLG: olfatear y/o lamer área genital; TOP: topoteo de atracción sexual; APC: apoyo de cabeza sobre otro animal ; FLH: flehmen; IMO: intento de monta; MON: monta;

Cuadro 2.2. Distribución relativa del comportamiento sexual realizado por los toros durante los cuatro períodos de observación, durante el apareamiento múltiple.

Período	Toro (calificación %)				subtotal
	A	B	C	D	
I	32 (88)	27 (76)	41 (112)	X* (317)	276
II	53 (78)	10 (14)	X* (344)	37 (54)	146
III	7 (25)	X* (222)	45 (148)	48 (159)	332
IV	X* (180)	24 (40)	16 (27)	60 (99)	166
Subtotal	21 (191)	14 (130)	31 (287)	34 (312)	(920)

(n) Entre paréntesis se incluye la cantidad de conductas acumuladas por cada toro, en el período respectivo.

X* : bajo apareamiento simple; no incluido en los cálculos.

Cuadro 2.3. Cantidad de conductas sexuales recibidas por vacas que manifestaron conducta de celo, según tipo de empadre usado.

EMPADRE SIMPLE				
Periodo observado	animal #	# conductas sexuales recibidas (a)	Duración celo (h) (b)	Actividad por hora (a/b)
I	102/7	27	17	1.59
	332	25	11	2.27
	469/0 **	21	8	2.63
	46/9	29	4	7.25
II	389	9	2	4.50
	20/5	18	9	2.00
	336	9	10	0.90
	272	14	6	2.33
	112**	15	17	0.88
	389/0**	4	4	1.00
III	8/5	17	5	3.40
	276/0	13	18	0.72
	200/7	11	7	1.57
	2721	2	3	0.67
	311	2	2	1.00
IV	384/0**	6	11	0.55
	523	7	10	0.70
	Promedio(±)	13.5 ^a (8.5)	8.4 ^b (5.1)	2.0 ^c (1.7)

EMPADRE MÚLTIPLE				
Periodo observado	animal #	# conductas sexuales recibidas (a)	Duración celo (h) (b)	Actividad por hora (a/b)
I	40**	8	15	0.53
	1641	2	4	0.50
	2491**	3	9	0.33
II	1112**	4	7	0.57
	3/0	2	5	0.40
	1420	2	3	0.67
III	30	20	9	2.22
	382/9	25	8	3.13
	20/9	10	11	0.91
IV	266/7	4	5	0.80
	18/5**	12	6	2.00
	Promedio (±)	8.4 ^a (7.8)	7.5 ^b (3.5)	1.1 ^d (0.9)

Valores con diferente letra en una misma columna, para ambos empadres, difieren significativamente ($p \leq 0.05$); **Vaca tratada con Synchronate-B (SMB).

IDENTIFICACIÓN DEL TORO	A	B	C	D
Cantidad de agresiones emitidas (a)	36	4	15	25
Cantidad de agresiones recibidas (b)	19	24	13	24
Indice de Agresión [a/ a+b]	0,65	0,14	0,54	0,51

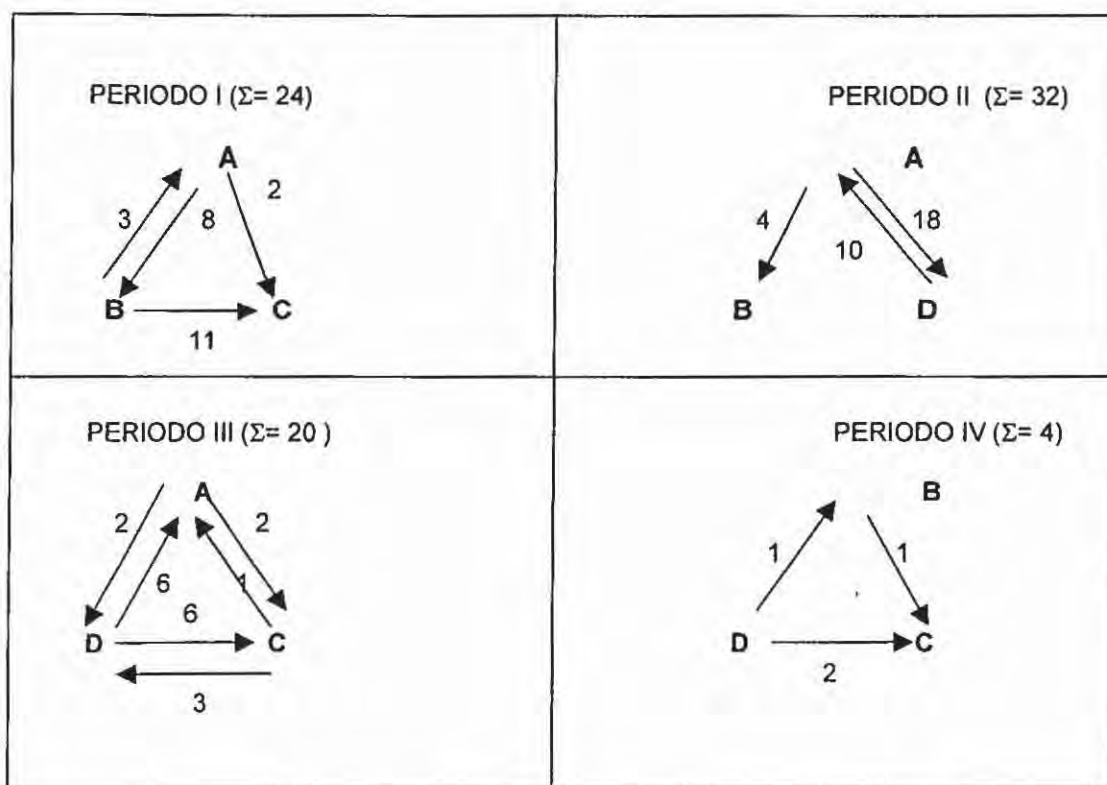


Figura 2.1. Comportamiento de agresión observado durante el programa de apareamiento múltiple

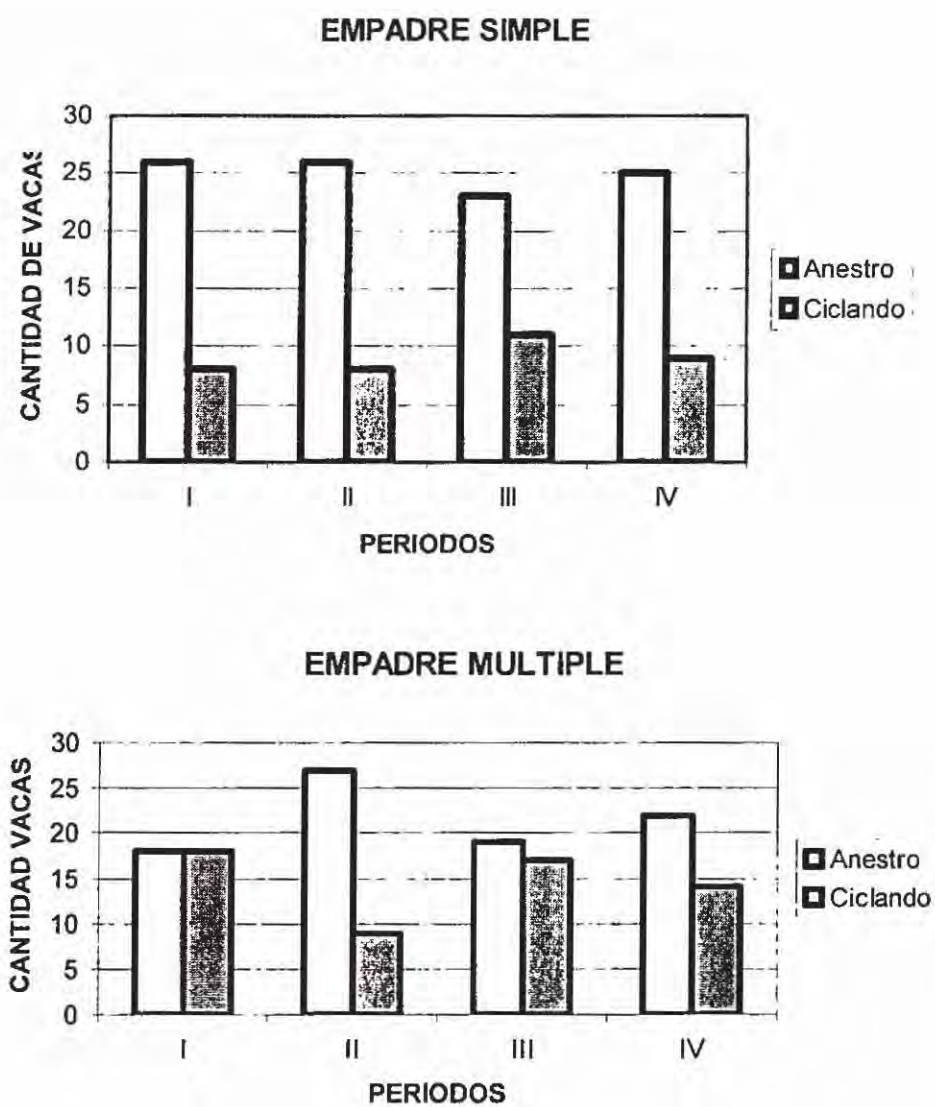


Figura 2.2. Comparación de la cantidad de vacas en anestro o ciclando, basada en las concentraciones de progesterona plasmática obtenida de 85 vacas durante los cuatro periodos experimentales, según el sistema de apareamiento empleado

REFERENCIAS

- BLOCKEY, M.A. DE B.; 1979. Observations on group mating of bulls at pasture. *Applied Anim. Ethol.* 5:15-34.
- BOLAÑOS, J.M., GALINA, C.S., ESTRADA, S., FORSBERG, M.; 1997. Resumption of post-partum ovarian activity monitored by plasma progesterone in anoestrus Zebu (*Bos indicus*) cattle following temporary weaning and progestagen treatment. *Rep. Dom. Anim.* 32: 267-272.
- CARRILLO, J.; 1988. Manejo de un rodeo de cría. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 194 p.
- CHENOWETH, P.J.; 1981. Libido and mating behaviour in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology* 16: 155-177.
- CHENOWETH, P.J.; 1983. Sexual behaviour of the bull: A review. *J. Dairy Sci.* 66: 173-179.
- CHENOWETH, P.J., OSBORNE, L.G.; 1975. Breed differences in the reproductive function of young beef bulls in Central Queensland. *Austr. Vet. J.* 51:405-406.
- FARIN, P.W., CHENOWETH P.J., MATEOS E.R., PEXTON J.E.; 1982. Beef bulls mated to estrus synchronized heifers: single vs. multi-sire breeding groups. *Theriogenology.* 17:365-372.
- FIELDS, M.J.; 1985. El temperamento del toro y la eficiencia de cría. In *Memorias Conferencia Internacional de Ganadería Tropical*. University of Florida, Gainesville FLA, p. 6-14.
- GALINA, C.S., ARTHUR, G.H.; 1991. Review of cattle Reproduction in the tropics. Part 6. The male. *Anim. Breed. Abs.* 59: 403-412.
- LARSEN, R.E., LITTELL, R., ROOKS, E., ADAMS, E.L., FALCON C., WARNICK A.C.; 1990. Bull influences in conception percentage and calving date in Angus, Hereford, Brahman and Senepol single sire herds. *Theriogenology*, 34:549-568.
- MATTNER, P.E., GEORGE J.M., BRADEN A.W.H.; 1974. Herd mating activity in cattle. *J. Reprod. Fert.* 36:454-460
- MC COSKER, T.H., TURNER, A.F., MC COOL, C.J., POST, T.B., BELL, K.; 1989. Brahman bull fertility in a North Australian rangeland herd. *Theriogenology* 32:285-300.
- MÜLLER, E.; 1994. La evaluación andrológica y su importancia en el hato. En: *curso de Enfermedades reproductivas y evaluación reproductiva en los bovinos*. Memoria Universidad Nacional, Escuela Medicina Veterinaria. San Carlos, Alajuela. pp 22-32.

- ORIHUELA, A., GALINA, C.S., ESCOBAR, F.J., RIQUELME, E.; 1983. Estrous behaviour following prostaglandin F₂α injection in zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology* 19:795-809.
- PULLAN, N.B.; 1978. Condition scoring of Fulani cattle. *Trop. Anim. Health* 10:118-120.
- RUPP, G.P., BALL, L., SHOOP, M.C., CHENOWETH, P.J.; 1977. Reproductive efficiency of bulls in natural service: Effects of male to female ratio and single vs multiple-sire breeding groups. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.* 17:639-642.
- RUSSELL, J.M., GALINA, C.S.; 1987. Research and publishing trends in cattle reproduction in the tropics: Part 2- A third world prerogative. *Anim. Breed. Abs.* 55, 819-828.

EXPERIMENTO 3

EFFECTO DE ALTERNAR TOROS SOBRE EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE VACAS CEBUINAS AMAMANTANDO, EN EL TROPICO HUMEDO DE COSTA RICA.

Molina R.¹, C. S. Galina², J. Camacho³, S. Estrada⁴, L. Martínez²

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía.

² Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia.

³ Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias.

⁴ Universidad Nacional, Escuela de Medicina Veterinaria.

RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de alternar toros en un programa de apareamiento simple y otro múltiple, sobre el desempeño reproductivo de vacas cebuinas amamantando bajo condiciones de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica. Noventa y cuatro vacas cebuinas multíparas, con un ternero al pie, fueron distribuidas en dos grupos experimentales (A y B) de 47 animales cada uno. Un apareamiento simple (ASI) se alternó semanalmente con un apareamiento múltiple (AMU) con tres toros. Cada periodo duró ocho semanas. Para facilitar la expresión del estro, se sincronizaron cuatro vacas (estro hormonal) en semanas alternadas. Las conductas de cortejo predominaron sobre las de monta; bajo el estro no-hormonal por cada conducta de monta realizada se registraron 6.0 y 6.3 actividades de cortejo en ASI y AMU respectivamente. Bajo la influencia de estro hormonal los correspondientes valores fueron 3.9 y 4.2 en el ASI y AMU, respectivamente ($P>0.05$). Se tomaron muestras de sangre dos veces por semana para la evaluación de progesterona. Todas las vacas del grupo A, estaban en anestro al inicio del estudio. En la semana dos, cinco de las 47 vacas se encontraban ciclando y en la tercera semana seis quedaron gestantes. En contraste, en el grupo B, nueve de las 47 estaban ciclando antes de interactuar con los toros y en la semana tres, sólo dos hembras se encontraban gestantes y sólo tres estaban ciclando. La relación entre el número de vacas ciclando y las hembras a riesgo que resultaron gestantes no fue significativo con respecto al sistema de apareamiento y/o el tipo de estro.

Palabras clave: Toros cebuinos; apareamiento simple y múltiple; desempeño reproductivo;

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales el apareamiento natural empleando uno o varios toros se mantiene como el método más empleado, por lo que la selección de los toros representa uno de procedimientos más importantes de cualquier empresa ganadera. No obstante, los estudios sobre el comportamiento reproductivo de los toros cebuinos (*Bos indicus*) bajo condiciones de pastoreo son escasos (Galina y Arthur, 1991). Además el largo intervalo entre la ocurrencia del parto y el reinicio de la ciclicidad ovárica, representa uno de los mayores obstáculos para mejorar la eficiencia productiva del ganado bovino en los trópicos. Se han utilizado diferentes estrategias para tratar de acortar dicho intervalo tales como el destete temporal (Ramírez *et al*, 1996), control del ciclo estral (Porras y Galina, 1991, 1992) y el empleo de apareamiento controlado durante las épocas más propicias del año (Molina *et al*, 1997; Galina y Arthur, 1989).

Estudios que contemplan tanto la actuación del macho como la actividad ovárica en el hato, aún son escasos. Por ejemplo datos previos (Alberio *et al*, 1987; Burns y Spitzer, 1992) han mostrado que toros o incluso vacas (Wright *et al*, 1994) tienen la capacidad de inducir un efecto bioestimuladorio en compañeras anéstricas. Sin embargo esos estudios, fueron diseñados para medir el efecto bioestimuladorio sobre la respuesta al estro, más que en analizar la actividad ovárica en el rebaño completo. Este último aspecto fue examinado por Bolaños *et al* (1998) usando un régimen de sincronización seguido por exposición al toro, lo que requiere una mejor respuesta en la actividad ovárica, cuando los dos tratamientos se aplican en conjunto usando únicamente un sistema de apareamiento simple. Dicho estudio fue orientado hacia la presencia del macho y a la sincronización del estro, con poca atención a la evolución de las hembras para iniciar y sostener la actividad ovárica después de estar expuestas a diferentes toros y a la posible preñez luego del tratamiento. Evidencia reciente (Solano *et al*, 2001) ha revelado que las vacas son capaces de mostrar comportamiento de estro con ovulación subsiguiente. Los objetivos de este estudio fueron: (a) evaluar el efecto de alternar un sistema de apareamiento simple y uno múltiple en vacas anéstricas en amamantamiento; (b) medir el efecto de la sincronización como una posible herramienta

de manejo para incrementar la eficiencia reproductiva; (c) establecer el seguimiento de la actividad ovárica y la preñez en vacas posparto a continuación de la exposición al toro.

MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo se realizó en la Unidad de Producción Bovina de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica, la cual está ubicada en San Carlos, Alajuela (latitud 10° 25' N- longitud 84° 32' O). El sitio tiene una elevación de 75 msnm y presenta un clima tropical lluvioso, con una precipitación media de 3096 mm anuales, una temperatura media de 24° C y una humedad relativa de 85,3 % .

Noventa y cuatro vacas cebuinas, multíparas, con ternero al pie, se distribuyeron en dos grupos experimentales de 47 animales cada uno. El primer ensayo (Grupo A) empezó el 9 de Junio y terminó el 4 de Agosto. El segundo (Grupo B) en esta última fecha y concluyó el 29 de Setiembre. El peso corporal de las vacas era de 452 (± 11) kg. en el grupo A y de 404 (± 73) kg. en el grupo B. La condición corporal, medida en una escala de 1 a 5 puntos (Pullan, 1978), osciló entre 3,5 y 2,5 puntos a través del estudio. Al iniciar el período de apareamiento, las vacas del grupo A tenían 53 (± 9) días posparto y todas estaban en anestro, según la determinación de los niveles de progesterona plasmática (P_4) obtenidos dos veces por semana. Las vacas del grupo B tenían 66 (± 15) días posparto y el 81 % de ellas no estaban ciclando. Además se emplearon cuatro toros Brahman adultos, con edades comprendidas entre los 4 y 6 años y un peso corporal medio de 708 (± 32) kg. Previamente los sementales fueron sometidos a evaluaciones andrológicas y de libido para verificar que su capacidad reproductiva fuera satisfactoria.

Se estableció una temporada de monta de 16 semanas de duración, subdividida en dos fases de ocho semanas cada una. Primero se empleó un empadre simple (ASI) con un toro, y un empadre múltiple (AMU) con tres toros. La secuencia de aplicación de los tipos de empadre mencionados, se realizó en forma alterna de acuerdo con el siguiente diseño:

Grupo A				Grupo B			
Sem	Empadre	Toro(s)	Celo	Sem	Empadre	Toro(s)	Celo
1	Simple	A	No hormonal	9	Simple	D	No hormonal
2	Múltiple	A,B,C	No hormonal	10	Múltiple	D,B,C	No hormonal
3	Simple	D	Hormonal*	11	Simple	A	Hormonal*
4	Múltiple	D,B,C	Hormonal*	12	Múltiple	A,B,C	Hormonal*
5	Simple	C	No hormonal	13	Simple	B	No hormonal
6	Múltiple	C,D,A	No hormonal	14	Múltiple	B,D,A	No hormonal
7	Simple	B	Hormonal*	15	Simple	C	Hormonal*
8	Múltiple	B,D,A	Hormonal*	16	Múltiple	C,D,A	Hormonal*

* Cuatro animales sincronizados para facilitar un posible efecto bioestimuladorio.

Los animales sincronizados recibieron un implante auricular que contenía 6 mg de *Norgestomet*, junto con una inyección intramuscular de 3 mg de *Norgestomet* y 5 mg de *valerato de estradiol* (Synchromate-B; Meriel, México). El implante se retiró nueve días después, coincidiendo con el inicio del respectivo periodo de apareamiento.

El comportamiento sexual mostrado por los animales durante la temporada de monta, tales como olfatear y lamer el área genital, topeteo de atracción, apoyar la cabeza sobre un animal, el reflejo de Flehmen (conductas de cortejo), fue observado y anotado. Las montas y los intentos de monta fueron clasificados como conducta de monta de acuerdo con el procedimiento descrito por Orihuela *et al* (1983). Las observaciones se realizaron dos veces al día (6:00-8:00; 16:00-18:00), hasta acumular un total de 320 horas.

La cantidad y tipo de conductas exhibidas por los toros, fue comparada tomando en consideración la modalidad de empadre empleado (simple vs múltiple) y la posible influencia del tipo de celo observado (no hormonal vs hormonal).

Dos veces por semana se colectaron muestras de sangre, mediante punción de la vena coccígea, para determinar los cambios en los niveles de progesterona plasmática (P_4) y definir el estado reproductivo de cada una de las vacas durante el estudio. Un nivel de P_4 plasmática superior a 2,9 Nmol/l., se tomó como indicador de la presencia de actividad ovárica (Bolaños y Molina, 1992). Se estableció que en el caso de registrar dos elevaciones consecutivas de P_4 , sobre el nivel basal, indicarían la existencia de un ciclo ovárico. Cinco elevaciones consecutivas de P_4 señalan la existencia de una gestación.

La evolución del estado reproductivo de cada uno de los grupos durante la monta, se estableció a partir de los niveles individuales de P_4 . Treinta y cinco días después de haber finalizado el período de apareamiento, se realizó un tacto rectal, para establecer el grado de efectividad logrado por los toros para que las hembras a riesgo quedaran gestantes.

Se empleó estadística descriptiva (medias, desviación típica) en el análisis de los datos de comportamiento reproductivo de los toros y en el desempeño reproductivo de las vacas. Se empleó un análisis de varianza para estimar los efectos del tipo de empadre (E), la influencia del tipo de celo (C) y su interacción (E*C). Para ello se utilizó el procedimiento de análisis por cuadrados mínimos, aplicando el siguiente modelo lineal general (G L M) ¹:

$$\hat{Y} = \mu + E + C + E * C + r \quad \text{donde:}$$

\hat{Y} = variable considerada;

μ = media general;

E = tipo de empadre;

C = influencia del tipo de celo;

$E * C$ = efecto del sistema de apareamiento sobre el tipo de celo

r = efecto residual (error)

Las definiciones de las variables utilizadas en el estudio son:

- (a) Promedio de conductas de cortejo realizadas por los toros, por vaca sexualmente activa (CC/Va); es el resultado de dividir el total de conductas de cortejo efectuadas por los toros entre el número de vacas sexualmente activas que interactuaron con ellos.
- (b) Promedio de conductas de monta realizadas por los toros, por vaca sexualmente activa (CS/Va); resulta de dividir el total de conductas de monta realizadas por los toros entre el número de vacas sexualmente activas que interactuaron con ellos.
- (c) Relación de la cantidad de gestaciones logradas, en función del número de vacas ciclando (G/Vc); resulta de dividir el total de vacas en gestación entre el número de vacas que se encontraban ciclando durante el experimento.

RESULTADOS

Comportamiento sexual del hato

En el cuadro 1 se presenta el comportamiento de monta y de cortejo que realizaron los toros durante los periodos de apareamiento simple (ASI) y múltiple (AMU), con vacas expuestas a la influencia de celo no hormonal y hormonal. En ambos métodos de apareamiento las conductas de cortejo predominaron sobre las de monta. Bajo celo no hormonal por cada monta realizada, un total de 6.0 y 6.3 actividades de cortejo fueron registradas en ASI y en AMU respectivamente.

El cuadro 2 muestra la cantidad media de conductas de cortejo realizadas por los toros en función del número de vacas sexualmente activas (relación CC/Va). Las cifras fueron de 4,6 ($\pm 1,2$) en el apareamiento simple (ASI) y de 4,9 ($\pm 1,0$) en el apareamiento múltiple (AMU). La conducta de monta por vaca sexualmente activa (relación CM/Va), resultó ser igual a 1,0 ($\pm 0,8$) en el ASI y de 1,0 ($\pm 0,6$) en el AMU. En ambos casos no se establecieron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Cuando los toros fueron confrontados con vacas durante un estro no hormonal (Cuadro 2) la cantidad media de conductas de cortejo por vaca sexualmente activa (CC/Va) fue de 4,2 ($\pm 1,2$), mientras que bajo la influencia de celo hormonal, fue de 5,3 ($\pm 0,6$) ($p < 0,02$). En contraste la cantidad media de conductas de monta por vaca sexualmente activa (CM/Va) fue de 0,7 ($\pm 0,5$) en celo no hormonal y de 1,4 ($\pm 0,7$) en celo hormonal. No se determinó diferencia significativa entre ambas ($p > 0,05$).

La figura 1 muestra que tanto en el ASI como en el AMU las conductas de cortejo más frecuentes fueron el olfatear y lamer genitales (OLG), junto con el flehmen (FLH). En el caso de la conducta de monta la actividad más frecuente fue el intento de monta (IMO).

Durante el AMU la manifestación de conductas antagónicas fue baja, representando apenas el 3 % (45/1476) del total de conductas registradas. Los topeteos agresivos (71%), las amenazas (16%) y la persecución (13 %) fueron las acciones observadas con más frecuencia.

Desempeño reproductivo del hato

Los cambios registrados en los niveles de progesterona plasmática (P_4) a través del estudio se representan en la Figura 2. Al inicio de cada periodo de apareamiento el número de vacas a riesgo y en anestro fueron casi lo mismo en ambos grupos. Sin embargo, en las semanas subsiguientes, se observaron diferencias en la evolución de esas dos categorías junto con el número de vacas ciclando y gestantes. Por ejemplo, mientras en el grupo A el número de vacas en anestro descendió a menos de 20 % en la 4ª semana, en el grupo B el porcentaje siempre estuvo cerca de 50 %. Sin embargo esta diferencia no se refleja en fertilidad. La tasa de media de preñez alcanzada en ambos grupos fue de 56,4 % (se preñaron 53 vacas de 94 posibles). Es importante mencionar que el mejor rendimiento se logró en el grupo A, donde el índice de gestación registrado fue de 72 % (34 de 47 animales a riesgo) mientras que en el grupo B esta cifra disminuyó a 40 % (se gestaron 19 vacas de 47 posibles). La preñez acumulada por semana (Figura 3) muestra que al completarse las primeras cuatro semanas de monta, en el grupo A habían 27 vacas en gestación (79 % del total de hembras preñadas) y en las últimas cuatro semanas se gestaron 7 vacas más (21% del total). Esto contrasta con los resultados del grupo B, donde solamente se registraron 10 vacas en gestación (53% del total) en las cuatro semanas iniciales y 9 vacas más (47% del total) en las últimas cuatro.

El cuadro 3 muestra que los promedios semanales en el número de vacas con niveles de progesterona indicativos de actividad cíclica, fue de 4,9 ($\pm 2,6$) en ASI y de 7,1 ($\pm 4,4$) en el AMU ($p > 0,05$). La misma relación se observó con respecto al tipo de celo, la cual resultó ser 5,6 ($\pm 2,9$) bajo la influencia de celo no hormonal y de 6,4 ($\pm 4,4$) en celo hormonal ($p > 0,05$). Además, no se encontraron diferencias en el número de vacas gestantes, independientemente del tipo de apareamiento (simple vrs múltiple) y del tipo de celo. Finalmente, la relación entre el número de vacas ciclando y las hembras a riesgo que lograron quedar preñadas, no evidenció diferencias significativas en relación al sistema de apareamiento ni al tipo de celo, con aproximadamente un 50 % de vacas preñadas, del total de hembras ciclando.

Los patrones de progesterona mostraron que el grupo A tuvo el 9% (4/47); de vacas que permanecieron en anestro durante el período (Figura 4), mientras en el grupo B el porcentaje se elevó a 32 % (19/47), afectando el desempeño reproductivo de este último grupo (Figura 5).

Diferentes patrones de actividad ovárica se obtuvieron entre los grupos, previamente y durante el periodo de apareamiento. En el grupo A, aún cuando el 100% de las vacas estaban en anestro al inicio del estudio, en la segunda semana, cinco de 47 vacas estaban ciclando y durante la tercera semana, seis estaban preñadas. En contraste, 9 de 47 animales en el grupo B estaban ciclando antes de interactuar con los toros y para la tercera semana, únicamente dos hembras quedaron preñadas y solamente tres estaban ciclando. En el grupo A, cinco animales ciclaron en alguna etapa durante el estudio, pero fallaron en continuar ciclando o reiniciar la ciclicidad después de un periodo anormalmente largo de transición entre ciclos (ejemplo, vaca 1114, 246, 3290, 482 y 817). En el grupo B, se presentaron ocho animales con dichas irregularidades (1188, 130, 258-0, 345, 404, 409, 621). Mientras en el grupo A únicamente 4/47 vacas no habían ciclado al final del estudio, en contraste la cifra en el grupo B fue mucho más elevada (13/47), ($p > 0.05$).

DISCUSION

El comportamiento de los toros mostró un patrón similar bajo los diferentes sistemas de apareamiento y los tipos de celo evaluados; ellos consistentemente realizaron más cantidad de conductas de cortejo (80-86 %) que de monta. Esto coincide con estudios previos (Molina *et al*; 2001) donde se estableció que toros cebuinos mostraron 75-87% más cantidad de conductas de cortejo que de monta. Se ha observado que los toros gastan una considerable cantidad de tiempo en la identificación de vacas en celo; en efecto en investigaciones en machos *B. Indicus* se ha comprobado una baja frecuencia de comportamiento de monta (Chenoweth y Osborne, 1975; Landivar *et al*, 1985; Price, 1987). Un aspecto crítico en la evaluación del comportamiento reproductivo de toros cebuinos es que su desempeño ha sido establecido en concordancia con el grado de receptividad de la hembra. Es posible que en un momento dado los toros muestren una limitada actividad de monta debido a que las hembras del hato no están ciclando y como consecuencia permanezcan en el campo gastando energía en la identificación de vacas que no van a entrar en celo en el corto plazo.

Se ha determinado que los toros cebuinos gastan menos tiempo en servir a las vacas, comparándolos con razas europeas (Larsen *et al*, 1990; Chenoweth *et al*, 1995). Sin embargo esto no tiene gran efecto sobre el desempeño reproductivo del hato (Galina y Arthur, 1991). No obstante, puede esperarse variabilidad en este aspecto; Williams (1988) trabajando con apareamiento sincronizado en ganado Brahman estableció que el número total de vacas servidas osciló entre 41 y 100%. La fertilidad, calculada como el porcentaje de hembras que concibieron, fue de 32,6 %. Además, Costa *et al* (1993) concluyeron que la fertilidad obtenida en ganado Nelore en Brasil no fue afectada por la relación toro : vacas pero si fue influenciado por la variación individual entre toros.

Bajo las condiciones de apareamiento empleadas en este estudio no se establecen diferencias en la cantidad de vacas gestantes, por efecto del sistema de apareamiento empleado (simple vs múltiple), ni por el tipo de celo (no hormonal vs hormonal). Este hecho viene a corroborar investigaciones previas (Molina *et al*, 2001) en donde se

determinó que no es necesaria la presencia de varios toros en un lote de apareamiento para obtener un índice de preñez similar al que se obtendría con un solo toro. Esta conclusión es válida al menos cuando la relación de toros a vacas en un apareamiento múltiple es de alrededor de 1:15. En efecto Godfrey y Lunstra (1989) trabajando con toros híbridos europeos, encontraron que los machos con alta y baja capacidad de servicio realizaron niveles similares de actividad de apareamiento cuando estaban en un sistema de apareamiento simple. Bajo un sistema de apareamiento con dos toros de alta capacidad de servicio, se podrían servir a más hembras. Más aún, Farin et al (1982) encontraron que el número de montas por toro no fueron diferentes en apareamiento simple vrs múltiple, en un programa de sincronización de celo. Además, de acuerdo con el presente estudio las actividades de agresión entre toros fueron mínimas aún cuando la disponibilidad de vacas en celo fue alta. Obviamente se necesita mayor investigación sobre la aplicabilidad de estos métodos de apareamiento tales como experimentos donde la relación toro : vacas sea realmente alta, para forzar a los toros a mostrar su verdadero potencial reproductivo (Williams, 1988).

Mikeska y Williams (1988); Neville *et al* (1988); Williams (1988), lograron una mejor respuesta en la estimulación de la ciclicidad y fertilidad seguida de sincronización y presencia del toro. Nuestros resultados no confirman esos hallazgos. Además, Gifford et al. (1989), fallaron en reducir el intervalo entre parto y la iniciación de la actividad ovárica después de la exposición a toro en el territorio norteño de Australia. Se ha establecido que una pobre condición corporal contrarresta cualquier efecto favorable de las intervenciones posparto (Bolaños et al , 1996). Debido a la dificultad de realizar un seguimiento del puntaje de condición corporal a corto plazo (Holness *et al*, 1980), puede esperarse variaciones entre estudios. En efecto el desempeño de las vacas durante los dos ensayos realizados en este trabajo, fueron muy diferentes (figuras 4 y 5). Si nuestro estudio se hubiera limitado a un solo ensayo, las conclusiones podrían haber sido diferentes.

La tasa global de gestación (56 %) obtenida es similar a numerosas informaciones provenientes de áreas tropicales, donde se sugiere que solamente el 50% del total del hato parirá en el año (Voh y Otchere, 1989; Godfrey y Lunstra, 1989). Sin embargo es inquietante que al efectuar un cuidadoso seguimiento de los niveles de

progesterona, solamente el 50% de las vacas ciclando resultaron preñadas. Este hallazgo concuerda con investigaciones previas realizadas por este grupo (Galicia et al., 1999) donde se pudo determinar que de diez vacas con posibilidad de quedar gestantes (ciclando), tal y como fue indicado por las concentraciones de progesterona, el toro solo logró preñar cinco vacas o menos. La discrepancia existente entre el porcentaje de vacas con posibilidad de quedar gestantes, pero que al final del periodo de monta permanecen vacías, requiere más investigación. La posibilidad de mortalidad embrionaria ha sido mencionada por otros autores (Holroyd *et al*, 1979). Sin embargo, de un 14 % de vacas que inician ciclicidad y muestran patrones erráticos de progesterona, junto con un estimado de mortalidad embrionaria de 20 %, puede explicar por qué la mayoría de las vacas fallan en sostener una preñez después de estar expuestas al toro. Obviamente se requieren mas estudios para determinar los papeles relativos de los machos y de las hembras en este fracaso reproductivo.

Cuadro 3.1. Conducta de apareamiento realizada por toros cebuinos según el tipo de apareamiento empleado y modalidad de celo.

Empadre Simple

Semana	Toro	Celo	Vacas activas	Conductas Cortejo	Relación CC/Va*	Conductas Monta	Relación CM/Va**
1	A	No Hormonal	16	49	3.1	8	0.5
5	C	No Hormonal	11	32	2.9	9	0.8
9	D	No Hormonal	18	88	4.9	21	1.2
13	B	No Hormonal	16	60	3.8	0	0
--	--	Subtotal	61	229	--	38	--
3	D	Hormonal	23	135	5.9	38	1.7
7	B	Hormonal	16	86	5.4	34	2.1
11	A	Hormonal	20	102	5.1	6	0.3
15	C	Hormonal	16	94	5.9	29	1.8
--	--	Subtotal	75	417	--	107	--

Empadre Múltiple

Semana	Toros	Celo	Vacas activas	Conductas Cortejo	Relación CC/Va*	Conductas Monta	Relación CM/Va**
2	ABC	No Hormonal	38	218	5.7	14	0.4
6	ACD	No Hormonal	22	66	3.0	7	0.3
10	BCD	No Hormonal	31	179	5.8	34	1.1
14	ABD	No Hormonal	25	107	4.3	36	1.4
--	---		116	570	--	91	--
4	BCD	Hormonal	23	128	5.6	41	1.8
8	ABD	Hormonal	33	147	4.5	6	0.2
12	ABC	Hormonal	33	144	4.4	43	1.3
16	ACD	Hormonal	34	203	6.0	58	1.7
--	---	Subtotal	123	622	--	148	--

* CC/Va establece la cantidad media de conductas de cortejo por vaca sexualmente activa.

** CM/Va establece la cantidad media de conductas de monta por vaca sexualmente activa.

Cuadro 3.2. Relación entre la cantidad de conductas de cortejo y de monta realizadas por los toros y el número de vacas sexualmente activas, de acuerdo con el tipo de empadre e influencia del celo.

<i>Efecto</i>	Vacas activas	Conductas Cortejo	Relación CC / Va *	Conductas Monta	Relación CM / Va **
▪ Empadre:					
- Simple	17,0±3,5	80,8±32,7	4,6±1,2 ^a	18,1±14,3	1,0±0,8 ^a
- Múltiple	29,9±5,8	149,0±5,8	4,9±1,0 ^a	29,9±18,8	1,0±0,6 ^a
▪ Celo:					
- No hormonal	22,1±8,9	99,9±65,8	4,2±1,2 ^a	16,1±13,1	0,7±0,5 ^a
- Hormonal	24,7±7,6	129,9±37,5	5,3±0,6 ^b	31,9±18,0	1,4±0,7 ^a

* **CC / Va:** indica la cantidad media de conductas de cortejo por vaca sexualmente activa.

** **CM / Va:** indica la cantidad media de conductas de monta por vaca sexualmente activa.

°/ valores con letra diferente en una misma columna muestran diferencias significativas ($p < 0,05$)

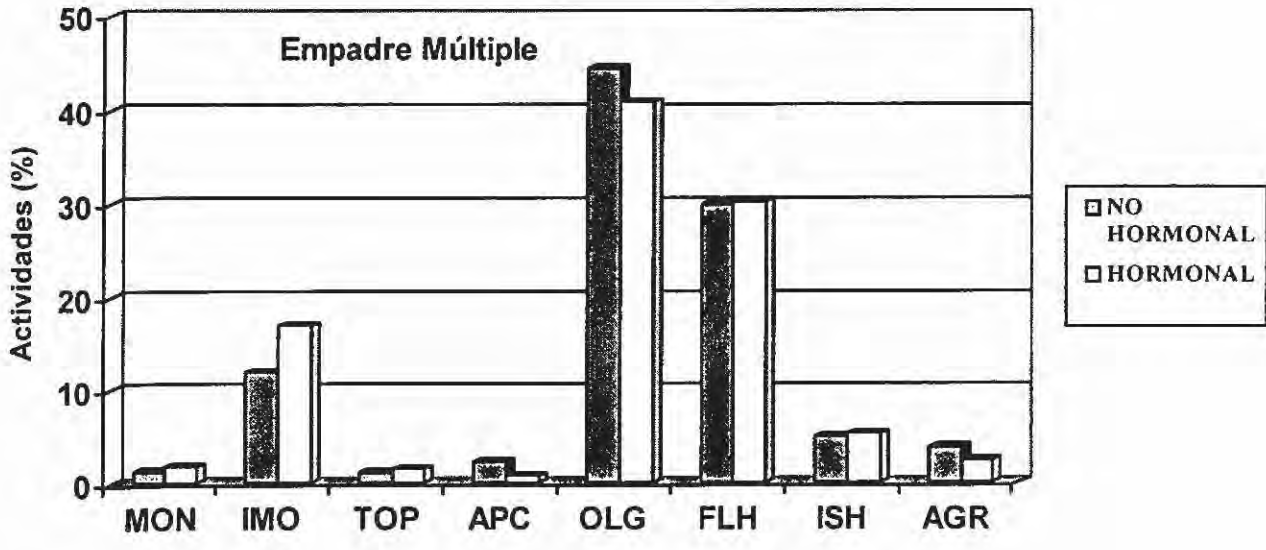
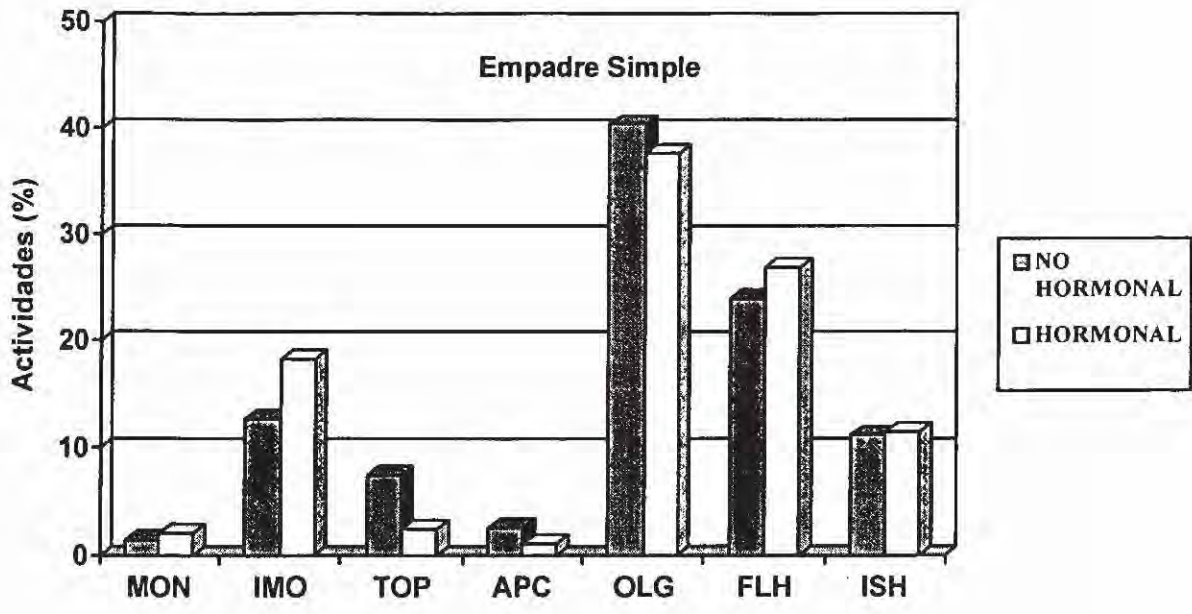


Figura 3.1. Desglose del tipo de conductas de apareamiento¹ realizadas por toros cebuinos bajo la influencia de celo hormonal y no hormonal.

¹ MON= monta; IMO= intento de monta; TOP=tope de atracción; APC=apoyo de cabeza;OLG=olfatear y lamer genitales;FLH=flehmen; ISH=interés específico; AGR= agresiones;

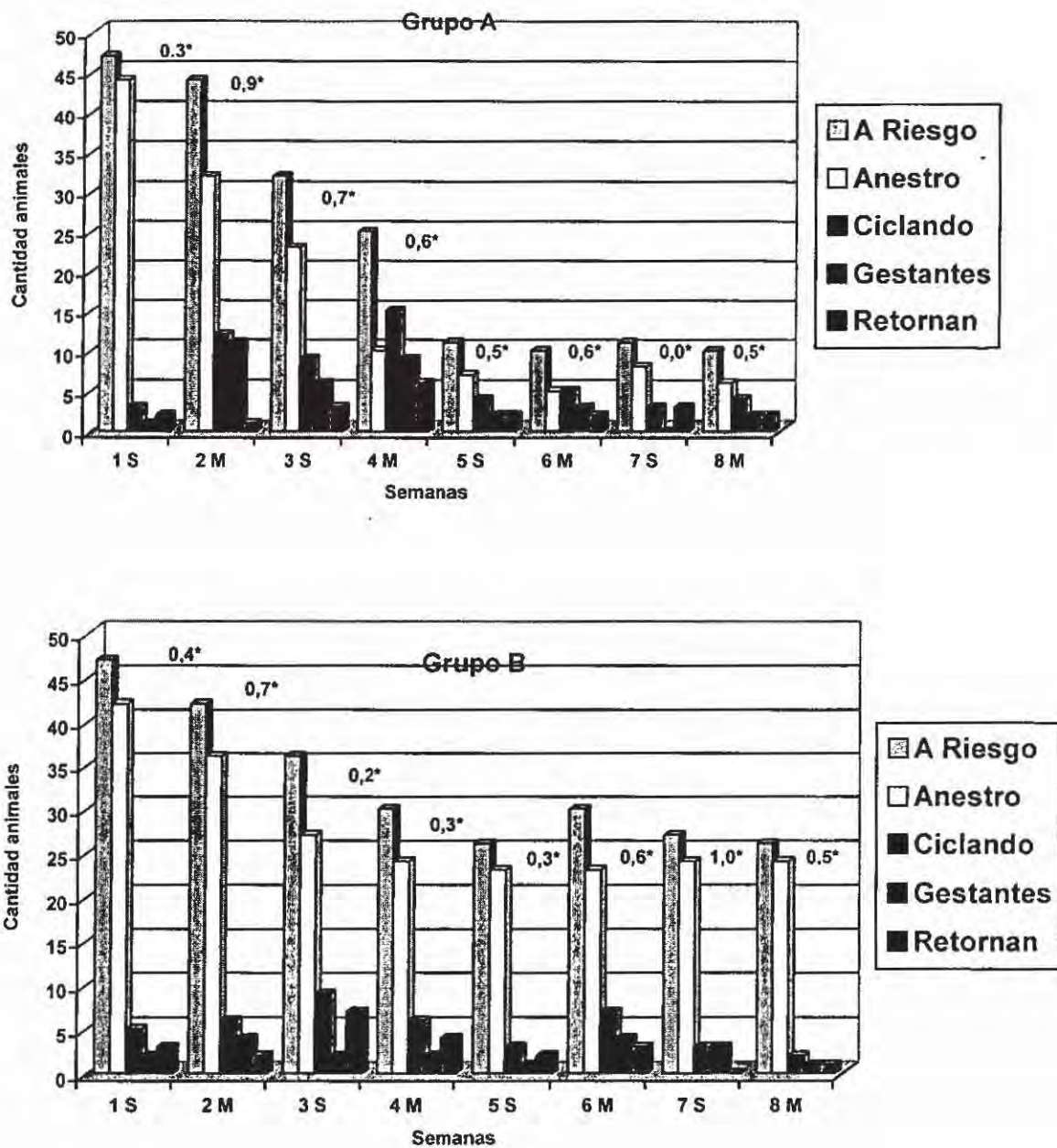


Figura 3.2. Categorías reproductivas de las vacas de acuerdo al sistema de apareamiento simple (S) y múltiple (M).

(* este valor indica la razón de la cantidad de gestaciones logradas por vaca ciclando.)

Cuadro 3.3. Promedio semanal de vacas ciclando y en gestación obtenido durante el periodo experimental, según tipo de apareamiento e influencia del celo.

Efecto	# vacas ciclando (V_{CI})	# vacas gestantes (V_{GE})	Razón (V_{GE}/V_{CI})*
▪ Empadre:			
- Simple	4,9±2,6 ^a	2,1±1,8 ^a	0,43±0,3 ^a
- Múltiple	7,1±4,4 ^a	4,5±3,6 ^a	0,59±0,2 ^a
▪ Celo :			
- No hormonal	5,6±2,9 ^a	3,5±3,2 ^a	0,54±0,2 ^a
- Hormonal	6,4±4,4 ^a	3,1±2,9 ^a	0,48±0,3 ^a

* indica la cantidad de gestaciones logradas en relación al número de vacas ciclando.

°/ valores con distinta letra en una misma columna muestran diferencias significativas (p< 0,05)

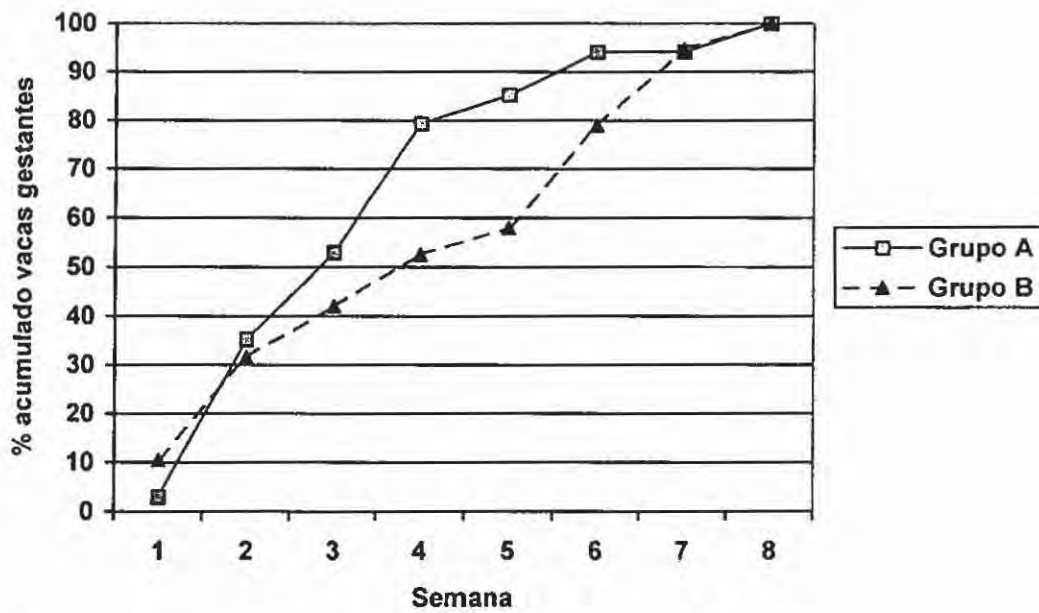
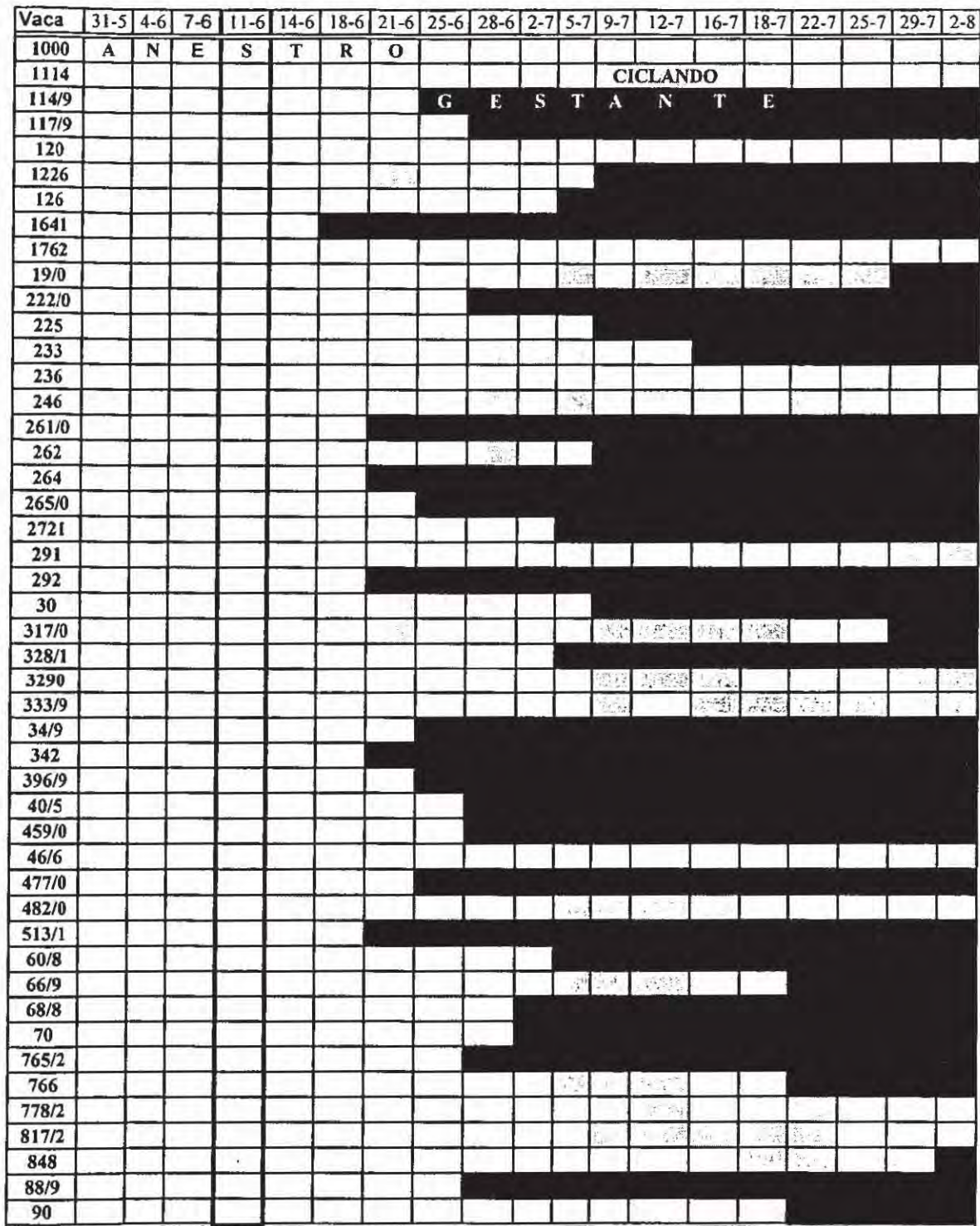


Figura 3.3. Comparación de la cantidad acumulada de vacas gestantes según el grupo de apareamiento

Figura 4: Patrón de progesterona plasmática en vacas cebuinas expuestas a un programa de monta natural -lote A-



→ EMPADRE

Figura 4: Patrón de progesterona plasmática en vacas cebuinas expuestas a un programa de monta natural - lote B-

Vaca	26-7	30-7	1-8	6-8	9-8	13-8	16-8	20-8	23-8	27-8	30-8	3-9	6-9	10-9	13-9	17-9	20-9	24-9	30-9	
10/6	A	N	E	S	T	R	O													
102/7																				
1106																				
1140																				
118/5																				
1188																				
122																				
1232/7																				
1294																				
130/7																				
132																				
133																				
134/9																				
1420/6																				
16																				
164																				
2/5																				
212																				
234																				
247/5																				
258																				
258/0																				
276																				
299																				
303																				
320/9																				
326/0																				
332																				
339/9																				
345																				
368/0																				
378/9																				
38/5																				
382/9																				
386/9																				
404/9																				
409/9																				
466/1																				
469/0																				
5/0																				
54/9																				
554/1																				
58/9																				
621/1																				
63																				
641/5																				
719/2																				

⇒ EMPADRE

REFERENCIAS

- ALBERIO, R. H.; SCHIERSMANN, G; CAROU, N; MESTRE, J.. (1987) Effect of a teaser bull on ovarian and behavioural activity of suckling beef cows. *Animal Reproduction Science* 14: 263-272
- BOLAÑOS J. M.; J. R. MOLINA (1992). Efecto del amamantamiento restringido sobre la actividad ovárica en vacas Cebú. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 14: 29-34.
- BOLAÑOS J. M.; M. FORSBERG; H. KINDAHL ; H. RODRÍGUEZ; (1996) Influence of body condition and restricted suckling on postpartum reproductive performance of zebu cows in the humid tropics. *Reprod. Dom. Anim.* 31: 363-367
- BOLAÑOS J. M.; M. FORSBERG; H. KINDAHL; H. RODRÍGUEZ (1998) Biostimulatory effects of estrous cows and bulls on resumption of ovarian activity in postpartum anoestrus. *Theriogenology* 49: 629-636.
- BURNS P. D.; J. C. SPITZER (1992) Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science* 70: 358-362
- CHENOWETH P. J. (1994) Aspects of reproduction in female *B. indicus* cattle: a review. *Australian Vet. Journal* 71 : 422 - 426
- CHENOWETH P. J.; H. G. OSBORNE (1975) Breed differences in the reproductive function of young beef bulls in Central. Queensland. *Aust. Vet. Journal* 51: 405 – 406.
- SILVA E. V. C.; V. O. FONSECA; A. HERMANNY; C.M. LANA RIOS; R. BARBEITOS Jr. (1993) Avaliação andrológica de touros Nelore e aptidão reprodutiva: taxa de gestação. *Rev Bras. Reprod. Anim.*, 17 :97-109.
- FARIN, P. W.; P.J. CHENOWETH; E.R. MATEOS; J. E. PEXTON; (1982) Beef bulls mated to estrus synchronized heifers: single vs. multi-sire breeding groups. *Theriogenology*. 17:365-372.
- GALICIA L.; S. ESTRADA; C. S. GALINA; E. PEREZ; R. MOLINA (1999) Velocidad de gestación en el ganado *B. Indicus* en el trópico húmedo de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 22 : 59-69.

- GALINA C. S.(1997) Esquemas prácticos de manejo reproductivo en ganaderías de carne. En: Memorias VII Curso Internacional de Reproducción Bovina. Academia de Investigación en Biología de la Reproducción. México D. F., México. pp. 43-55.
- GALINA C. S.; G. H. ARTHUR (1989 b). Review of cattle reproduction in the tropics. Part 2. Parturition and calving intervals. *Animal Breeding Abstracts*. 57 : 679 – 686.
- GALINA C. S.; G. H. ARTHUR (1991). Review of cattle reproduction in the tropics. Part 6. The male. *Animal Breeding Abstracts* 59: 403-412.
- GIFFORD, D. R.; M. J D'OCCHIO; P. H SHARPE; T. WEATHERLY; R.Y. PITTAR; D. V. REEVE; (1989) Return to cyclic ovarian activity following parturition in mature cows and first-calf beef heifers exposed to bulls. *Animal Reproduction Science* 19, 209-216.
- GREGORY R. M., R. C. MATTOS ; M. LAMPRECHT (1996) Embryonic mortality in bovine- ultrasonographic evaluation. *Arquivos. Faculdade. Veterinaria. UFRGS, Porto Alegre*. 24 : 25-29.
- GODFREY R. W. & D. D. LUNSTRA (1989) Influence of single or múltiple sires and serving capacity on mating behaviour of beef bulls. *Journal of Animal Science* 67: 2897-2903.
- HOLNESS, D. H.; D. H. HALE; J. D. H: HOPLEY (1980) Ovarian activity and conception during the postpartum period in Afrikander and Mashona cows. *Zimbabwe Journal of Agricultural Research* 18, 3-11.
- HOLROYD, R. G; B. A. ARTHUR; B. G. MAYER (1979) Reproductive performance of beef cattle in North-Western Australia. *Australian Veterinary Journal* 55, 257-262..
- LANDIVAR, C., C. S GALINA., A. DUCHATEAU, R. NAVARRO F.. (1985) Fertility trial in zebu cattle after a no hormonal or controlled estrus with prostaglandin F₂ alpha, comparing no hormonal mating with artificial insemination. *Theriogenology* 23, 421 – 427.
- LARSEN, R.E.; R LITTELL,; E ROOKS; E.L ADAMS; C. FALCON; A.C 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; S. ESTRADA; G. PANIAGUA. (2001) Comparison of the sexual behaviour of zebu bulls mating under single and multiple sire conditions in the humid tropics of Costa Rica. *Animal Reproduction Science* Submitted.
- ORIHUELA, A; C. S. GALINA; F. J. ESCOBAR y E. RIQUELME (1983). Estrous behaviour following prostaglandin F_{2α} injection in Zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology* 19: 795-809.
- PORRAS A. y C. S. GALINA (1991). Utilización de prostaglandina F_{2α} y sus análogos para la manipulación del ciclo estral bovino. *Veterinaria México* 22:401
- PORRAS A. y C. S. GALINA (1992). Utilización de progestágenos para la manipulación del ciclo estral bovino. *Veterinaria México* 23 : 31-36.
- PRICE E. Male sexual behaviour. (1987). *Veterinary Clinics of North America* 3:405-422.
- PULLAN N. B. (1978) Condition scoring of Fulani cattle. *Tropical Animal Health and Production* 10:118-120.
- RAMÍREZ G., H. BASURTO y A MARTINEZ (1996). Efecto del GnRH combinado con destete temporal y definitivo sobre el anestro posparto en vacas Cebú en el trópico húmedo. *Veterinaria México* 15: 243-248.
- WILLIAMS, G. L. (1988) Breeding capacity, behavior and fertility of bulls with Brahman genetic influence during synchronized breeding of beef females. *Theriogenology* 30, 35-44
- SOLANO J.; A ORIHUELA; C. S. GALINA; F. MONTIEL; (2001) Sexual behaviour of Zebu cattle (*Bos indicus*) following oestrous induction by Synchronate-B, with or without oestrogen injection. *Physiology and Behaviour* (in press).
- VOH A. A.; OTCHERE E. O.(1989) Reproductive performance of Zebu cattle under traditional agropastoral management in Northern Nigeria. *Animal Reproduction Science* 19: 191-203.
- WRIGTH I. A.; S. M. RHIND; A. J. SMIDT ; T.K. WHYTE; (1994) Female-female influences on the duration of the postpartum anoestrus period in beef cows. *Animal Production* 59: 49-53.

EXPERIMENTO 4

EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE UN SISTEMA DE EMPADRE ROTATIVO DE DOS TOROS, SOBRE EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS CEBUINAS, DURANTE UNA TEMPORADA DE MONTA NATURAL

Molina R ^a; C. S. Galina ^b, L. Galicia ^b, y S. Estrada ^c

^a *Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía.*

^b *Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad. Medicina Veterinaria y Zootecnia.*

^c *Universidad Nacional, Escuela de Medicina Veterinaria*

RESUMEN

Con el objeto de determinar si el empleo de un sistema de manejo rotativo de sementales, permite optimizar el manejo reproductivo sin un efecto adverso en la fertilidad en vacas cebuinas bajo condiciones de monta natural se utilizaron seis sementales Brahman adultos con experiencia sexual. los cuales fueron sometidos previamente a un examen andrológico. Se estableció una época de monta de seis semanas efectivas subdividida en periodos no consecutivos de tres semanas cada uno con el propósito de realizar la rotación de toros en los distintos lotes de empadre. Asimismo, se seleccionaron 88 vacas cebuinas multíparas, con ternero al pie, las cuales fueron subdivididas durante la época de empadre, en dos lotes. (A y B) con 42 y 46 animales respectivamente con 61 ± 36 días posparto en promedio. Se tomaron muestras de sangre para progesterona dos veces por semana, así como evaluación ultrasonográfica y condición corporal. Se determinó que al emplear el empadre fijo, en promedio el 49,1 % de las vacas a riesgo estaban en anestro en el lote A y el 37,8% en el B. Cuando se utilizó el empadre rotativo, la misma relación fue de 40,8 % en el lote A y de 36,2% en el B. No se establecieron diferencias significativas ($p > 0.05$) por efecto de tipo de empadre por lote de apareamiento o por el número de animales que estaban ciclando y que quedaban gestantes. A la proporción de animales gestantes por semana fue razonablemente estable con una media de 20,6%. Se puede concluir que la discrepancia existente entre el porcentaje de vacas con posibilidad de quedar gestantes, pero que al final del periodo de monta permanecen vacías, requiere investigaciones adicionales para obtener resultados consistentes en el manejo reproductivo del hato de cría.

Palabras clave: toros *Bos indicus*; sistemas de apareamiento; desempeño reproductivo

INTRODUCCIÓN

En áreas tropicales, tradicionalmente los índices reproductivos del ganado cebuino productor de carne son bajos. Sin embargo los resultados de numerosas investigaciones demuestran que con el empleo de prácticas mejoradas de manejo de los rebaños es posible obtener incrementos significativos en la productividad de los mismos (Plasse, 1987). Para lograr tal mejoría es preciso contar con una óptima reproducción de las vacas así como una elevada supervivencia de los terneros, lo cual involucra la aplicación de un correcto programa de manejo reproductivo de los toros (Chenoweth, 1997). Al mismo tiempo debe tomarse en consideración que la fertilidad y el manejo del toro influyen significativamente en el desempeño reproductivo del hato de cría. En este sentido podría argumentarse que cuando se recurre al empadre simple, el riesgo de incurrir en errores al momento de elegir el semental a emplear, es alto. Aunque al emplear el empadre múltiple (varios toros) dicho riesgo se disminuye a expensas de los problemas de manejo representados por agresiones, dominancia e interferencia entre toros. Así puede darse el caso de que un toro de baja fertilidad sea dominante y no permita que los demás se acerquen al hato (Blockey, 1979) dificultando la labor reproductiva y afectando negativamente los resultados de preñez (Ologun, Chenoweth y Brinks, 1981). Por lo anterior, se podría pensar que con el empleo de un sistema de empadre en donde se utilicen únicamente dos toros, haciendo una rotación fija o periódica, puede ser una opción interesante. Estos sistemas podrían facilitar la distribución de las vacas entre los dos toros y provocar un efecto bioestimulador constante y variado al cambiar a los toros con frecuencia (Molina et al 2000). Asimismo, si los sistemas son viables podría ser una medida práctica para emplearse en un empadre múltiple tradicional, por ejemplo, en vez de cuatro toros con 100 vacas por cuatro semanas, podría tenerse dos toros con las mismas vacas por semana de manera rotativa en un lapso similar.

Con base al planteamiento anterior, se realizó un estudio para determinar si el empleo de un sistema de manejo rotativo de sementales, permite optimizar el manejo reproductivo sin un efecto adverso en la fertilidad en vacas cebuinas bajo condiciones de monta natural.

MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo se realizó en la Unidad de Producción Bovina de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica, la cual está ubicada en San Carlos, Alajuela (latitud 10° 25' N y longitud 84° 32' O). El sitio tiene una elevación de 75 m.s.n.m. y presenta un clima tropical lluvioso, con una precipitación media de 3096 mm anuales, una temperatura media de 24° C y una humedad relativa de 85,3 %.

1- Sistema de empadre

Se utilizaron seis sementales Brahman adultos (3 - 4 años), con experiencia sexual. Los sementales fueron sometidos previamente a un examen andrológico y a una evaluación de libido para verificar que su capacidad reproductiva fuera satisfactoria.

Se estableció una época de monta de seis semanas efectivas subdividida en periodos no consecutivos de tres semanas cada uno con el propósito de realizar la rotación de toros en los distintos lotes de empadre. El siguiente esquema muestra como se distribuyeron los sementales durante el periodo experimental:

Sem	Lote A		Lote B	
	Empadre	Toro	Empadr e	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		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		Sin toros	

2- Estado reproductivo del hato.

Se seleccionaron 88 vacas cebuinas multíparas, con ternero al pie, las cuales fueron subdivididas durante la época de empadre, en dos lotes (A y B) con 42 y 46 animales respectivamente. Al inicio del estudio las vacas del lote A tenían en promedio 60 ± 37 días posparto y las vacas del lote B tenían 62 ± 35 días. El 71,4 % ($n = 30$) de las hembras del lote A tenían tres partos o más, mientras que en el B tal proporción era de 84,8 % ($n = 39$). Cada dos semanas se determinó la condición corporal de las vacas, utilizando una escala de 1 a 5 puntos (Pullan, 1979), con el propósito de establecer los posibles cambios en la condición física de los animales durante el experimento. El 76,2% de las hembras del lote A ($n = 32$) y el 71,7% ($n = 33$) del lote B, presentaban una condición inferior a 2,5 puntos.

Con el propósito de evaluar los cambios en los niveles de progesterona plasmática (P_4) y definir el estado reproductivo de las hembras, cada una de ellas fue sangrada dos veces a la semana mediante punción de la vena o arteria coccígea. El muestreo se inició dos semanas antes de empezar el periodo de monta y se prolongó por siete semanas más, hasta la conclusión del experimento. Las muestras de sangre fueron centrifugadas a 7000 rpm por 10 minutos y el plasma se depositó en alícuotas identificadas con el número del animal y la fecha del muestreo. Las muestras se mantuvieron a -20° C hasta que fueron transportadas al laboratorio de endocrinología para su análisis. La determinación de progesterona se realizó por medio del Radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida. Como indicador de la presencia de actividad ovárica se estableció un nivel de P_4 superior a 2,9 Nmól/ l., (nivel basal) (Bolaños y Molina, 1992). Los resultados de progesterona fueron comparados con los obtenidos por los hallazgos ultrasonográficos (US) a través de un equipo Aloka Echo Camara Modelo SSD-500, provisto de un transductor de 5,0 Mhz, de arreglo lineal para uso rectal. Dicha evaluación dio inicio una semana antes de introducir los toros y finalizó cuatro semanas después de terminar la monta. Por medio de estos sistemas se estableció el estado reproductivo de cada animal, para ubicarlo en una de las siguientes categorías:

- ↳ **Ciclando:** cuando se registraban dos elevaciones consecutivas de P_4 , sobre el nivel basal (2,9 Nmól/ l) y se notaba la presencia de un CL por

ultrasonografía.

- ↳ **Gestante:** cuando se presentaban cinco elevaciones consecutivas de P₄, sobre el nivel basal y se detectaba la presencia de vesícula amniótica, masa embrionaria y latido cardíaco.
- ↳ **Anestro:** cuando no se registraba nivel alguno de P₄ y no había presencia estructuras ováricas.
- ↳ **Transición:** cuando no se registraba ningún nivel de P₄ pero se detectan folículos mayores a 10 mm.

Con el propósito de realizar un diagnóstico de gestación lo más cercano posible a la rotación de los toros, se efectuó una evaluación ultrasonográfica semanal a partir del día 31 de la introducción de los mismos. Finalmente, a partir de 40 días de haber salido el último grupo de toros, se realizó una palpación rectal para verificar la efectividad lograda por los toros para que las hembras a riesgo quedaran gestantes. Adicionalmente se realizó una evaluación de las vacas que no resultaron gestantes, con el propósito de determinar su desempeño reproductivo luego de transcurrir diez semanas de la conclusión de la temporada de monta experimental.

En los resultados se consideraron las siguientes variables:

- (a) $(V_{Ane} / V_{aRi}) =$ Promedio semanal de vacas en anestro con relación al número de vacas a riesgo.
- (b) $(V_{Cic} / V_{aRi}) =$ Promedio semanal de vacas ciclando con relación al número de vacas a riesgo
- (c) $(V_{Ges} / V_{Cic}) =$ Promedio semanal de vacas gestantes con relación al número de vacas ciclando.

En el análisis de los datos del desempeño reproductivo del hato, se utilizó estadística descriptiva (medias, desviación típica) así como análisis de varianza para estimar los efectos del sistema de apareamiento (E), del lote de apareamiento (L) y su interacción (E*L). Para ello se utilizó el procedimiento de análisis por cuadrados mínimos, empleando el siguiente modelo lineal general (G L M):

$$\hat{Y} = \mu + E + C + E * C + e \quad \text{donde:}$$

\hat{Y} = variable considerada;

μ = media general;

E = sistema de apareamiento;

L = lote de apareamiento;

E*L = efecto del sistema de apareamiento sobre el tipo de celo

e = efecto residual (error)

RESULTADOS

Evolución del estado reproductivo.

En el cuadro 1 se presenta información sobre los cambios que experimentaron las hembras en su condición reproductiva, en concordancia con los valores de progesterona plasmática y los hallazgos de ultrasonido. Se logró establecer que el 64,3% (n = 27) de las hembras del lote A y el 52,2% (n = 24) en el B, estaban en anestro al iniciar el empadre. Considerando la relación entre las vacas en anestro y las que permanecían a riesgo (Cuadro 2), se determinó que al emplear el empadre fijo, en promedio el 49,1 % de las vacas a riesgo estaban en anestro en el lote A y el 37,8% en el B. Cuando se utilizó el empadre rotativo, la misma relación fue de 40,8 % en el lote A y de 36,2% en el B. No se establecen diferencias significativas ($p > 0.05$) por efecto de tipo de empadre ni por lote de apareamiento a través del estudio. En el mismo cuadro se muestra la relación entre las hembras que se encontraban ciclando y las que estaban a riesgo; se comprobó que al utilizar empadre fijo, el 20,3 % de las vacas estaban ciclando en el lote A y el 35.6% en el B. Al emplear empadre rotativo los promedios resultantes fueron de 28,3 % y 12,3 %, en los lotes A y B respectivamente. No se establecieron diferencias significativas ($p > 0.05$) por efecto de tipo de empadre ni por lote de apareamiento. Finalmente, al considerar la relación entre las vacas gestantes y las que se encontraban ciclando en cada semana, se determinó que durante el empadre fijo, el 20,2% de las vacas que se encontraban ciclando resultaron preñadas en el lote A y el 42,1% en el B. Al emplear empadre rotativo el promedio fue de 21,0% en el A y de 25,0% en el B. No se establecen diferencias significativas ($p > 0.05$) por efecto de tipo de empadre ni por lote de apareamiento.

Tasa de gestación

La figura 1 ilustra la evolución en la actividad reproductiva del hato, en los dos lotes de apareamiento. Como podrá observarse, en ambos grupos, durante la primera semana no ocurrieron gestaciones cuando se incorporaron los toros; en el caso del lote A la proporción de animales gestantes por semana fue razonablemente estable con una media de 20,6%. Cabe destacar que mientras en el lote A, la tasa de gestación semanal no sobrepasó el 38% durante las seis semanas experimentales, en contraste en el lote B existieron dos semanas, tanto en el empadre rotativo como el fijo, donde las gestaciones rebasaron el 70% (semana 3 y 7). La proporción media de gestación para este grupo fue de 33,6%. En el caso del lote A, el 38,5% (5/13) de las vacas gestantes eran de 1º- 2º partos, mientras que en el B éstas representaban el 22,2 % (4/18). Las hembras con tres partos o más alcanzaron el 61,5 % (8/13) en el lote A y el 77,8% (14/18) en el lote B.

En el cuadro 3 se indica que en promedio el 84,6 % de las vacas gestantes del lote A y el 83,3% del B presentaban una condición corporal inferior a 2,5 puntos. El restante 15,4% del lote A y el 16,7% del B tenían una condición superior a 2,5 puntos. Como se observa en el cuadro 4 durante el periodo experimental el 71,4% (30/42) de las hembras del lote A y el 52,2% (24/46) del B, mostraron disminuciones en su condición corporal. Así el 41% del hato perdió medio punto y el 14% un punto. Por otra parte, el 28,6% (12/42) del lote A y el 39,1% (18/46) del lote B no sufrió cambios.

Finalmente, en el lote A, el 53,8 % (7/13) de las vacas gestantes tenían menos de 90 días posparto y en el lote B el 50 % (9/18); las vacas con más de 90 días posparto representaron el 46,2% (6/13) y el 50 % (9/18) en los lotes A y B respectivamente. Al concluir el periodo experimental (figura 2) se logró establecer que el 30,9 % (13/42) de las vacas a riesgo del lote A, resultaron preñadas. Para el lote B dicho porcentaje fue de 39,1 % (18/46). Las diferencias no son significativas ($p>0.05$). El intervalo de parto a concepción en el lote A fue de 97,2 (± 37.9) días y de 105 (± 34.9) días en el B ($p>0.05$).

Estado reproductivo de las vacas al finalizar el empadre

Al concluir el periodo experimental de exposición a los toros el 69% (29/42) de las vacas en el lote A y el 61% (28/46) en el lote B resultaron no gestantes (cuadro 4).

Con respecto a la condición corporal, en ambos lotes prevaleció una baja condición corporal, estableciéndose que el 82,3 % (24/29) de las vacas del lote A y el 89,3 % (25/28) del lote B poseían una condición inferior a 2,5 puntos. Las vacas con tres partos o más representaban el 75,9% (22/29) del lote A y el 89,3% (25/28) del grupo B; las que tenían uno o dos partos constituían el 24,1% (7/29) y el 10,7 % (3/28) de los lotes A y B respectivamente.

Se estableció que en el lote A, el 58,6 % (n = 17) de las hembras no evidenciaron actividad cíclica durante el periodo, mientras que en el B se registró el 42,9 % (n = 12). Al contrario, el 41,4% (n = 12) de las vacas del lote A y el 57,1% (n = 16) del B, mostraron ciclicidad ($p > 0.05$).

Diez semanas después de haber concluido el periodo experimental se logró establecer que el 62 % (18/29) de las vacas a riesgo del lote A, resultaron preñadas. Para el lote B dicho porcentaje resultó ser de 75 % (21/28).

Las hembras provenientes del lote A, mostraron en promedio un intervalo parto-concepción de $142,7 \pm 40,2$ días (n = 18) y las del B, $133,7 \pm 34,9$ días (n = 21); ($p > 0.05$).

DISCUSIÓN

Cuando se intenta mejorar la eficiencia reproductiva del ganado de carne en el trópico, uno de los principales obstáculos a resolver lo constituye el largo intervalo entre la ocurrencia del parto y el reinicio de la actividad cíclica posparto (Bastidas *et al*, 1984; Chenoweth, 1994). Esta situación dificulta la obtención de resultados reproductivos satisfactorios, a la hora de poner en práctica épocas limitadas de apareamiento (monta restringida), pues aquellas vacas que paren tardíamente o que muestran un amplio lapso de anestro posparto, tienen pocas posibilidades de quedar gestantes antes de que finalice el periodo de apareamiento (Werth *et al*, 1991). En el presente caso, si se toma como referencia que durante la época de monta en promedio la oferta semanal de vacas ciclando fue de tan solo un 24%, indica que la mayoría de las vacas a riesgo no habían reiniciado regularmente su ciclicidad. Tal situación es posible que se origine por el hecho de que las vacas en promedio con 60 días posparto tenían un ternero al pie y el 74% de ellas mostraba una condición corporal inferior a 2.5 puntos. Al respecto, se ha determinado que en vacas cebuinas el intervalo entre el parto y el reinicio de la actividad ovárica, por lo general es mayor de 100 días (Galina & Arthur, 1989). Se ha establecido que el amamantamiento continuo retrasa el retorno al estro (Bastidas *et al*, 1984; Moore, 1984). Dicho estímulo tiende a suprimir el crecimiento de los folículos (Carter *et al*, 1980) y bloquea la ovulación (Spicer & Echterkamp, 1986). Además en el periodo de lactación las vacas tienden a perder condición corporal y esto provoca un aumento en la duración del período cíclico posparto (Perry *et al*, 1991; Bishop *et al*, 1994; Bolaños *et al*, 1996). Bajo tales circunstancias no sorprende que durante las seis semanas efectivas de monta, el índice general de gestación haya sido de tan solo 35 % el cual no se vio afectado ni por el tipo de empadre (fijo o rotativo) ni por los grupos experimentales. Asimismo, los días posparto que tenían las vacas al momento del empadre no afectaron la tasa de gestación, aproximadamente el 50% de las vacas que quedaron gestantes al final del empadre experimental tenían menos de 90 días de paridas. Estos resultados están en desacuerdo con otros estudios que han demostrado que la fertilidad en vacas antes de 100 días con cría al pie es no mayor del 40% (Galicia *et al*, 1999). Soto *et al* (2000) en un estudio donde evaluaron la condición corporal posparto y su relación con fertilidad concluyeron que para que las hembras ciclaran y se pudieran inseminar tenían que perder el 10% de

su peso vivo para alcanzar el Nadir y reiniciar la actividad ovárica. En el presente reporte no fue posible calcular cuando se estableció el Nadir en las hembras pero el 74% se mantuvieron con condición corporal por debajo de 2,5 durante todo el estudio, no quedando gestantes el 68%. Oliver y Richardson (1976) proponen que las hembras que pierden entre el 25 y 30% de su peso corporal no quedan gestantes como un mecanismo de protección fisiológica.

Sin embargo, Nugent et al (1993) señalan que la herencia directa puede determinar el potencial reproductivo del hato al interactuar con el medio ambiente, es decir vacas con escasas reservas corporales pueden quedar gestantes por su habilidad en adaptarse a las condiciones adversas del trópico. Es probable que este haya sido el caso en el presente estudio donde hembras con una condición corporal por debajo de tres hayan quedado gestantes a pesar de contar con menos de 90 días de paridas.

Sea cual fuere el caso, los toros empleados en un programa de empadre fijo o rotativo tuvieron escasa oportunidad de dejar gestantes a las hembras, así por ejemplo de cada diez vacas solamente cinco ciclaron durante el estudio quedando gestantes tres. Esta estimación está de acuerdo con estudios previos; así, Larsen et al (1990) mostraron que la tasa de concepción a 21 días en toros Brahman fue en promedio el 30% ; Galicia *et al* (1999) determinaron que de diez vacas con posibilidad de quedar gestantes , por estar ciclando, el toro logró preñar cinco vacas o menos. Asimismo, Molina et al (2000b) encontró que hasta el 35% de hembras ciclan y entran en etapa de anestro, posible muerte embrionaria o simplemente sus ciclos son erráticos, indicando que el comienzo de la actividad ovárica no es garantía de gestación. Sin embargo, del total de vacas gestantes en el presente estudio, el 75% de ellas estaban ciclando antes. La fertilidad mejoró considerablemente en el segundo período de empadre (68%) reafirmando el concepto de que las hembras con más de cinco meses de paridas tienen mejor fertilidad (Wild et al, 1984.).

Werth et al (1991) proponen que bajo las condiciones prevalecientes será necesario modificar el período de empadre pues la fertilidad antes de 100 días posparto no es satisfactoria porque más del 50% de las hembras o no restablecen actividad ovárica o el sistema reproductivo es tan frágil que las hembras son erráticas en el establecimiento de la ciclicidad (Bolaños et al 1997, Molina et al 2000a).

Enriquez de la Fuente (1993) demostró que bajo condiciones tropicales la tasa de desecho es muy baja (menos del 15%) lo cual dificulta el proceso de selección hacia hembras más adaptadas a las condiciones tropicales (Plasse, 1987). Por ejemplo en Australia diversos investigadores han realizado una estricta selección de hembras aumentando la tasa de desechos pero favoreciendo la fertilidad (Rudder et al 1985, Piper y Bindon, 1979). En el trópico en general no existen programas de selección de reemplazos y esto ocasiona una gran variabilidad en la fertilidad causando que vacas de menos de 90 días posparto y condición corporal inferior a dos queden gestantes y otras en condiciones más ventajosas ni siquiera ciclen. Todo esto dificulta la interpretación de las intervenciones de manejo tanto del macho como de la hembra como es el caso del presente estudio. Alberio et al (1987) y Burns y Spitzer (1992) han propuesto que la introducción de toros en vacas anéstricas facilita el reinicio de la ciclicidad por un efecto bioestimulador. Aunque en el presente estudio los objetivos estaban centrados en comparar dos sistemas de manejo en toros, experiencias previas (Bolaños et al 1996a , Bolaños et al 1996b) bajo las mismas condiciones determinaron que el 66% de las vacas no reanudan la actividad ovárica antes de 100 días.

Por lo tanto, bajo las condiciones prevalecientes, la sola presencia del toro (s) no sea suficiente para desencadenar la actividad ovárica de las hembras; posiblemente este método necesite ir acompañado con otro tipo de intervenciones como puede ser el restringir el amamantamiento de los terneros.

La discrepancia existente entre el porcentaje de vacas con posibilidad de quedar gestantes, pero que al final del periodo de monta permanecen vacías, requiere investigaciones adicionales para obtener resultados consistentes en el manejo reproductivo del hato de cría.

Cuadro 4.1. Evolución del estado reproductivo de las vacas durante el periodo de empadre.

Lote A.

Empadre	Sem	Vacas a riesgo	Anéstricas	Transición *	Ciclando	Gestantes	Resto
FIJO	1	42	27	12	3	0	42
	2	42	17	16	9	2	40
	3	40	17	10	13	5	35
	4						
ROTATIVO	5	35	17	10	8	2	33
	6	33	13	14	6	1	32
	7	32	11	7	14	3	29
	8						

Lote B.

Empadre	Sem	Vacas a riesgo	Anéstricas	Transición *	Ciclando	Gestantes	Resto
ROTATIVO	1	46	24	17	5	0	46
	2	46	12	26	8	0	46
	3	46	14	28	4	3	43
	4						
FIJO	5	43	16	5	22	3	40
	6	40	16	14	10	4	36
	7	36	13	13	11	8	28
	8						

* indica la presencia de folículos mayores a 10 mm.

Cuadro 4.2. Promedio semanal de vacas en anestro, ciclando y gestantes obtenido durante el periodo experimental, de acuerdo con el tipo de empadre y lote de apareamiento empleado.

<i>EMPADRE</i>	<i>LOTE</i>	Relación vacas : Anestro / a Riesgo (V_{Ane} / V_{aRi}) * ₁	Relación vacas: Ciclando / a Riesgo (V_{Cic} / V_{aRi}) * ₂	Relación vacas : Gestantes /Ciclando (V_{Ges} / V_{Cic}) * ₃
FIJO	A	0,49±0,13 ^a	0,20±0,12 ^a	0,20±0,19 ^a
FIJO	B	0,37±0,02 ^a	0,35±0,13 ^a	0,42±0,29 ^a
ROTATIV O	A	0,40±0,07 ^a	0,28±0,13 ^a	0,21±0,04 ^a
ROTATIV O	B	0,36±0,14 ^a	0,12±0,04 ^a	0,25±0,43 ^a

*₁ promedio semanal de vacas en anestro en relación con el número de vacas a riesgo.

*₂ promedio semanal de vacas ciclando en relación con el número de vacas a riesgo.

*₃ promedio semanal de vacas gestantes en relación con el número de vacas ciclando.

❖ valores con distinta letra en una misma columna expresan diferencias significativas

($p < 0,05$)

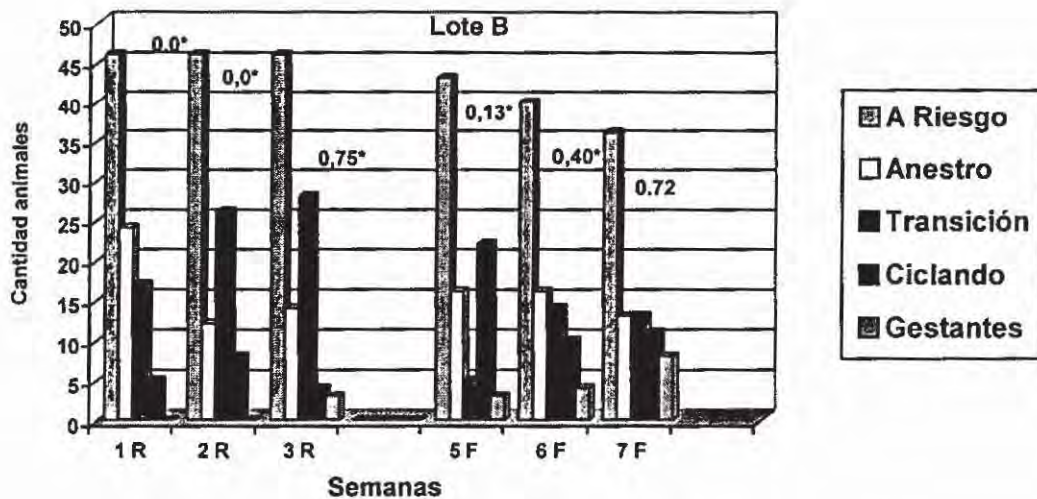
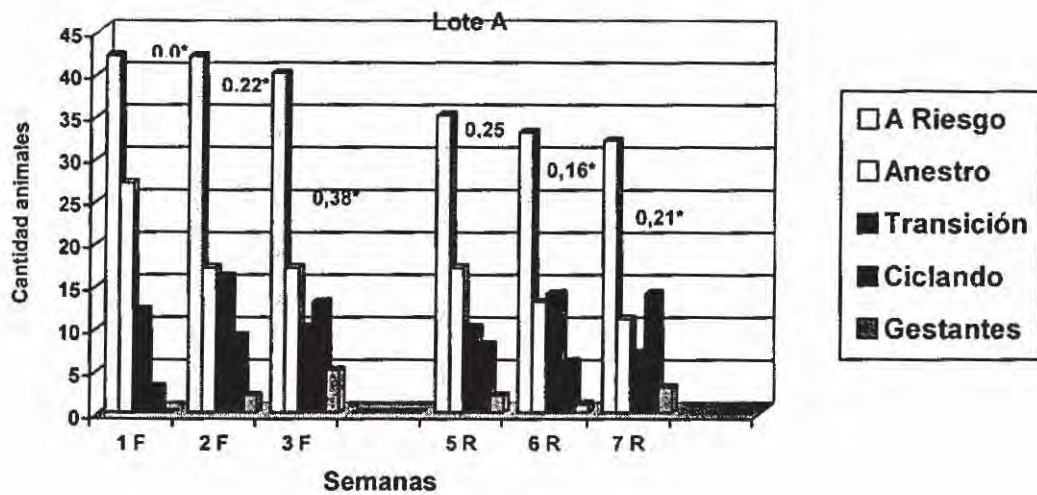


Figura 4.1. Categorías reproductivas de las vacas de acuerdo con el sistema de empadre fijo (F) y rotativo (R), en cada uno de los lotes de apareamiento.

(*este valor indica la razón de la cantidad de gestaciones logradas por vaca ciclando)

Cuadro 4.3. Distribución de las vacas en cuanto a condición corporal durante el periodo de empadre.

Lote A

Condicio n Corporal	Total		Gestantes		No Gestantes	
	n	%	n	%	n	%
1.0	6	14.3	1	7.7	5	17.2
1.5	9	21.4	6	46.1	3	10.3
2.0	17	40.5	4	30.8	13	44.8
2.5	5	11.9	2	15.4	3	10.3
3.0	4	9.5	0	0	4	13.8
3.5	1	2.4	0	0	1	3.5
TOTAL	42	---	13	---	29	---

Lote B

Condicio n Corporal	Total		Gestantes		No Gestantes	
	n	%	n	%	n	%
1.0	9	19.6	5	27.8	4	14.3
1.5	10	21.8	1	5.5	9	32.1
2.0	14	30.4	9	50.0	5	18.9
2.5	10	21.8	3	16.7	7	25.0
3.0	3	6.5	0	0	3	10.7
3.5	0	0	0	0	0	0
TOTAL	46	---	18	---	28	---

Cuadro 4.4. Cambios en la condición corporal de las vacas durante el periodo experimental de seis semanas.

Cambio en condición corporal	Lote A	%	Lote B	%	Total	%
+0.5	0	0	4	8.7	4	4.5
0.0	12	28.6	18	39.1	30	34
-0.5	23	54.8	13	28.3	36	41
-1.0	4	9.5	8	17.4	12	14
-1.5	3	7.1	1	2.2	4	4.5
-2.0	0	0	2	4.3	2	2
Total	42	100	46	100	88	100

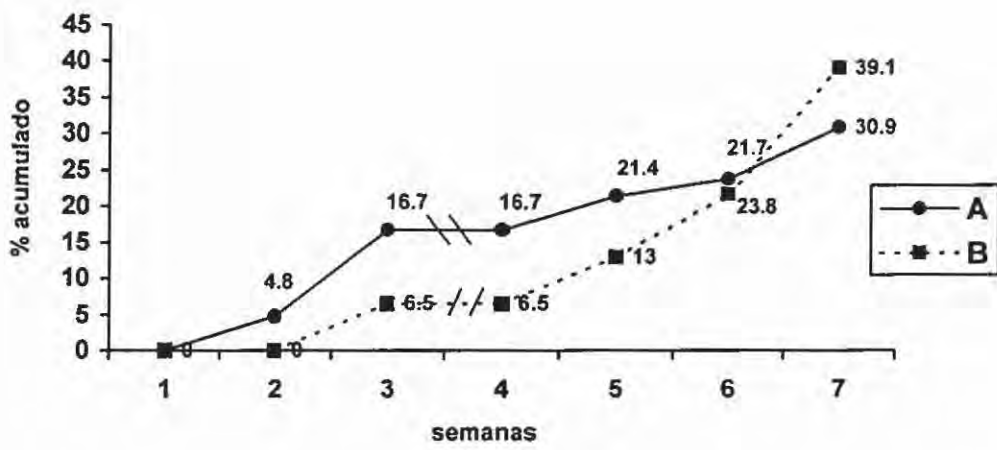


Figura 4.2. Tasa de gestación acumulada a través del periodo de empadre, en cada lote de apareamiento.

REFERENCIAS

- ALBERIO, R. H.; SCHIERSMANN, G; CAROU, N; MESTRE, J.. (1987) Effect of a teaser bull on ovarian and behavioural activity of suckling beef cows. *Animal Reproduction Science* 14: 263-272
- BASTIDAS, P.; TROCONIZ, J.; VERDE, O.; SILVA, O. (1984). Effect of restricted suckling on ovarian activity and uterine involution in Brahman cows. *Theriogenology* 21, 525-532.
- BISHOP, D.K ; WETTEMAN, R.P; SPICER, L.J. (1994). Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *Journal of Animal Science*. 72: 2703-2708.
- BLOCKEY M. A de B (1979). Observations on group mating of bulls at pasture. *Applied Animal Ethology*. 5: 15-34
- BOLAÑOS, J.M; FORSBERG, M; KINDAHL, H; RODRÍGUEZ, H (1996). Influence of body condition and restricted suckling on postpartum reproductive performance of zebu cows in the humid tropics. *Reproduction in Domestic Animals* 31: 363-367
- BOLAÑOS, J.M.; FORSBERG, M; KINDAHL, H; RODRÍGUEZ, H (1998) Biostimulatory effects of estrous cows and bulls on resumption of ovarian activity in postpartum anoestrus. *Theriogenology*. 49: 629-636.
- BOLAÑOS, J. y J. MOLINA(1992). Efecto del amamantamiento restringido sobre la actividad ovárica en vacas cebú. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 14: 29-34.
- BURNS, P.D; SPITZER, J.C (1992). Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science* 70: 358-362.
- CARTER, M.C.; DIERSCHKE, D.J; RUTLEDGE, J.J; HAUSER, E.R. (1980). Effect of GnRH and calf removal on pituitary ovarian function and reproductive performance in postpartum cows. *Journal of Animal Science* 51: 903.
- CHENOWETH, P.J.(1994). Aspects of reproduction in female *B. indicus* cattle: a review. *Australian Veterinary Journal*. 71: 422 – 426.
- CHENOWETH, P.J. (1997). Reproductive management of the cow herd. In: *Proceedings of the International Conference on the Livestock in the Tropics*; Univ. of Florida, Tampa, Florida, EUA; pp: 21 – 29.
- CHENOWETH, P.J. y J.S, VELEZ (1995). Comportamiento, deseo sexual y manejo del toro. *Memorias Conferencia Internacional Ganadería Tropical*; Universidad de Florida, Gainesville, EUA; pp: B22 - 37.

- ENRIQUEZ DE LA FUENTE, B.A; GALINA, C.S; NAVARRO, R.R; GUTIERREZ, A.C. (1993). Estimación de la época más propicia para un empadre estacional en ganado cebú bajo condiciones de trópico húmedo. *Avances en Investigación Agropecuaria* . 2:101-113.
- GALICIA L.; ESTRADA, S; GALINA, C.S; PEREZ, E; MOLINA, R.(1999). Velocidad de gestación en el ganado *Bos Indicus* en el trópico húmedo de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)*. 22 (1): 59-69.
- GALINA, C.S. y ARTHUR, G.H (1989). Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. *Animal Breeding Abstracts*. 57 (11): 899 – 910.
- LARSEN, R.E; LITTELL, R; ROOKS, E; ADAMS, E.L; FALCON, C.; WARNICK, A.C. 1990. Bull influences in conception percentage and calving date in Angus, Hereford, Brahman and Senepol single sire herds. *Theriogenology*, 34:549-568.
- MOLINA, R; GALINA, C.S; CAMACHO, J; ESTRADA, S; MARTÍNEZ, L.(2000 b). Effect of alternate the mating type on the reproductive performance of lactating Zebu cows, under humid tropical conditions. (Unpublished)
- MOLINA, R; BOLAÑOS, I; GALINA, C.S; PEREZ, E; PANIAGUA, G; ESTRADA, S. (2000-a-). Comparison of the sexual behaviour of Zebu bulls mating under single and multiple sire conditions in the humid tropics of Costa Rica. *Animal Reproduction Sci.* (submitted).
- MOORE, C.P. (1984) Early weaning for increased reproduction rates in tropical beef cattle. *World Animal Review*. 49, 39-50.
- NUGENT III, R.A.; JENKINS, T.G.; ROBERTS, A.J.; KLINDT.J. (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 RICHARDSON, F.D.(1976). Relationship between conception rate in beef cattle and body weight change. *Proceedings, Beef Cattle Production in Developing Countries* , Edinburgh, UK, 154-157.
- OLOGUN, A.G.; CHENOWET, P.J; BRINKS, J.S. (1981) Relationships and production traits and estimates of sex-drive and dominance value in yearling beef bulls. *Theriogenology* 15 (4): 379-388.
- PERRY, R.C.; CORAH, L.R; COCKRAN, R. (1991) Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *Journal of Animal Science* 69: 3762-3773.
- PIPER, L.R. AND BINDOM, B.M. (1979) Selection for increased cow fecundity : a review . *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, 34: 224-232
- PLASSE, D. (1987) Factores que influyen en la eficiencia reproductiva de bovinos de carne en América Latina Tropical y estrategias para mejorarla. *En: Memorias*

Seminario Centroamericano sobre reproducción y mejoramiento bovino.
Asociación Hondureña de Producción Animal. Tegucigalpa, Honduras. pp 93-142

PULLAN, N.B. (1978) Condition scoring of Fulani cattle. *Tropical Animal Health & Production*.10:118-120.

RUDDER, T.H.; SEIFERT, G.W; BURROW, H.M. (1985). Environmental and genotype effects on fertility in a commercial beef herd in Central Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 25:489-496.

SOTO, R; GALINA, C.S; RUBIO, I.; CASTILLO, E.; BASURTO, H.(1997) Efectos de la suplementación alimenticia sobre el desempeño productivo y reproductivo de hembras Brahman en condiciones tropicales. *Arch Latinoam. Prod. Anim*. 5(1): 65-78.

SPICER, L.J. and ECHTERNKAMP, S.E. (1986) Ovarian follicular growth, function and turnover in cattle: A review. *Journal of Animal Science* 62: 428-451.

WERTH, L.A; AZZAM, S.M; NIELSEN, M.K & KINDER; J.E. (1991) Use of a simulation model to evaluate the influence of reproductive performance and management decisions on net income in beef production. *Journal of Animal Science* 69:4710-4721.

WILD, C., GALINA, C.S., DUCHATEAU, A., NAVARRO-FIERRO, R.X. (1984). Evaluación de fertilidad en ganado Cebú después de un estro natural o controlado con prostaglandina F2 alfa, comparando la inseminación artificial con la monta natural en un programa de 60 días". Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, Guerrero. México. pp.225-227 (1984).

DISCUSIÓN GENERAL

El estudio de la habilidad que posee un toro para reaccionar ante una hembra sexualmente receptiva (libido), su disposición a montarla y la producción de un eyaculado (capacidad de servicio), ha tenido limitada atención en ganado *Bos indicus*, por lo que aún no se dispone de una metodología adecuada para establecer su capacidad reproductiva. Dada la necesidad de contar con procedimientos de evaluación adaptados a las particularidades de comportamiento que muestran los toros cebuinos, esta serie de investigaciones se iniciaron con un experimento encaminado a determinar la habilidad de toros *Bos indicus* para reaccionar ante hembras en celo espontáneo y celo inducido, bajo condiciones de corral y estimar diferencias de comportamiento entre machos. En este trabajo se logró establecer que: (a) las vacas en celo espontáneo, fueron más efectivas en exaltar el comportamiento sexual de los toros, en comparación con hembras a las cuales se les indujo el celo con un estrógeno. En efecto, el notable incremento registrado en el número de conductas de cortejo y de monta cuando los toros estaban frente a vacas con celo espontáneo, señalan que la receptividad de las vacas es un factor determinante. Esto coincide con investigaciones previas (Piccinali *et al*, 1992; Hernández *et al*, 1991) que indican que las calificaciones de las pruebas de libido están estrechamente ligadas con el número de hembras receptivas en el momento de la evaluación; (b) los toros cebuinos requieren estar con hembras en libertad de movimiento (no sujetas) para mostrar su libido. Esto está en desacuerdo con Blockey, 1981, quien al trabajar con ganado *B. taurus* , estableció que durante una prueba de libido la hembra debe estar sujeta (y no necesariamente en celo) para estimular al macho; (c) las pruebas de libido son útiles para establecer diferencias en capacidad de servicio entre los machos, lo cual es ventajoso para asignarlos a los lotes de apareamiento, en los cuales van a reflejar los resultados de su habilidad reproductora.

A la hora de poner en práctica una prueba de libido se debe tener en cuenta las dificultades que conllevan, debido a que fundamentalmente los machos *B. indicus* no muestran un notable comportamiento de monta; además este es muy variable y depende de las circunstancias bajo las cuales se realizan las evaluaciones (Chenoweth, 1997).

Por lo tanto se requieren experimentos adicionales, los cuales deben estar orientados hacia la reevaluación de los procedimientos de prueba con el propósito de desarrollar una prueba práctica y confiable, apropiada para toros cebuinos.

En el segundo estudio se comparó el comportamiento sexual mostrado por toros cebuinos (*B. indicus*) organizados en grupos de apareamiento simple (ASI) y múltiple (AMU), bajo un sistema de monta natural. Los resultados mostraron similitud en los patrones de comportamiento sexual de los toros, estableciéndose que ellos emplearon más tiempo en efectuar actividades de cortejo que de monta, tanto en el AMU como en el ASI ($p < 0.05$). Esto coincide con información disponible acerca de la habilidad reproductiva de toros cebuinos en pastoreo, donde se indica que los toros *B. indicus* son más lentos a reaccionar ante vacas en celo, comparándolos con toros *B. taurus* (Chenoweth y Osborne, 1975). Se ha determinado que los toros cebuinos gastan menos tiempo en servir a las vacas, comparándolos con razas europeas (Larsen *et al*, 1990; Chenoweth *et al*, 1995). Sin embargo esto no tiene gran efecto sobre el desempeño reproductivo del hato (Galina y Arthur, 1991).

Bajo condiciones de ASI, la intensidad media de actividades sexuales (monta e intento de monta) por vaca en celo, resultó ser de 2,0 por hora, mientras que en el AMU fue de 1,1 por hora ($p < 0,03$). Tales resultados están de acuerdo con estudios anteriores en donde se utilizó observación continua (Orihuela *et al*, 1983; Landivar *et al*, 1985). La escasez en la presentación de conducta de monta probablemente se deba a la necesidad que tienen los toros de una cuidadosa inspección de las vacas, para cerciorarse de su accesibilidad.

Al evaluar el efecto del agrupamiento de los toros sobre su desempeño individual se pudo establecer que cada toro en promedio realizó 3,5 veces más cantidad de conductas sexuales cuando estuvo en el ASI, en comparación con el AMU (76 vrs 265). Esto sugiere que bajo una situación de grupo es probable que haya menor posibilidad de intervención individual, dado que se establece competencia entre los toros por acercarse a las hembras receptivas. En el AMU, se pudo comprobar una considerable variación individual en el desempeño de los machos, dependiendo de la combinación particular establecida en cada periodo de monta.

Bajo condiciones ASI y AMU se obtuvieron tasas de preñez similares (28 vrs 37%) ($p > 0.05$), lo cual coincide con investigaciones donde se ha establecido que los toros *B. indicus* tienden a preñar menos vacas durante el periodo de apareamiento, en comparación con toros *B. taurus* (Larsen *et al*, 1990; Mc. Cosker *et al*; 1989). Existe controversia acerca de las diferencias en fertilidad obtenidas en sistemas de apareamiento simple y múltiple. En los estudios realizados por Blockey (1979) y Mattner *et al* (1974) se establecieron altas tasas de preñez en el AMU, mientras que Rupp *et al* (1977) y Farin *et al*, (1982) no encontraron diferencias. Esta situación podría deberse entre otras cosas a las interacciones sociales (jerarquía/ dominancia) que se presentan durante la monta y que afectan directamente la capacidad de servicio de los toros. La interpretación de los resultados de gestación debe ser rigurosa, pues las diferencias que se den podrían relacionarse más con la aptitud reproductiva de las vacas, que con la habilidad reproductora de los toros. En este experimento, tal y como lo revelaron los niveles de progesterona plasmática, se estableció que: (a) no todas las vacas con actividad ovárica lograron quedar gestantes; esta situación representa la posibilidad de que las hembras fracasasen en sostener un servicio o bien la incapacidad del toro para servir a esas hembras; (b) durante el posparto, cierto número de vacas que están ciclando retornan al anestro. Bajo tales situaciones los toros tienen limitaciones para expresar su potencial reproductivo. Lo anterior plantea la necesidad de investigar el por qué la vacas fallan en quedar gestantes a pesar de mostrar concentraciones de progesterona indicativas de actividad luteal.

Los estudios que contemplan la actuación del macho conjuntamente con la actividad ovárica en el hato son escasas; por ello es importante realizar un seguimiento de la evolución de las hembras para iniciar y sostener la actividad ovárica después de estar expuestas a diferentes toros y estimar cual es la expectativa de preñez luego del tratamiento. En virtud de la problemática planteada, se realizó el tercer experimento con el propósito de : (a) evaluar el efecto de alternar un sistema de apareamiento simple y uno múltiple en vacas anéstricas en lactación; (b) medir el efecto de la sincronización como una posible herramienta de manejo para incrementar la eficiencia reproductiva; (c) darle seguimiento a la actividad ovárica y la preñez, en vacas posparto luego de estar expuestas al toro.

En este ensayo el comportamiento sexual de los toros fue similar bajo los diferentes sistemas de apareamiento y tipos de celo empleados ; ellos mostraron más cantidad de conductas de cortejo (más del 80 % del total) que de monta. Esto coincide plenamente con los resultados del segundo experimento, donde el 75% del total de conductas sexuales, fueron de cortejo. La baja frecuencia de comportamiento de monta en machos *B. indicus* ha sido señalada por otros investigadores (Price, 1987 Landivar *et al*, 1985; Chenoweth y Osborne, 1975). La cantidad de vacas gestantes, no fue afectada ($p > 0.05$) por el sistema de apareamiento empleado (simple vrs múltiple), ni por el tipo de celo (no hormonal vrs hormonal). Esto coincide con los resultados del segundo experimento donde se estableció que no es necesaria la presencia de varios toros en un lote de apareamiento para obtener un índice de preñez similar al que se obtendría con un solo toro. Se necesita mayor investigación sobre la aplicabilidad de estos métodos de apareamiento; es conveniente efectuar experimentos donde la relación toro : vacas sea realmente alta, para forzar a los sementales a mostrar su verdadero potencial reproductivo (Williams, 1988). Existen evidencias de una respuesta positiva en lograr estimular la ciclicidad y la fertilidad, con sincronización y presencia del toro (Mikeska y Williams ,1988; Neville *et al* ,1988; Williams ,1988); sin embargo en el presente caso no se confirma dicha respuesta. Resultados similares obtuvieron Gifford *et al*. (1989), quienes fallaron en reducir el intervalo entre parto y la iniciación de la actividad ovárica después de la exposición a toro en el norte de Australia. Se ha establecido que una pobre condición corporal contrarresta cualquier efecto favorable de las intervenciones en vacas posparto (Bolaños *et al*, 1996).

La tasa global de gestación (56 %) obtenida es similar a numerosas informaciones provenientes de áreas tropicales, donde se sugiere que solamente el 50% del total del hato parirá en el año (Voh y Otchere, 1989; Godfrey y Lunstra, 1989). Sin embargo es inquietante que al efectuar un cuidadoso seguimiento de los niveles de progesterona, solamente el 50% de las vacas ciclando resultaron preñadas. Este hallazgo concuerda con investigaciones previas realizadas por Galicia *et al*. (1999), donde se pudo determinar que de diez vacas(ciclando), con posibilidad de quedar gestantes, tal y como fue indicado por las concentraciones de progesterona, el toro solo logró preñar cinco vacas o menos. La discrepancia existente entre el porcentaje de vacas con

posibilidad de quedar gestantes, pero que al final del periodo de monta permanecen vacías, requiere más investigación. Al respecto se ha mencionado que la manifestación de patrones de ciclicidad erráticos (Bolaños, 1996) así como la posibilidad de muerte embrionaria (Holroyd *et al*, 1979), pueden ser factores causales del citado hecho. Se requiere de estudios adicionales para establecer los papeles relativos de los machos y de las hembras en este fracaso reproductivo.

Se realizó un cuarto estudio para determinar la efectividad de un sistema de manejo rotativo de sementales sobre el desempeño reproductivo de vacas cebuinas en lactación, bajo condiciones de monta natural.

El hecho de que durante el período de monta la oferta semanal de vacas ciclando en promedio fuera de 24%, establece que la mayoría de las vacas a riesgo no habían reiniciado regularmente su ciclicidad. Es posible que tal situación sea el resultado de que las vacas tuvieran en promedio 60 días posparto y un ternero al pie; además el 74% de ellas mostraba una condición corporal inferior a 2.5 puntos. Ante tal situación no es sorprendente que durante las seis semanas efectivas de monta, el índice general de gestación fuera de 35 %. Dicho índice no se vio afectado por la influencia del tipo de empadre (fijo o rotativo) o del lote de apareamiento. Sin embargo destaca el hecho de que al finalizar el empadre experimental aproximadamente el 50% de las vacas que quedaron gestantes tenían menos de 90 días de paridas. Estos resultados están en desacuerdo con otros estudios que han demostrado que la fertilidad en vacas antes de 100 días, con cría al pie, no es mayor del 40% (Galicía *et al*, 1999). Trabajos previos coinciden con esta afirmación, estableciéndose que más del 50% de las vacas o no restablecen actividad ovárica o el sistema reproductivo es tan frágil que las hembras son erráticas en el establecimiento de la ciclicidad (Bolaños *et al* 1998; Molina *et al* 2000a). En el período posterior al empadre experimental la preñez mejoró considerablemente (68%), reafirmando el concepto de que las hembras con más de cinco meses de paridas tienen mejor fertilidad. Independientemente de que se utilizara empadre fijo o rotativo, los toros empleados tuvieron escasa oportunidad de dejar gestantes a las hembras; en efecto, se pudo establecer que de cada diez vacas, ciclaron cinco y solamente tres quedaron gestantes. Estudios anteriores coinciden en este punto; así, Larsen *et al* (1990) con toros Brahman, mostraron que la tasa de concepción a 21 días fue en promedio de

30%; Galicia *et al* (1999) determinaron que de diez vacas con posibilidad de quedar gestantes, el toro logró preñar cinco vacas o menos. Asimismo, Molina *et al* (2000b) encontraron que hasta un 35% de las hembras a riesgo empiezan a ciclar y luego entran en anestro, muestran patrones de ciclicidad erráticos o sufren muerte embrionaria ; esto señala que el comienzo de la actividad ovárica no es garantía de gestación. Se logró establecer que durante el periodo experimental el 74% de las vacas se mantuvieron con una condición corporal por debajo de 2,5 puntos y como resultado el 68% de ellas no quedó gestante. Oliver y Richardson (1976) proponen que las hembras que pierden entre el 25 y 30% de su peso corporal no quedan gestantes como un mecanismo de protección fisiológica. Como se señalara anteriormente, resalta la presencia de hembras que a pesar de contar con menos de 90 días de paridas y mostrar una condición corporal inferior a tres, lograron quedar gestantes. Al respecto Nugent *et al* (1993) indican que la interacción del genotipo con el medio ambiente puede determinar el potencial reproductivo del hato; esto significa que vacas con capacidad de adaptación a las rigurosas condiciones del trópico, pueden quedar gestantes aún con escasas reservas corporales. En el trópico, dada la marcada escasez de programas de selección de reemplazos, se produce gran variabilidad en la fertilidad, dándose el caso de que vacas de menos de 90 días posparto y condición corporal inferior a dos queden gestantes y otras en condiciones más ventajosas ni siquiera ciclen.

En vacas cebuinas se ha comprobado que uno de los factores que contribuye a retrasar el reinicio de la actividad ovárica es el amamantamiento continuo (Bastidas *et al*, 1984; Moore, 1984). Además en el periodo de lactación las vacas tienden a perder condición corporal, contribuyendo a incrementar el problema (Bolaños *et al*, 1996, Bishop *et al*, 1994; Perry *et al*, 1991). Existen evidencias de que la introducción de toros en vacas anéstricas facilita el reinicio de la ciclicidad por un efecto bioestimulador (Burns y Spitzer, 1992; Alberio *et al*, 1987). Sin embargo en este experimento la sola presencia de los toros bajo un empadre rotativo no resultó suficiente para desencadenar la actividad ovárica de las hembras; posiblemente este método necesite ir acompañado con otro tipo de intervenciones como puede ser el restringir el amamantamiento de las terneros.

REFERENCIAS

- ALBERIO, R. H.; SCHIERSMANN, G; CAROU, N; MESTRE, J.. (1987) Effect of a teaser bull on ovarian and behavioural activity of suckling beef cows. *Animal Reproduction Science* 14: 263-272
- BASTIDAS P.; TROCONIZ, J.; VERDE, O.; SILVA, O.. (1984) Effect of restricted suckling on ovarian activity and uterine involution in Brahman cows. *Theriogenology* 21, 525-532.
- BISHOP D. K.; WETTEMAN, R. P.; SPICER, L.J.. (1994) Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *Journal of Animal Science* 72: 2703-2708.
- BLOCKEY, M. A. DE B.. (1979). Observations on group mating of bulls at pasture. *Applied Animal Ethology*. 5:15-34.
- BLOCKEY M.A. DE B.. (1981) Further studies on the serving capacity test for beef bulls. *Applied Animal Ethology* 7: 337- 350.
- BOLAÑOS, J.M.; FORSBERG, M.; KINDAHL, H.; RODRÍGUEZ, H.. (1996) Influence of body condition and restricted suckling on postpartum reproductive performance of zebu cows in the humid tropics. *Reproduction Domestic Animals*. 31: 363-367
- BOLAÑOS, J.M.; FORSBERG, M; KINDAHL, H.; RODRÍGUEZ, H.. (1998) Biostimulatory effects of estrous cows and bulls on resumption of ovarian activity in postpartum anoestrus. *Theriogenology* 49: 629-636
- CARRILLO, J.. (1988). Manejo de un rodeo de cría. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 194 p.
- BURNS, P. D.; SPITZER, J. C. (1992) Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science* 70: 358-362
- CHENOWETH, P. J.. (1981). Libido and mating behaviour in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology*, 16: 155-177.
- CHENOWETH, P.J. (1997) Bull libido / Serving capacity. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 13 : 331-344.
- CHENOWETH, P. J.; CHASE, C.C.; LARSEN, R.E.; THATCHER, M.J.D; BIVENS, J.F.; WILCOX, C.J. (1995). The assessment of sexual performance in young *Bos taurus* and *Bos indicus* beef bulls. *Applied Animal Behaviour Science* 48:225-236.
- CHENOWETH, P. J.; OSBORNE, H.G. (1975). Breed differences in the reproductive function of young beef bulls in Central Queensland. *Australian Veterinary Journal*. 58: 241-244.

- CHENOWETH, P.J.; OSBORNE, H.G.. (1975) Breed differences in the reproductive function of young beef bulls in Central Queensland. *Australian Veterinary Journal* 51:405-406
- CHENOWETH, P. J.; VELEZ, J. S. (1991). Comportamiento, deseo sexual y manejo del toro. En: Memoria Conferencia Internacional Ganadería Tropical. Centro de Agricultura Tropical. Universidad de Florida (B22 - B37).
- FARIN, P.W.; CHENOWETH, P.J.; MATEOS, E.R.; PEXTON, J.E.. (1982) Beef bulls mated to estrus synchronized heifers: single vs. multi-sire breeding groups. *Theriogenology*. 17:365-372.
- FIELDS, M.J.. (1985). El temperamento del toro y la eficiencia de la cría. En: Memorias Conferencia Internacional Ganadería Tropical. Centro de Agricultura Tropical. Universidad de Florida (D6-D14).
- GALICIA, L.; ESTRADA, S.; GALINA, C. S.; PEREZ, E.; MOLINA, R.. (1999) Velocidad de gestación en el ganado *B. indicus* en el trópico húmedo de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 22 : 59-69.
- GALINA, C.S.; ARTHUR, G.H.. (1991) Review of cattle Reproduction in the tropics. Part 6. The male. *Animal Breeding. Abstracts* 59: 403-412.
- GALINA, C. S.; ORIHUELA, A.; RUBIO, I. (1993). Behavioural characteristics of zebu cattle with emphasis in reproductive efficiency. In: Factors affecting calf crop. E. R. I. Press. Florida, USA. pp. 1-12.
- GIFFORD, D. R.; D'OCCHIO, M. J; P. SHARPE, H.; WEATHERLY, T.; PITTAR, R.Y.; REEVE, D. V.. (1989) Return to cyclic ovarian activity following parturition in mature cows and first-calf beef heifers exposed to bulls. *Animal Reproduction Science* 19, 209-216.
- GODFREY, R. W.; LUNSTRA, D. D.. (1989) Influence of single or múltiple sires and serving capacity on mating behaviour of beef bulls. *Journal of Animal Science* 67: 2897-2903.
- HERNÁNDEZ, J.E.; GALINA, C.S.; ORIHUELA, A.; NAVARRO, R.. (1991) Evaluación de la libido de toros cebú en pruebas de corral y en potrero. *Veterinaria, México* 22: 41- 45.
- HOLROYD, R.G; ARTHUR, B.A.; MAYER., B.G.. (1979) Reproductive performance of beef cattle in North-Western Australia. *Australian Veterinary Journal* 55, 257-262..
- LANDIVAR, C.; GALINA,C.S; DUCHATEAU, A.; NAVARRO, F. R.. (1985) Fertility trial in zebu cattle after a no hormonal or controlled estrus with prostaglandin F₂ alpha, comparing no hormonal mating with artificial insemination. *Theriogenology* 23, 421 – 427.

- LARSEN, R.E.; LITTELL, R.; ROOKS, E.; ADAMS, E.L.; FALCON C.; WARNICK, A.C.. (1990) Bull influences in conception percentage and calving date in Angus, Hereford, Brahman and Senepol single sire herds. *Theriogenology*, 34:549-568.
- LARSEN, R.E.; LITTELL, R.; ROOKS, E.; ADAMS, E.L.; FALCON, C.; WARNICK, A.C.. (1990) Bull influences in conception percentage and calving date in Angus, Hereford, Brahman and Senepol single sire herds. *Theriogenology*, 34:549-568.
- LUNSTRA, D. D. ; LASTER D. B. (1982). Influence of single sire and multiple-sire natural mating on pregnant rate of beef heifers. *Theriogenology*. 18:373-382
- MATTNER, P.E.; GEORGE, J.M.; BRADEN, A.W.H.. (1974) Herd mating activity in cattle. *Journal Reproduction and Fertility*. 36:454-460
- MC COSKER, T.H.; TURNER, A.F.; MC COOL, C.J.; POST, T.B.; BELL, K.. (1989) Brahman bull fertility in a North Australian rangeland herd. *Theriogenology* 32:285-300.
- MIKESKA, J. C.; WILLIAMS, G. L.. (1988) Timing of preovulatory endocrine events, estrus and ovulation in Brahman x Hereford females synchronized with Norgestomet and Estradiol Valerate. *Journal of Animal Science* 66:939-946.
- MOLINA R., BOLAÑOS, I; GALINA, C.S.; PEREZ, E; PANIAGUA, G.; ESTRADA, S. (2000-a-). Comparison of the sexual behaviour of Zebu bulls mating under single and multiple sire conditions in the humid tropics of Costa Rica. *Animal Reproduction Science*. (submitted).
- MOLINA; R.; GALINA, C.S; CAMACHO, J; ESTRADA, S.; MARTÍNEZ, L.. (2000 b). Effect of alternate the mating type on the reproductive performance of lactating Zebu cows, under humid tropical conditions. (Unpublished)
- MONTENEGRO J.; ABARCA S. (1998) La ganadería en Costa Rica, tendencias y proyecciones : 1984-2005. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 70 p.
- MOORE, C. P. (1984) Early weaning for increased reproduction rates in tropical beef cattle. *World Animal Review* 49, 39-50.
- MORALES, J. (1990). Manejo y utilización de pasturas tropicales. En: I Simposio Nacional sobre producción de ganado de carne de doble propósito en los trópicos. Convenio MAG-UNA-GTZ. Heredia, Costa Rica. pp. 65-81.
- MÜLLER, E.. (1994). La evaluación andrológica y su importancia en el hato. En: Curso de Enfermedades reproductivas y evaluación reproductiva en los bovinos. Memoria Universidad Nacional, Escuela Medicina Veterinaria. San Carlos, Alajuela. pp. 22-32
- NEVILLE, W. E.; WILLIAMS, D. J.; RICHARDSON, K. L.; UTLEY, P.R.. (1988). Relationship of breeding soundness evaluation score and its components with

- reproductive performance of beef bulls. *Theriogenology* 30:429-437
- NUGENT III, R. A.; JENKINS, T. G.; ROBERTS, A. J.; KLINDT, J.. (1993) Relationship of postpartum interval in mature beef cows with nutritional environment, biological type and serum IGF-1 concentrations. *Animal Production* 56: 193-200.
- OLIVER, J.; RICHARDSON, F. D.. (1976) Relationship between conception rate in beef cattle and body weight change. *Proceedings, Beef Cattle Production in Developing Countries*, Edinburgh, UK, 154-157.
- ORIHUELA, A.; GALINA, C.S.; ESCOBAR, F.J.; RIQUELME, E.. (1983) Estrous behaviour following prostaglandin F₂ α injection in zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology* 19:795-809.
- PERRY, R.C.; CORAH, L.R.; COCKRAN, R.. (1991) Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *Journal of Animal Science* 69: 3762-3773.
- PICCINALI, R.; GALINA, C.S.; NAVARRO- FIERRO, R.. (1992) Behavioural patterns of Zebu bulls towards females synchronized with PGF₂ alfa or oestrogens under corral and field conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 35: 125-133.
- POMAREDA, C.; PEREZ, E.. (1996) En el camino hacia una ganadería moderna en Costa Rica. *Secretaría del Consejo Agropecuario Centroamericano*, San José, Costa Rica. 166 p.
- PRICE, E. Male sexual behaviour. (1987) *Veterinary Clinics of North America*. 3:405-422.
- RODRIGUEZ, C.; GALINA, C. S.; GUTIERREZ, C.; NAVARRO, R.;PICCINALLI, R.. (1993). Evaluación de la actividad sexual de los toros Cebú, bajo condiciones de empadre múltiple con hembras sincronizadas con PGF₂ α . *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 15:41-49.
- RUPP, G.P.; BALL, L.; SHOOP, M.C.; CHENOWETH, P.J.. (1977) Reproductive efficiency of bulls in natural service: Effects of male to female ratio and single vs multiple-sire breeding groups. *Journal American Veterinary Medical Association* 17:639-642.
- RUSSELL, J. M.; GALINA, C.S.. (1987). Research and publishing trends in cattle reproduction in the tropics: Part 2- A third world prerogative. *Animal Breeding Abstracts*. 55: 819-828.
- SECRETARIA EJECUTIVA DE PLANIFICACION DEL SECTOR AGROPECUARIO (1990). Diagnóstico sobre el comportamiento de la actividad ganadera (1974/1984). SEPSA, Costa Rica. 86 p.

VOH, A.A.; OTCHERE, E.O.. (1989). Reproductive performance of Zebu cattle under traditional agropastoral management in Northern Nigeria. *Animal Reproduction Science* 19:191-203.

WILLIAMS, G. L.. (1988) Breeding capacity, behaviour and fertility of bulls with Brahman genetic influence during synchronized breeding of beef females." *Theriogenology* 30:35-44.